

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 421 460**

51 Int. Cl.:

C23C 28/00 (2006.01)

C23C 2/06 (2006.01)

C23C 2/26 (2006.01)

C23C 2/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2009 E 09839684 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2013 EP 2395128**

54 Título: **Lámina de acero galvanizada recocida y procedimiento para la producción de la misma**

30 Prioridad:

03.02.2009 JP 2009022920

04.02.2009 JP 2009023603

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

02.09.2013

73 Titular/es:

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (100.0%)

**6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP**

72 Inventor/es:

KUROSAKI, MASAO;

MAKI, JUN;

TANAKA, HIROYUKI y

YAMANAKA, SHINTAROH

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 421 460 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

Lámina de acero galvanizada recocida y procedimiento para la producción de la misma

5 Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

10 La presente invención se refiere a una lámina de acero galvanizado usada para formación por prensado para automóviles, dispositivos eléctricos domésticos, materiales de construcción y similares, y a un procedimiento de producción de la misma y, en partícula, a una lámina de acero galvanizado que tiene una excelente propiedad de deslizamiento (resistencia al descascarillado), resistencia a la formación de polvo, tratabilidad para conversión química y aspecto uniforme, y a un procedimiento de producción de la misma.

15 Descripción de la técnica relacionada

Una lámina de acero galvanizada recocida tiene una excelente capacidad de soldadura y de formación de recubrimiento en comparación una lámina de acero galvanizada. Por tanto, la lámina de acero galvanizada recocida se usa ampliamente en un extensa gama de campos como un cuerpo de automóvil como uso principal, dispositivos eléctricos domésticos, materiales de construcción y similares.

25 La lámina de acero galvanizada recocida se produce mediante tratamiento por calor tras galvanización por inmersión en caliente de una lámina de acero con el fin de formar una capa de aleación de Fe-Zn sobre la superficie de una lámina acero. Mediante el tratamiento térmico se inicia la reacción de aleación mediante interdifusión de Fe en una lámina de acero y Zn en una capa de galvanización. Se dice que la reacción de aleación se inicia, preferentemente, a partir de límites de grano de una lámina de acero. No obstante, si muchos elementos segregados fácilmente en los límites de grano (elementos de segregación del límite del grano) están contenidos en una lámina de acero, la interdifusión de Fe y Zn se previene localmente. Por tanto, una reacción de aleación se convierte en heterogénea y, de este modo, hay una diferencia en el espesor de una capa galvanizada recocida formada. Dado que aparece un defecto lineal por la diferencia en el espesor de una capa galvanizada recocida, la calidad de la lámina de acero es mala debido a un aspecto desigual derivado de un defecto lineal. En particular, existe un problema en cuanto a que la irregularidad aparece fácilmente en una lámina de acero que contiene muchos elementos de segregación en los límites de grano, como P con objeto de incrementar la resistencia de una lámina de acero en los últimos años. El problema se atribuye a una constricción de la interdifusión de Fe y Zn en zonas concentradas de P durante la aleación de una capa galvanizante mediante la concentración heterogénea de P en áreas de superficies y límites de grano de una lámina de acero en el calentamiento de una lámina de acero. Por tanto, la velocidad de una reacción de aleación entre Fe y Zn varía con la localización y, de este modo, hay una diferencia en el espesor de una capa galvanizada recocida formada. La adición de Si y/o Mn se usa ampliamente como procedimiento de refuerzo para los productos de acero. No obstante, si la cantidad de Si en una lámina de acero es superior a 0,3 % en masa, la humectabilidad de una capa galvanizada recocida disminuye significativamente. Por tanto, existe el problema de que la calidad de una capa galvanizada recocida es mala y la calidad del aspecto está deteriorada.

45 Por este motivo se han investigado varias láminas de acero galvanizadas recocidas que tienen una calidad de aspecto excelente. Por ejemplo, se sabe que un procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada recocida mediante inmersión en un baño galvanizante caliente después de moler la superficie de una lámina de acero a galvanizar de un modo tal que una desviación media aritmética del perfil (RA) puede ser de 0,3 a 0,6 (por ejemplo, cita de patente 1) y un procedimiento de formar una capa de recubrimiento metálico tal como Fe, Ni, Co y Cu antes de galvanizar por inmersión en caliente una lámina de acero recocido (por ejemplo, cita de patente 2). No obstante, en estos procedimientos, existe un problema de que dado que se requiere un procedimiento adicional antes de la galvanización por inmersión en caliente, el número de procedimientos totales aumenta y los costes aumentan con un creciente número de instalaciones.

50 Normalmente, una lámina de acero galvanizada recocida se usa después de la formación por prensado (conformado). No obstante, una lámina de acero galvanizada recocida tiene la desventaja de una mala conformabilidad en comparación con un acero laminado en frío.

55 La mala conformabilidad es el resultado de una composición de una capa galvanizada recocida. Normalmente, una capa de aleación de Zn-Fe formada mediante reacción de aleación, que es Fe difundido en una lámina de acero en Zn en una capa galvanizante, es una capa de recubrimiento galvanizada recocida (capa galvanizada recocida) compuesta por la fase Γ , la fase δ_1 y la fase ζ . Con el fin de disminuir una concentración de Fe, la capa de recubrimiento galvanizada está compuesta por la fase F, la fase δ_1 y la fase ζ . En el orden, la dureza y el punto de fusión de cada fase disminuyen. La fase r dura y frágil se forma en un área de la capa galvanizada recocida en contacto con la superficie de la lámina de acero (una interfaz entre la capa galvanizada recocida y la lámina de acero) y la fase ζ blanda se forma en un área superior de la capa galvanizada recocida. La fase ζ es blanda y, de este modo, se adhiere al molde de prensado fácilmente y tiene un elevado coeficiente de fricción y, por tanto, tiene una mala propiedad de deslizamiento. Por tanto, cuando se realiza un conformado difícil, la fase ζ tiene como

resultado un fenómeno (descascarillado) en el que una capa galvanizada recocida se adhiere a un molde y se descascarilla. La fase Γ es dura y frágil y, por consiguiente, tiene como resultado un polvo de descascarillado (desintegración pulverulenta) de una capa galvanizada recocida en el conformado.

5 Una buena propiedad de deslizamiento es importante en el conformado de una lámina de acero galvanizado recocido. Por tanto, en vista de la propiedad de deslizamiento, una técnica eficaz es que una capa galvanizante forma aleación en un grado elevado y, por tanto, se convierte en una capa de alta concentración de Fe que tiene dureza, punto de fusión y resistencia a la adherencia. No obstante, esta técnica produce desintegración pulverulenta en una lámina de acero galvanizada recocida producida de este modo. En vista de la resistencia a la desintegración
10 pulverulenta, una técnica eficaz es que una capa galvanizante forma aleación en un grado bajo y, por tanto, tenga una capa de concentración baja de Fe en la que se suprime la formación de la fase r que suprime la desintegración pulverulenta. No obstante, una lámina de acero galvanizada recocida producida mediante esta técnica tiene una mala propiedad de deslizamiento y la mala propiedad de deslizamiento tiene como resultado descascarillado.

15 Por tanto, se requieren propiedades opuestas de la propiedad de deslizamiento y la resistencia a la desintegración en polvo de modo que una lámina de acero galvanizada recocida puede tener una buena conformabilidad.

Como técnica para mejorar la conformabilidad de una lámina de acero galvanizada recocida principalmente de propone un procedimiento productor (por ejemplo, la cita de patente 3) para una lámina de acero galvanizada
20 recocida que tiene una fase δ_1 . En el procedimiento de producción, en un baño con una concentración elevada de Al, la galvanización se realiza a una temperatura elevada determinada mediante la concentración de Al, de modo que se puede suprimir una reacción de aleación y, después, se ejecuta un tratamiento de aleación en el que la temperatura de una lámina de acero está en el intervalo de 460 °C a 530 °C en la salida de un horno de aleación que usa calentamiento de inducción de alta frecuencia. Además, se propone un procedimiento de producción (por
25 ejemplo, la cita de patente 4) para una lámina de acero galvanizada recocida sobre la cual se forma una capa galvanizada recocida de una única fase δ_1 . En el procedimiento de producción, una lámina de acero galvanizada en inmersión caliente se mantiene durante 2 segundos a 120 segundos en una zona de temperatura de 460 °C a 530 °C en cuanto se realiza la galvanización por inmersión caliente de una lámina de acero y después se enfría hasta
30 250 °C o menos a una velocidad de enfriamiento de 5° C/s o más. Además, se propone un procedimiento productor (por ejemplo, la cita de patente 5) para una lámina de acero galvanizada recocida, que determina un patrón de temperatura añadió los valores obtenidos multiplicando la temperatura de calentamiento (T) por el tiempo de calentamiento (t) varias veces durante el calentamiento y el enfriamiento de la lámina de acero durante el tratamiento de aleación que tiene como resultado una lámina de acero galvanizada recocida que tiene una buena propiedad de deslizamiento y una buena resistencia a la desintegración en polvo.

35 El objeto de todas las técnicas convencionales es que controlando el grado de aleación, una capa galvanizada recocida se endurece y mejora tanto la resistencia a la desintegración en polvo como la resistencia al descascarillado de modo que se reducen las ventajas en el conformado de la lámina de acero galvanizada recocida.

40 Dado que la propiedad de deslizamiento se ve muy influida por una porción plana de superficies, se propone un procedimiento de producción (por ejemplo, la cita de patente 6) para una lámina de acero galvanizada recocida que tiene una buena resistencia a la desintegración en polvo y una buena propiedad de deslizamiento controlando la porción plana en caso de una capa galvanizada recocida que contiene una gran cantidad de fase ζ en la capa de superficie.

45 La técnica es un procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada recocida que tiene una capa galvanizada recocida que contiene una gran cantidad de fase ζ en la capa de superficie, buena resistencia a la desintegración en polvo y buena propiedad de deslizamiento disminuyendo el grado de aleación. No obstante, se considera que se requiere la lámina de acero galvanizada recocida para mejorar adicionalmente la resistencia al
50 descascarillado (propiedad de deslizamiento).

Como procedimiento para mejorar la conformabilidad de la lámina de acero galvanizada con aleación de cinc se usa ampliamente un procedimiento de aplicar un aceite de lubricación de alta viscosidad. No obstante, existe el problema de que se forman defectos de pintado en un procedimiento de pintado por la insuficiente eliminación del aceite de
55 lubricación, ya que el aceite de lubricación tiene una viscosidad elevada y la falta de aceite en el conformado conduce a un rendimiento de la prensa inaceptable. Por tanto, se propone un procedimiento (por ejemplo, la cita de patente 7) de formar un recubrimiento de óxido que contiene ZnO principalmente en la superficie de una lámina de acero galvanizada con aleación de cinc y un procedimiento (por ejemplo, la cita de patente 8) de formar un recubrimiento de óxido de Ni. No obstante, existe el problema de que las películas de óxido tienen una
60 mala tratabilidad de conversión química. Por tanto, se propone un procedimiento (por ejemplo, la cita de patente 9) de formar una película de óxido a base de Mn como película para mejorar la tratabilidad de la conversión química. No obstante, en todas las técnicas de formar la película de tipo óxido, la relación entre las películas de tipo óxido y una capa galvanizada recocida todavía no se ha investigado específicamente.

65 [Cita de patente 1] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° 2004-169160
[Cita de patente 2] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° H6-88187

[Cita de patente 3] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° H9-165662
 [Cita de patente 4] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° 2007-131910
 [Cita de patente 5] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° 2005-54199
 [Cita de patente 6] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° 2005-48198
 [Cita de patente 7] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° S53-60332
 [Cita de patente 8] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° H3-191093
 [Cita de patente 9] Solicitud de patente japonesa no examinada, Primera publicación N° H3-249182

El documento JP 06088190 A divulga una lámina de acero galvanizada recocida excelente en lo que respecta al acabado del recubrimiento, conformabilidad y tratabilidad de conversión química que tiene una película de óxido de Mn-P sobre la lámina de acero galvanizada recocida.

Sumario de la invención

Como se ha descrito anteriormente, una lámina de acero galvanizada recocida requiere una buena trazabilidad de conversión química (resistencia a la corrosión). La lámina de acero galvanizada recocida también requiere una buena calidad del aspecto de la superficie y tanto una buena resistencia a la desintegración en polvo como una buena propiedad de deslizamiento en el conformado.

La presente invención se ha ideado en vista de la circunstancia descrita en lo que antecede y un objeto de la presente invención es proporcionar una lámina de acero galvanizada recocida que tiene una buena propiedad de deslizamiento (resistencia al descascarillado) y buena resistencia a la desintegración en polvo en el conformado, buena calidad del aspecto de la superficie sin aspecto irregular por un defecto lineal y excelente tratabilidad en conversión química, y un procedimiento de producción de la misma. En concreto, un objeto de la presente invención es proporcionar una lámina de acero galvanizada recocida para aumentar la excelente resistencia a la desintegración en polvo mediante un tratamiento de aleación baja a una velocidad de calentamiento menor que además incrementa la excelente propiedad de deslizamiento, excelente calidad de aspecto de la superficie y una excelente tratabilidad en conversión química, y un procedimiento de producción de la misma.

Mala calidad, derivada del aspecto irregular formado en un tratamiento de aleación para formar una capa galvanizada recocida, que se atribuye a un defecto lineal que se forma por diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida. El defecto lineal aparece porque porciones en las que la aleación procede rápidamente durante la formación de una capa recocida crecen más espesas que otras porciones. Los inventores han encontrado que un aspecto de un defecto lineal se puede suprimir mediante la aleación de una capa galvanizante a una velocidad de calentamiento menor y, por ello, se obtiene una lámina de acero galvanizado recocido de calidad excelente del aspecto como resultado de repetidos exámenes para un mecanismo de formación de la diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida.

El tratamiento con aleación alta de una capa galvanizante forma una fase Γ mayor. Por tanto, una propiedad de deslizamiento en el conformado (resistencia al descascarillado) aumenta y disminuye la resistencia a la desintegración en polvo. Un tratamiento de aleación baja de una capa galvanizante forma menos fase F y más fase ζ . Por tanto, aumenta la resistencia a la desintegración en polvo en el conformado y disminuye una propiedad de deslizamiento (resistencia al descascarillado). La formación de la fase Γ no se puede prevenir en una lámina de acero galvanizada recocida. Los inventores han repetido los exámenes para un procedimiento de mejora de una propiedad de deslizamiento mala de una lámina de acero galvanizada recocida de un bajo grado de aleación que tiene una buena resistencia a la desintegración en polvo. Como resultado, los inventores han encontrado que una mala propiedad de deslizamiento de una lámina de acero galvanizada recocida de un grado de aleación bajo mejora significativamente formando una película de óxido a base de Mn-P sobre la superficie de la lámina de acero galvanizada recocida y, de este modo, se imparte tanto resistencia a la desintegración en polvo y resistencia al descascarillado.

La presente invención se consigue en base a los hallazgos y el punto esencial de la presente invención es el siguiente.

(1) Una lámina de acero galvanizada recocida incluye: una lámina de acero; capa galvanizada recocida y una película de óxido basada en Mn-P. La lámina de acero incluye C, Si, Mn, P, Al y el resto está compuesto por Fe e impurezas inevitables. Una fase de aleación de Zn-Fe en la capa galvanizada recocida se mide mediante difracción de rayos X. El valor de una intensidad de difracción Γ (2,59 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,59$ Å de la fase Γ dividida por una intensidad de difracción δ_1 (2,13 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,13$ Å de fase δ_1 inferior o igual a 0,1. La intensidad de difracción ζ (1,26 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 1,26$ Å de fase ζ dividida por una intensidad de difracción δ_1 (2,13 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,13$ Å de fase δ_1 , es superior o igual a 0,1 y menor o igual a 0,4. La película de óxido basada en Mn-P se forma usando de 5 a 100 mg / m² de Mn y de 3 a 500 mg / m² de P sobre una superficie de la capa galvanizada recocida.

(2) La lámina de acero galvanizada recocida descrita en el punto anterior (1), donde la lámina de acero incluye el componente siguiente: de 0,0001 a 0,3 en %d de masa de C; 0,01 a 4 de % en masa de Si; de 0,01 a 2 % en masa de Mn; de 0,002 a 0,2 % en masa de P; y de 0,0001 a 4 % en masa de Al.

5 (3) La lámina de acero galvanizada recocida descrita en el punto anterior (1), en la que la capa galvanizada recocida se mide mediante difracción de rayos X de fase de aleación de Zn-Fe, en la que la intensidad de difracción Γ (2,59 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,59$ Å de la fase Γ es menor o igual a 100 cps y la intensidad de difracción ζ (1,26 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 1,26$ Å de la fase ζ es mayor o igual a 100 cps y menor o igual a 300 cps.

10 (4) La lámina de acero galvanizada recocida descrita en el punto anterior (1) en la que una cantidad de Fe en la fase de aleación de Zn-Fe de la capa de acero galvanizada recocida es mayor o igual a 9,0 y menor o igual a 10,5 % en masa.

15 (5) Un procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada recocida, el procedimiento incluye: Realizar galvanización por inmersión en caliente de una lámina de acero; formar una capa galvanizada recocida usando un tratamiento de aleación de calentamiento en un horno de calentamiento, seguido de enfriamiento lento en un horno de foso después de que la temperatura de la lámina de acero alcanza la temperatura máxima alcanzable a la salida del horno de calentamiento; y formar una película de óxido a base de Mn-P incluyendo Mn y P en una superficie de la capa galvanizada recocida. En el tratamiento de la aleación, se calcula un valor de integración de la temperatura S mediante $S = (T11 - T0) \times t1 / 2 + ((T11 - T0) + (T12 - T0)) \times t2 / 2 + ((T12 - T0) + (T21 - T0)) \times \Delta t / 2 + ((T21 - T0) + (T22 - T0)) \times t3 / 2 + (T22 - T0) \times t4 / 2$, y S satisface la fórmula $850 + Z \leq S \leq 1350 + Z$, usando una composición dependiente del coeficiente Z representado por $Z = 1300 \times (\% Si - 0,03) + 1000 \times (\% Mn - 0,15) + 35000 \times (\% P - 0,01) + 1000 \times (\% C - 0,003)$. En el presente documento, T0 es 420° C, T11(° C) es la temperatura de la lámina de acero en la salida del horno de calentamiento, T12(° C) es la temperatura de la lámina de acero en la entrada de la zona de enfriamiento en el horno de foso, T21(° C) es la temperatura de la lámina de acero en la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso, T22(° C) es la temperatura de la lámina de acero en la salida del horno de foso, t1 (s) es el tiempo de tratamiento desde una posición inicial de T0 a la salida del horno de calentamiento, t2(s) es el tiempo de tratamiento desde la salida del horno de calentamiento a la entrada de la zona de enfriamiento en el horno de foso, Δt (s) es el tiempo de tratamiento desde la entrada de la zona de enfriamiento hasta la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso, t3(s) es el tiempo de tratamiento desde la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso a la salida del horno de foso y t4(s) es el tiempo de tratamiento desde la entrada de la zona de templado a una posición final de T0. En el presente documento %Si, %Mn, %P, y %C son las cantidades (en % en masa) de los respectivos elementos en el acero. La película a base de Mn-P se forma usando de 5 a 100 mg / m² de Mn y de 3 a 500 mg / m² de P sobre la superficie de la capa galvanizada recocida.

35 (6) El procedimiento para la lámina de acero galvanizada recocida descrito en el anterior punto (5) en el horno de calentamiento para calentar la lámina de acero, una velocidad de calentamiento V calculada mediante $V = (T11 - T0) / t1$ se controla en unas condiciones de baja velocidad de calentamiento de menor o igual a 100° C/s, si Z es menor de 700, y se controla en unas condiciones de baja velocidad de calentamiento de menor o igual a 60 °C C/s, si Z es mayor o igual a 700.

40 (7) El procedimiento para la lámina de acero galvanizada recocida de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la lámina de acero incluye de 0,0001 a 0,3 en %d de masa de C; 0,01 a 4 de % en masa de Si; de 0,01 a 2 % en masa de Mn; de 0,002 a 0,2 % en masa de P; y de 0,0001 a 4 % en masa de Al.

45 De acuerdo con la presente invención se produce una lámina de acero galvanizada recocida que tiene excelente uniformidad de aspecto, tanto buena resistencia a la desintegración en polvo como buena propiedad de deslizamiento (resistencia al descascarillado) en el conformado, excelente trazabilidad en conversión química y excelente soldabilidad por puntos.

Breve descripción de las figuras

50 La FIG. 1A es una vista esquemática que muestra los puntos de inicio en los que se genera una aleación de Zn-Fe (una capa galvanizada recocida) en una capa galvanizante de inmersión en caliente.

La FIG. 1B es una vista esquemática que muestra un proceso de crecimiento y una velocidad de crecimiento de una aleación de Zn-Fe (una capa galvanizada recocida).

La FIG. 1C es una vista esquemática que muestra un defecto (diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida) de una capa galvanizada recocida.

60 La FIG. 2 es un diagrama esquemático que muestra un mecanismo de formación de defectos (diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida) de una capa galvanizada recocida y la relación entre el tiempo de calentamiento en un tratamiento de aleación y el espesor de una capa galvanizada recocida.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático que muestra que el espesor de una capa galvanizada recocida varía con la velocidad de calentamiento. (a) es un diagrama esquemático que muestra la diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida formada a una velocidad de calentamiento elevada. (b) es un diagrama esquemático que muestra la diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida formada a una velocidad de

calentamiento elevada.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático que muestra la relación entre el espesor de la fase Γ y un grado de aleación de una capa galvanizada recocida y la relación entre el espesor de la fase ζ y un grado de aleación de una capa galvanizada recocida.

5 La FIG. 5 es una vista esquemática que muestra una estructura de una lámina de acero galvanizada recocida de la presente invención.

La FIG. 6 es un diagrama que muestra una relación entre el contenido de una película de recubrimiento y el coeficiente de fricción cuando se forma una película de óxido a base de Mn-P sobre la superficie de láminas de acero galvanizadas recocidas que tienen varios grados de aleación.

10 La FIG. 7 es un diagrama que muestra un ejemplo de un procedimiento de producción de una lámina de acero galvanizada recocida en la presente invención.

La FIG. 8 es un diagrama que muestra un ejemplo de un patrón de calentamiento de una lámina de acero galvanizada recocida de la presente invención.

15 La FIG. 9 es un diagrama que muestra un ejemplo de la relación entre los valores de integración de la temperatura (S) de la presente invención y la concentración de Fe en una capa galvanizada recocida cuando la cantidad de los elementos en una lámina de acero es baja.

La FIG. 10 es un diagrama que muestra un ejemplo de la relación entre los valores de integración de la temperatura (S) de la presente invención y la concentración de Fe en una capa galvanizada recocida.

20 Descripción detallada de la invención

A continuación, la presente invención se describirá con mayor detalle.

25 El motivo de que cada elemento en una lámina de acero de un material base en la presente invención esté limitado se describe más adelante en el presente documento. % en el presente documento es % en masa.

(0,0001 a 0,3% de C)

30 C es un elemento necesario para garantizar la resistencia y se requiere 0,0001 % o más de C para garantizar la resistencia. No obstante, 0,3% o más de c hace que la aleación y la soldabilidad sean difíciles. Por tanto, se requiere que e el contenido de C sea 0,3 % o menos. Es preferible que el contenido de C sea de 0,001 a 0,2%.

(0,01 a 4% de Si)

35 S es un elemento necesario para garantizar la ductilidad y la resistencia de una lámina de acero y se requiere 0,01 % o más de Si para garantizar la ductilidad y la resistencia de una lámina de acero. No obstante, Si hace que la velocidad de aleación disminuya y, de este modo, aumenta el tiempo de tratamiento de la aleación. Por tanto, se requiere que el contenido de Si sea del 4 % o menor con el fin de disminuir el tratamiento de aleación a una velocidad de calentamiento baja. Es preferible que el contenido de Si sea de 0,01 a 1%.

40 (0,01 a 2% de Mn)

45 Mn es un elemento eficaz para mejorar la resistencia de una lámina de acero y se requiere 0,01% o más de Mn para mejorar la resistencia de una lámina de acero. No obstante, más del 2 % de Mn produce un efecto negativo sobre la elongación de una lámina de acero. Por tanto, se requiere que e el contenido de Mn sea 2% o menos. Es preferible que el contenido de Mn sea de 0,4 a 1,5 %.

(0,002 a 0,2% de P)

50 P es un elemento eficaz para mejorar la resistencia de una lámina de acero y se requiere 0,002% o más de P para mejorar la resistencia de una lámina de acero. No obstante, P hace que la velocidad de aleación disminuya como Si y, de este modo, aumenta el tiempo de tratamiento de la aleación. Por tanto, se requiere que el contenido de P sea del 0,2% o menor con el fin de disminuir el tratamiento de aleación a una velocidad de calentamiento baja.

55 (0,0001 a 4 % de Al)

Desde un punto de vista de los costes se requiere 0,0001 % o más. No obstante, mas de un 4 % de Al hace que la velocidad de aleación disminuya. Por tanto, se requiere que el contenido de Al sea 4% o menos. Es preferible que el contenido de Al sea de 0,01 a 2%.

60 Se proporcionará una descripción de un mecanismo de formación de la diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida que produce un aspecto irregular de una capa galvanizada recocida.

65 Las FIGS. 1A to 1C son figuras esquemáticas para mostrar un proceso de formación de un defecto (una diferencia en el espesor de una capa de galvanización en recocido) de una capa galvanizada recocida.

Como se muestra en la FIG. 1A, durante la aleación de una capa galvanizante 101 se produce un inicio 104 de la aleación (reacción Fe + Zn) desde un límite de grano 103 localizado en una porción no concentrada de P de un acero en la parte inferior (lámina de acero) 102 mediante un tratamiento de aleación (calentamiento). El Fe en la lámina de acero y el Zn en una capa galvanizante por inmersión en caliente 120 se interdifunden mediante el inicio de la aleación 104 y se forma una capa galvanizada recocida 121. No obstante, se produce una diferencia en la velocidad de aleación debido a la irregularidad de la superficie de la lámina de acero, es decir la porción no concentrada P 122 y una porción concentrada P 123. Como se muestra en la FIG. 1B, debido a la diferencia de la velocidad de aleación, una porción de una capa galvanizada recocida en la que la velocidad de aleación es alta se hace más espesa (expresado mediante las flechas) que una porción periférica de la porción. Por tanto, como se muestra en la FIG. 1C, una porción de crecimiento espesa de una lámina de acero galvanizada recocida 124 se sale y, de este modo, forma un defecto en una porción 105 de un defecto lineal. En consecuencia, el defecto aparece debido a la diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida causado por las diferencias en la velocidad de aleación.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático para mostrar un mecanismo de formación de defectos (diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida) de una capa galvanizada recocida.

Una velocidad de aleación (diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida) d depende de un coeficiente de difusión D y de un tiempo de calentamiento t_a , y se puede expresar en la fórmula (1) siguiente.

$$d = \sqrt{D \cdot t_a} \quad \dots\dots\dots(1)$$

La relación entre las diferencias en espesor de una capa galvanizada recocida d y el tiempo de calentamiento t_a expresada en la Fórmula (1) anterior se muestra en la FIG. 2. Durante el calentamiento para la aleación, la aleación se inicia tras un periodo de incubación que varía dependiendo de los componentes en la lámina de acero, la orientación de los cristales, el tamaño de grano y el coeficiente de difusión D , después, crece una lámina galvanizada recocida. No obstante, se producen diferencias en los periodos de incubación, lo que conduce a diferentes tiempos de inicio de la aleación para diferentes partes en la lámina de acero. La diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida se forma mediante las diferencias en los periodos de incubación y conduce a defectos lineales.

La diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida está influida por la velocidad de calentamiento.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático que muestra que el espesor de una capa galvanizada recocida depende de la velocidad de calentamiento. En concreto, (a) en la FIG. 3 es un diagrama esquemático que muestra la diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida formada a una velocidad de calentamiento elevada. (b) en la FIG. 3 es un diagrama esquemático que muestra la diferencia en espesor de una capa galvanizada recocida formada a una velocidad de calentamiento lenta.

Como se muestra en la FIG. 3(a), si un tratamiento de aleación se realiza mediante calentamiento rápido, una capa galvanizada recocida crece rápidamente. Como resultado, aumentan las diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida causadas por diferencias en el periodo de incubación. No obstante, como se muestra en la FIG. 3(b), si un tratamiento de aleación se realiza mediante calentamiento lento, una capa galvanizada recocida crece lentamente. Como resultado, disminuyen las diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida causadas por diferencias en los periodos de incubación. Por tanto, se puede suprimir la aparición de un defecto y se puede formar una capa galvanizada recocida con una calidad excelente de aspecto.

Como se ha descrito anteriormente, se ha encontrado que el grado de aleación (el espesor de la capa galvanizada recocida) dependía del periodo de incubación y del coeficiente de difusión. Además, se encontró que se producían grandes diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida y el defecto lineal pasaba a ser evidente en el caso de una diferencia mayor en los periodos de incubación o en el caso de una velocidad de calentamiento más alta.

Las diferencias en los periodos de incubación varían con los componentes de una lámina de acero. Por tanto, si están contenidos muchos elementos que se segregan fácilmente en los límites de grano y la velocidad de interdifusión de Fe y Zn cambia con la localización, se producen las diferencias en el espesor de una capa galvanizada recocida. Además, la velocidad de interdifusión del Fe y el Zn varía con una cantidad aditiva de los elementos. En consecuencia, es necesario determinar una condición de la velocidad de calentamiento V para un tratamiento de aleación dependiendo de la cantidad aditiva de los elementos.

Por tanto, en la presente invención, la velocidad de calentamiento para el tratamiento de aleación se controla con la condición de un tratamiento de aleación más baja y de este modo se suprime la aparición de un defecto lineal. Específicamente, el tratamiento de aleación se realiza en las condiciones siguientes. Un valor de integración de la temperatura S calculado mediante la fórmula (6), que se describe a continuación con detalle, satisface la siguiente Fórmula (8), que es $850 + Z \leq S \leq 1350 + Z$, usando una composición dependiente del coeficiente Z calculado mediante la siguiente Fórmula (7). Además, la velocidad de calentamiento V calculada mediante la fórmula (9) se puede controlar en condiciones de una velocidad de calentamiento baja inferior a 100° C/s si el coeficiente Z

dependiente de la composición es inferior a 700 y se puede controlar en condiciones de una velocidad de calentamiento baja de menos de 60° C/s si el coeficiente Z dependiente de la composición es mayor o igual a 700.

La conformabilidad se describe a continuación.

5 En el procedimiento de producción de la lámina de acero galvanizada recocida, una lámina de acero recocida e un horno de recocido se sumerge en un baño de galvanización caliente (recipiente) para galvanizar la lámina de acero y, de este modo, se produce una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente. La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente se calienta hasta una temperatura máxima alcanzable en un horno de calentamiento, se enfría lentamente en un horno de foso y después se enfría rápidamente en una zona de enfriamiento rápido, de modo que se produce una lámina de acero galvanizada recocida. El grado de aleación se determina mediante la temperatura de aleación en el tratamiento de aleación.

15 La FIG. 4 muestra la relación entre el espesor de la fase Γ formado y un grado de aleación y la relación entre el espesor de la fase ζ formado y un grado de aleación. Como se muestra en la FIG. 4, un grado de aleación bajo estimula la formación de la fase ζ y suprime la formación de la fase r . Por tanto, aumenta el espesor de la fase ζ y disminuye el espesor de la fase r . Un grado de aleación alto estimula la formación de la fase Γ y suprime la formación de la fase ζ . Por tanto, aumenta el espesor de la fase Γ y disminuye el espesor de la fase ζ .

20 Dado que la fase Γ espesa se forma en una interfaz entre la lámina de acero y la capa galvanizada recocida mediante el crecimiento de la fase Γ en el caso de un grado de aleación alto, se produce desintegración en polvo sobre la lámina de acero galvanizada recocida en el conformado. Si el grado de aleación es alto y la concentración de Fe es 10,5% o mayor, la fase Γ crece más espesa y se produce desintegración en polvo. Si el grado de aleación es bajo, aumenta la fase ζ sobre la superficie de la capa galvanizada y se produce descascarillado en la conformación. Además, dado que la soldabilidad se deteriora cuando hay una concentración de Fe baja, el procedimiento de producción de vehículos se ve afectado de forma adversa.

30 En la presente invención se puede suprimir que aparezca desintegración en polvo disminuyendo el grado de aleación, es decir suprimiendo la formación de la fase Γ y estimulando la formación de la fase ζ . Además, se investiga un procedimiento para suprimir el descascarillado producido por una disminución del grado de aleación. Como resultado, como se muestra en la FIG. 6, se encuentra que se forma una película de óxido a base de Mn-P 40 sobre la superficie de una lámina de acero galvanizada recocida baja 24, se produce una lámina de acero galvanizada recocida 25 tratada mediante la película de óxido y, de este modo, se puede mejorar significativamente la propiedad de deslizamiento sobre la superficie de la lámina de acero y se puede prevenir que se produzca descascarillado. Como se muestra en la FIG. 5, la lámina de acero galvanizada recocida 25 incluye una lámina de acero 2, una película de óxido a base de Mn-P 40 y una capa galvanizada recocida 21 que tiene una fase ζ 30, una fase δ_1 31 y una fase Γ 32. La lámina de acero galvanizada recocida 25 en la presente invención incluye una lámina de acero galvanizada recocida 24 y una película de óxido a base de Mn-P 40.

40 La FIG. 6 muestra la relación entre el contenido de una película de recubrimiento y el coeficiente de fricción cuando se forma una película de óxido a base de Mn-P sobre la superficie de láminas de acero galvanizadas recocidas que tienen varios grados de aleación.

45 Una lámina de acero laminada en frío de un material de acero IF y una lámina de acero laminada en frío de un material de acero de alta resistencia se galvanizaron en un baño de galvanización en caliente y se produjo la aleación en las diversas condiciones de aleación con objeto de variar la velocidad de calentamiento. Como resultado del tratamiento de aleación se preparó una lámina de acero galvanizada recocida baja y una lámina de acero galvanizada recocida alta. Las películas de óxido a base de Mn-P se formaron en las respectivas láminas de acero galvanizadas recocidas como películas lubricantes y se investigaron los respectivos coeficientes de fricción.

50 Como coeficiente de fricción para el conformado se mide una carga de tracción mediante ensayos que aplican a la superficie una presión de 100 a 600 kgf en las condiciones siguientes: El tamaño de la muestra es 17 mm \times 300 mm, la velocidad de tracción es 500 mm / min, *square beat shoulder* R es 1,0 / 3,0 mm, la longitud de deslizamiento es 200 mm, la lubricación es NOX-RUST 530F-40 (PARKER INDUSTRY, INC.), y la cantidad de lubricante es 1 g / m².
55 Los coeficientes de fricción se obtuvieron a partir de las pendientes de la carga de tracción respecto a la presión de superficie.

60 Como se muestra en la FIG. 6, una lámina de acero galvanizada recocida baja (principalmente, fase $\delta_1 + \zeta$) tiene un coeficiente de fricción mayor y una peor propiedad de deslizamiento que una lámina de acero galvanizada recocida alta. No obstante, si se forma una película de óxido a base de Mn-P en las respectivas superficies, el coeficiente de fricción de la lámina de acero galvanizada recocida baja disminuye significativamente en el caso de una cantidad baja de la película de óxido a base de Mn-P en comparación con el coeficiente de fricción de la lámina de acero galvanizada recocida alta. En consecuencia, si el grado de aleación disminuye y la fase ζ aumenta, se puede mejorar la propiedad de deslizamiento con independencia de la menor cantidad de película de óxido a base de Mn-P. Además, en el caso de una cantidad predeterminada de una película de óxido a base de Mn-P, la lámina de acero galvanizada recocida baja tiene una propiedad de deslizamiento mejor que la lámina de acero galvanizada recocida

alta. Se considera que se desarrolla la propiedad de deslizamiento mejor mediante una concentración baja de Fe en la capa galvanizada recocida de la lámina de acero galvanizada recocida baja. No obstante, no está claro qué mecanismo de la mejora de la propiedad de deslizamiento se detalla.

5 En la presente invención se suprime la formación de la fase Γ y se estimula la formación de la fase ζ disminuyendo el grado de aleación y, de este modo, se puede suprimir la aparición de desintegración en polvo. Además, la aparición de un problema de descascarillado se puede suprimir formando una película de óxido a base de Mn-P como una película lubricante basada en material inorgánico.

10 El grado de aleación de la lámina de acero galvanizada recocida viene determinado por la temperatura de aleación, el tiempo de calentamiento, las condiciones de enfriamiento y similares. La lámina de acero galvanizada recocida baja que tiene una gran cantidad de fase ζ normalmente puede obtenerse en las siguientes condiciones para tratamiento de calentamiento. Una lámina de acero se galvaniza en un baño galvanizante caliente y después se calienta a una velocidad de calentamiento de 40 a 70 C/s a 500-670 °C en un horno de calentamiento de inducción.
15 La lámina de acero galvanizada recocida se mantiene durante de 5 a 20 segundos a la temperatura de aleación de 440 to 530° C y se enfría para que tenga una concentración de Fe de 6,5 a 13% en una aleación de Zn-Fe. Es preferible que la concentración de Fe en la aleación de Zn-Fe sea de 9,0 a 10,5 %.

20 Dado que el grado de aleación es suficiente y la soldabilidad se deteriora, no es preferible que la concentración de Fe sea inferior al 9,0 %. Dado que aumenta la fase Γ y la resistencia a la desintegración en polvo se deteriora, no es preferible que la concentración de Fe sea superior a 10,5%.

25 Las intensidades de difracción de la fase Γ , la fase δ_1 y la fase ζ de la aleación Zn-Fe en la lámina de acero galvanizada recocida baja se investigaron mediante difracción en rayos x. Como resultado se obtuvieron los siguientes hallazgos. Es decir, es importante controlar la estructura de la fase de la capa galvanizada recocida en la presente invención de modo que las respectivas intensidades de difracción de la fase Γ , la fase δ_1 y la fase ζ satisfagan las siguientes fórmulas (2) y (3)

30
$$\Gamma (2,59 \text{ \AA}) / \delta_1 (2,13 \text{ \AA}) \leq 0,1 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$0,1 \leq \zeta (1,26 \text{ \AA}) / \delta_1 (2,13 \text{ \AA}) \leq 0,4 \quad \dots\dots\dots(3)$$

35 De acuerdo con la fórmula (2) anterior, se requiere que $\Gamma (2,59\text{Å}) / \delta_1 (2,13\text{Å})$ sea igual a 0,1 o menos. Si $\Gamma (2,59\text{Å}) / \delta_1 (2,13\text{Å})$ es mayor que 0,1, la resistencia a la desintegración de la lámina de acero galvanizada recocida se deteriora en el conformado debido al aumento de la fase de duraza y fragilidad F en la interfaz entre la capa de acero galvanizada recocida y la lámina de acero. De acuerdo con la fórmula (3) anterior, se requiere que $\zeta (1,26\text{Å}) / \delta_1 (2,13\text{Å})$ sea igual a 0,1 o más y 0,4 o menos. Si $\zeta(1,26\text{Å}) / \delta_1 (2,13\text{Å})$ es menor de 0,1, la fase ζ disminuye. Por tanto, el efecto de mejora de la propiedad de deslizamiento más allá de los materiales convencionales no se obtiene cuando se forma la película de óxido a base de Mn-P. Si $\zeta(1,26\text{Å}) / \delta_1 (2,13\text{Å})$ es mayor de 0,4, la cantidad de Zn no aleado aumenta y se deteriora la soldabilidad.
40

Además, en una estructura de la fase de una capa galvanizada recocida de la presente invención, es preferible que las intensidades de difracción de la fase Γ , y la fase ζ satisfagan las siguientes fórmulas (4) y (5), respectivamente.

45
$$\Gamma (2,59 \text{ \AA}) \leq 100 \text{ (cps)} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$100 \leq \zeta (1,26 \text{ \AA}) \leq 300 \text{ (cps)} \quad \dots\dots\dots(5)$$

50 Una estructura de fase de una capa galvanizada se determina midiendo las intensidades de difracción de la fase Γ , la fase δ_1 y la fase ζ mediante difracción de rayos X. Específicamente, después de unir una capa galvanizada recocida a una lámina de hierro usando una resina epoxi y la resina epoxi se polimeriza, una capa galvanizada recocida con la resina epoxi se separa de un acero de base traccionando mecánicamente. Los picos de difracción de cada fase de aleación en la capa galvanizada recocida separada se miden a partir de una interfaz entre la capa galvanizada recocida y el acero de base mediante difracción de rayos X.
55

Las condiciones de la difracción de rayos x son las siguientes: El área de medición es un círculo preciso de 15 mm de diámetro, los picos de difracción se miden usando el procedimiento θ - 2θ , el tubo de rayos X es un tubo de Cu, el voltaje del tubo de rayos X es 50 kV y la corriente del tubo de rayos X es 250 mA. EN estas condiciones, las intensidades de los picos de difracción derivados de las fases de aleación se miden y se ha determinado que son $\Gamma (2,59\text{Å})$, $\delta_1 (2,13\text{Å})$, y $\zeta(1,26\text{Å})$. $\Gamma (2,59\text{Å})$ (cps) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 2,59 \text{ \AA}$ derivada de la fase $\Gamma (Fe_3Zn_{10})$ y la fase $\Gamma_1 (Fe_5Zn_{21})$. $\delta_1 (2,13\text{Å})$ (cps) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 2,13 \text{ \AA}$ derivada de la fase $\delta_1 (FeZn_7)$. $\zeta(1,26\text{Å})$ (cps) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 1,26 \text{ \AA}$ derivada de la fase $\zeta (FeZn_{13})$. Dado que es difícil distinguir entre la fase Γ y la fase Γ_1 cristalográficamente, la fase F en la presente invención incluye la fase Γ_1 así como la fase F.
60
65

Como procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada recocida de un grado de aleación bajo especialmente deseado en la presente invención se determina un patrón de temperatura para un tratamiento de aleación en base a un valor de integración de la temperatura S, que se calcula añadiendo los valores obtenidos multiplicando la temperatura (T) por el tiempo (t) a varios tiempos durante el calentamiento y el enfriamiento del tratamiento de aleación.

En el procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada recocida, se calienta una lámina de acero galvanizada en inmersión caliente en un horno de calentamiento y después se enfría lentamente en un horno de fosos después de que una temperatura (T11) de la lámina de acero alcanza la temperatura máxima alcanzable a la salida del horno de calentamiento.

Una lámina de acero galvanizada recocida de bajo grado de aleación que tiene una estructura de fase de un contenido predeterminado de Fe se produce fácilmente mediante el procedimiento siguiente. Como condición para el tratamiento de aleación, un valor de integración de la temperatura S calculado mediante la fórmula (6) conocida siguiente, puede satisfacer la siguiente Fórmula (8), que es $850 + Z \leq S \leq 1350 + Z$, usando una composición dependiente del coeficiente Z calculado mediante la siguiente Fórmula (7).

$$S = (T11 - T0) \times t1 / 2 + ((T11 - T0) + (T12 - T0)) \times t2 / 2 + ((T12 - T0) + (T21 - T0)) \times \Delta t / 2 + ((T21 - T0) + (T22 - T0)) \times t3 / 2 + (T22 - T0) \times t4 / 2 \dots\dots(6)$$

En la fórmula (8) anterior, T0 es 420° C, T11(° C) es la temperatura de una lámina de acero en la salida de un horno de calentamiento, T12(° C) es la temperatura de la lámina de acero en la entrada de la zona de enfriamiento en el horno de foso, T21(° C) es la temperatura de la lámina de acero en la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso, T22(° C) es la temperatura de la lámina de acero en la salida del horno de foso, t1 (s) es el tiempo de tratamiento desde una posición inicial de T0 a la salida del horno de calentamiento, t2(s) es el tiempo de tratamiento desde la salida del horno de calentamiento a la entrada de la zona de enfriamiento en el horno de foso, Δt(s) es el tiempo de tratamiento desde la entrada de la zona de enfriamiento hasta la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso, t3(s) es el tiempo de tratamiento desde la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso a la salida del horno de foso y t4(s) es el tiempo de tratamiento desde la entrada de la zona de templado a una posición final de T0.

$$Z = 1300 \times (\% Si - 0,03) + 1000 \times (Mn - 0,15) + 35000 \times (\%P - 0,01) + 1000 \times (\% C - 0,003) \dots\dots(7)$$

% Si, % Mn, % P, y % C son las cantidades (en % en masa) de los respectivos elementos en el acero.

$$850 \div Z \leq S \leq 1350 \div Z \dots\dots(8)$$

La condición de que el valor de integración de la temperatura S satisface la fórmula (8) se determina en base a las siguientes razones En el caso en el que el valor de integración de la temperatura S sea menor de $850 + Z$, la soldabilidad se deteriora ya que $\zeta(1,26\text{Å}) / \delta_1(2,13\text{Å})$ se convierte en superior a 0,4. En el caso en el que el valor de integración de la temperatura S sea superior a $1350 + Z$, la resistencia a la desintegración en polvo se deteriora ya que $\Gamma(2,59\text{Å}) / \delta_1(2,13\text{Å})$ se convierte en superior a 0,1.

Además, el aspecto se ve influido significativamente por la velocidad de calentamiento, es decir una velocidad de calentamiento V (° C/s) calculada mediante la fórmula (9) siguiente, hasta que se alcanza la temperatura (T11) de la lámina de acero a la salida del horno de calentamiento. Por tanto, en el caso de un coeficiente Z dependiente de la composición inferior a 700, una velocidad de calentamiento V calculada mediante la fórmula (9) puede estar limitada a 100° C/s o menos. En el caso de un coeficiente Z dependiente de la composición de 700 o mayor, una velocidad de calentamiento V puede estar limitada a 60° C/s o menos. El control de la velocidad de calentamiento V permite la producción de una lámina de acero galvanizada recocida que tiene una buena calidad de aspecto. El límite inferior de V no está especialmente limitado. No obstante, V se determina que es 30° C/s o mayor con el fin de mantener S en un valor predeterminado.

$$V = (T11 - T0) / t1 \dots\dots(9)$$

La fórmula (9) anterior, T0 es 420° C, T11(° C) es la temperatura de una lámina de acero a la salida de un horno de calentamiento y t1(s) es el tiempo de tratamiento desde una posición inicial de una temperatura T0 a la salida del horno de calentamiento.

Un procedimiento de producción de una lámina de acero galvanizada recocida en la presente invención se muestra como ejemplo en la FIG. 7.

5 Una lámina de acero 2 recocida en un horno de recocido 6 se galvaniza sobre la superficie de la lámina de acero 2 mediante inmersión en un baño de galvanización caliente (recipiente) 8. Una lámina de acero 2A galvanizada por inmersión en caliente se calienta hasta la temperatura máxima alcanzable en un horno de calentamiento 9, se enfría lentamente en un horno de foso 10 y después se enfría rápidamente en una zona de enfriamiento rápida 11, produciéndose de este modo una lámina de acero galvanizada recocida 24. Se puede realizar un enfriamiento forzado para una cantidad predeterminada de tiempo en el horno de foso 10. Un ejemplo de un patrón de calor en el procedimiento de producción de una lámina de acero galvanizada recocida se muestra a la derecha en la FIG. 7. Una lámina de acero 2 se sumerge en un baño galvanizante caliente (recipiente) 8. Primero se genera una fase de aleación de Fe-AL (capa de barrera A2) durante la inmersión de la lámina de acero 2 y la fase de aleación forma una barrera contra una reacción de aleación entre Fe y Zn. Una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente 2A extraída del baño galvanizante caliente (recipiente) se calienta hasta una temperatura máxima alcanzable en un horno de calentamiento 9 después de enfriar durante un procedimiento de control de una cantidad de capa galvanizante por inmersión en caliente. En el procedimiento de calentamiento se determina una fase inicial de una aleación de Fe-Zn. Una estructura en una capa galvanizada recocida se determina mediante difusión de Fe y Zn en un procedimiento de enfriamiento en un horno de foso 10.

20 En la FIG. 8 se muestra un ejemplo de una realización de un patrón térmico de una lámina de acero galvanizada recocida en la presente invención.

25 Una lámina de acero galvanizada mediante inmersión en caliente (una temperatura T0) galvanizada mediante inmersión en caliente de una lámina de acero de una temperatura (Tin) en un baño de galvanización se calienta hasta una temperatura T11 de la lámina de acero en un horno de calentamiento. La lámina de acero galvanizada mediante inmersión en caliente se enfría lentamente en un horno de foso dividido en dos hornos. La lámina de acero galvanizada mediante inmersión en caliente se introduce en el primer horno de foso a una temperatura T12 después de su extracción del horno de calentamiento, después se enfría desde una temperatura T12 a una temperatura T21 en un sistema de enfriamiento (una zona de enfriamiento). Se puede obviar el procedimiento de enfriamiento.

30 La lámina de acero galvanizada mediante inmersión en caliente se enfría hasta una temperatura T0 en una zona de enfriamiento rápido después de enfriar lentamente hasta una temperatura T22 en el segundo horno de foso.

35 Como resultado de las investigaciones de la relación entre un valor de integración de la temperatura S en la presente invención y una estructura de una capa galvanizada recocida, los inventores han encontrado que el valor de integración de la temperatura S satisface las fórmulas 7) y(8), es decir $Z = 1300 \times (\%Si - 0,03) + 1000 \times (\%Mn - 0,15) + 35000 \times (\%P - 0,01) + 1000 \times (\%C - 0,003)$ y $850 + Z \leq S \leq 1350 + Z$, un patrón térmico se regula en las condiciones en las que una velocidad de calentamiento V calculada mediante la Fórmula (9) está limitada a 100° C/s o menos en el caso de un coeficiente Z dependiente de la composición inferior a 700 y una velocidad de calentamiento V está limitada a 60° C/s o menos en el caso de un coeficiente Z dependiente de la composición de 700 o más, y, por tanto, la capa galvanizada recocida puede convertirse sustancialmente en una estructura que incluye una fase ζ que tiene las propiedades necesarias del producto una excelente calidad del aspecto.

45 En la realización, el valor de integración de la temperatura S se calcula a partir de la concentración de Fe, el anterior t1 a t4 se determina mediante una velocidad lineal ((LS), y (T11 - T12) se determina a partir de las condiciones del horno de foso. T11 y T22 se determinan en base a los valores anteriores y Δt. Si un horno de foso no tiene una zona de enfriamiento, Δt en la Fórmula anterior (6) es cero.

50 Un concepto de valor de integración de la temperatura S en la presente invención se describe a continuación. Un coeficiente de difusión D y una distancia de difusión X en una capa galvanizada recocida se puede expresar en las siguientes fórmulas (10) y (11), respectivamente.

$$D = D0 \times \exp(-Q / R \cdot T) \dots\dots\dots(10)$$

55 $X = \sqrt{D \cdot t} \dots\dots\dots(11)$

60 En el presente documento, D es el coeficiente de difusión, D0 es la constante, Q es la energía de activación para la difusión, R es la constante gaseosa, T es la temperatura, X es la distancia de difusión y t es el tiempo.

La Fórmula (10) anterior se ha aproximado por la expansión de Taylor y se obtiene $D \propto (A + B \cdot T)$.

La Fórmula (12) siguiente se obtiene sustituyendo la D obtenida para la fórmula (11).

65 $X \propto \sqrt{(A \cdot t + B \cdot T \cdot t)} \dots\dots\dots(12)$

Como deriva de la Fórmula (12), ya que una distancia de difusión X puede representar la concentración de Fe en una capa galvanizada recocida, un valor de integración de la temperatura añadidos los valores obtenidos multiplicando un tiempo (t) por una temperatura (T) se refiere a la concentración de Fe en la capa galvanizada recocida.

A continuación en el presente documento se muestra un ejemplo de un procedimiento de determinación en condiciones de aleación en la presente invención.

El procedimiento de determinación en las condiciones de aleación usa el procedimiento siguiente, Se calcula la relación entre el valor de integración de la temperatura S anterior y la concentración de Fe en una capa galvanizada recocida. Una correlación entre un grado de aleación y una temperatura (T11) de una lámina de acero a la salida de a horno de calentamiento, es decir $T11 = f \{ \text{grado de aleación (concentración de Fe), grado de acero, peso del recubrimiento, velocidad lineal de la tira de acero, espesor de la lámina de acero} \}$, deriva de la relación anterior y una expresión computada para calcular un valor de integración de la temperatura S. La temperatura (T11) de una lámina de acero a la salida de a horno de calentamiento siempre se calcula automáticamente para optimización en función de cada parámetro. Una cantidad de entrada de calor en el horno de calentamiento se controla para mantener la temperatura óptima calculada de la lámina de acero a la salida del horno de calentamiento

<Obtención de muestra de datos>

(i) Se calculan los valores mínimos de los valores de integración de la temperatura S de un grado predeterminado correspondientes a cada condición (calidad del acero, peso del recubrimiento, velocidad lineal de la tira de acero, espesor de la lámina de acero) y, después, se obtienen los coeficientes de influencia de las calidades de acero correspondientes a la temperatura óptima de la lámina de acero a la salida del horno de calentamiento.

(ii) Se calcula la correlación entre un valor de integración de la temperatura S y una concentración de Fe (grado de aleación) in un capa galvanizada recocida variando la temperatura de una lámina de acero a la salida del horno de calentamiento, $S = f (\% \text{ de Fe en una capa galvanizada recocida})$.

En la FIG. 9 se muestra como ejemplo la relación entre una concentración de Fe en una capa galvanizada recocida y un valor de integración de la temperatura S en la presente invención en condiciones en las que la cantidad en % en masa es 0,01% de Si, 0,01% de Mn, 0,005% de P y 0,001% de C en una lámina de acero IF.

En la FIG. 10 se muestra como ejemplo la relación entre una concentración de Fe en una capa galvanizada recocida y un valor de integración de la temperatura S en la presente invención en condiciones en las que la cantidad en % en masa es 0,03% de Si, 0,15% de Mn, 0,02% de P y 0,003% de C en una lámina de acero de alta resistencia. Como se muestra en las FIG. 9 y 10, la relación entre un valor de integración de la temperatura S y la concentración de Fe en una capa galvanizada recocida varía dependiendo de los elementos y la composición en una lámina de acero.

Un coeficiente Z dependiente de la composición es un coeficiente que corrige la relación entre un valor de integración de la temperatura S y la concentración de Fe en una capa galvanizada recocida de acuerdo con diferentes elementos y composiciones en una lámina de acero. De acuerdo con esto, un valor de S se puede corregir añadiendo un coeficiente Z dependiente de la composición calculado mediante la fórmula (7) a un valor de S anterior de acuerdo con las condiciones de diferentes elementos y composiciones en una lámina de acero.

Como se ha indicado anteriormente, en las FIG. 9 y 10 existe una correlación entre la concentración de Fe en una capa galvanizada recocida y un valor de integración de la temperatura S de una lámina de acero IF o una lámina de acero de alta resistencia que tiene una masa por unidad de área (peso del recubrimiento) de 40 a 50 mg / m². Por tanto, una simple aproximación calculada usando la correlación anterior se representa mediante la Fórmula (a).

$$Fe \% = f(S) \dots\dots\dots(a)$$

Usando la Fórmula (a) se puede determinar el valor de integración de la temperatura S anterior mediante la Fórmula (b) de acuerdo con una concentración de Fe diana.

$$S = f(\text{concentración de Fe}) \dots\dots\dots(b)$$

(iii) Una fórmula de predicción de una temperatura (T22) de una lámina de acero a la salida de a horno de foso deriva de los datos reales.

La diferencia entre la temperatura (T11) de una lámina de acero a la salida de un horno de calentamiento y una temperatura (T22) de una lámina de acero a la salida de una temperatura de calentamiento calculada mediante regresión múltiple en base a los datos reales en las FIGS 9 y 10 se expresa en la fórmula (c).

$$T11 - T22 = f(\text{velocidad lineal de una tira de acero, espesor de una lámina de acero}) \dots\dots\dots(c)$$

Una lámina de acero normalmente se enfría mediante aproximadamente a 30 °C durante el enfriamiento en un horno de foso. No obstante, se puede determinar un patrón de temperatura incluyendo una disminución de la temperatura durante el enfriamiento de T12 - T21 en T11 - T22.

5 <Análisis de datos>

(iv) Las Fórmulas anteriores (b) y (c) se sustituyen en la fórmula siguiente (d) que se obtiene sustituyendo los valores reales en las FIGS. 9 y 10 en la fórmula (6) anterior de una fórmula definida de un valor de integración de la temperatura S. De este modo se deriva S = f (temperatura de una lámina de acero a la salida del horno de calentamiento, la velocidad lineal de una tira de acero, el espesor de una lámina de acero) y se pueden obtener las Fórmulas (d) y (e).

$$S = f(\text{velocidad lineal de una tira de acero, T11, T22}) \dots\dots\dots(d)$$

15 T11 = f(velocidad lineal de una tira de acero, espesor de una lámina de acero, concentración de Fe) \dots\dots\dots(e)

(v) Una correlación entre una masa por unidad de área (peso del recubrimiento) y la concentración de Fe es linear. Por tanto, la Fórmula (f) siguiente se puede obtener sustituyendo una concentración de Fe + α . Se calcula el Δ masa por unidad de área en la concentración de Fe de la Fórmula (b) después de un coeficiente de influencia α dependiendo de un peso del recubrimiento correspondiente a una temperatura de una lámina de acero a la salida de un horno de calentamiento.

25 T11 = f(velocidad lineal de una tira de acero, espesor de una lámina de acero, concentración de Fe, peso del recubrimiento) \dots\dots\dots(f)

En la fórmula (f), α es un gradiente de la correlación anterior, Δ masa por unidad de área es un incremento de una por unidad de área en base a un valor estándar.

(vi) La Fórmula (g) se puede obtener añadiendo un coeficiente de influencia de una calidad de acero correspondiente a una temperatura óptima de una lámina de acero a la salida de un horno de calentamiento calculado en (i) en la Fórmula (f). Un valor de T11 se determina de un modo tal que un valor de la V anterior no supere un valor predeterminado (60° C/s o 100° C/s) seleccionado de acuerdo con un coeficiente Z dependiente de la composición.

35 T11 = f(velocidad lineal de una tira de acero, espesor de una lámina de acero, concentración de Fe, peso del recubrimiento, calidad de acero) \dots\dots\dots(g)

40 La temperatura (T11) de una lámina de acero a la salida de un horno de calentamiento se determina usando la Fórmula (g) en base al valor de integración de la temperatura S determinado anteriormente. En consecuencia, una cantidad de entrada de calor en un horno de calentamiento se puede controlar para mantener una temperatura(T11) constante de una lámina de acero a la salida del horno de calentamiento de acuerdo con el espesor de una lámina de acero, una velocidad lineal de una tira de acero, la masa por unidad de área, el grado de aleación (concentración de Fe) y/o la calidad del acero.

En lo sucesivo en el presente documento se describe un flujo control en la realización de la presente invención. El primer ordenador transmite la calidad del acero, el tamaño de una lámina de acero, los límites superior e inferior del peso del recubrimiento y la clasificación del grado de aleación al segundo ordenador. El segundo ordenador calcula los términos a excepción de un término de influencia de una velocidad lineal (LS) de una tira de acero usando una fórmula de control de una temperatura de una lámina de acero a la salida de un horno de calentamiento de inducción(IH) y después lo transmite a una unidad de control.

55 La unidad de control calcula una temperatura de una lámina de acero a la salida del IH incluyendo el término de influencia anterior de la velocidad lineal (LS) de una tira de acero y determina una potencia eléctrica de salida del IH. Además, la unidad de control transmite valores fijados de temperaturas de una lámina de acero a la entrada y a la salida del IH, los valores reales de las temperaturas, un valor real de una potencia eléctrica y similares al segundo ordenador.

60 El segundo ordenador inspecciona una calidad de aleación usando la diferencia entre un valor real de una temperatura (T11) de una lámina de acero a la salida del IH y un valor fijado de una temperatura de una lámina de acero a la salida del IH calculada por el segundo ordenador. El segundo ordenador transmite los valores fijados de las temperaturas de una lámina de acero a la entrada y a la salida del IH, los valores reales de las temperaturas, el valor real de la potencia eléctrica y similares al segundo ordenador. El primer ordenador suspende automáticamente una bobina de calidad "no buena" inspeccionada por el segundo ordenador. El primer ordenador registra cada valor real en una base de datos.

Como se ha descrito anteriormente, una lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente se calienta hasta una temperatura (T11) a la salida de un horno de calentamiento de una temperatura máxima alcanzable, enfriando lentamente en un horno de foso, y realizando un tratamiento de aleación en condiciones de que un valor de integración de la temperatura S calculado por la Fórmula (6) satisface la Fórmula (8), es decir $850 + Z \leq S \leq 1350 + Z$, usando un coeficiente Z dependiente de la composición calculado por la Fórmula (7), y, de este modo, se puede producir con eficiencia una lámina de acero galvanizada recocida de un grado de aleación bajo en la presente invención.

A continuación se describe una película de óxido a base de Mn-P formada en una lámina de acero galvanizada recocida de un grado de aleación bajo.

En la presente invención se forma una Película de óxido a base de Mn-P como una película dura lubricante sobre la superficie de una lámina de acero con el fin de mejorar la propiedad de deslizamiento de una lámina de acero galvanizada recocida de un grado de aleación bajo y prevenir el descascarillado en el conformado. Como se muestra en la FIG. 6, se encuentra que la propiedad de deslizamiento mejora significativamente formando una pequeña cantidad de película de óxido.

Se mezcla una solución acuosa que incluye P con el fin de mejorar la adhesividad y la capacidad de formar películas de una película de óxido. En virtud del procedimiento de formación de películas, la capacidad de formar películas y la lubricidad mejoran ya que se forma una película de óxido a base de Mn-P y una estructura de la película de óxido a base de Mn-P se convierte en homogénea. Por tanto, mejoran el conformado y la tratabilidad en conversión química. Dado que una película de óxido a base de Mn-P es una película vítrea similar a una película de cromato, la adhesión de una capa galvanizada recocida a los moldes en el conformado se suprime y aumenta la propiedad de deslizamiento. Además, dado que película de óxido a base de Mn-P se puede disolver en una solución de un tratamiento de conversión química, se puede formar fácilmente una película química sobre la película de óxido a base de Mn-P, al contrario que una película de cromato. Dado que la película de óxido a base de Mn-P se incluye en la película química como componente, la película de óxido a base de Mn-P no daña el efecto mediante la disolución en una solución de un tratamiento de conversión química y tiene una buena tratabilidad en conversión química.

Una estructura de una película de óxido a base de Mn-P no está clara y se considera que la estructura está formada principalmente por redes de enlaces Mn-O y P-O. Se supone que los radicales OH, los radicales CO₂ y similares en la red están incluidos parcialmente y se forma una gran molécula amorfa parcialmente sustituida por metales suministrados por una capa galvanizada recocida.

Por ejemplo, como procedimiento para formar la película de óxido anterior existe un procedimiento de inmersión de la lámina de acero en una solución acuosa preparada a partir de una solución acuosa que incluye Mn, una solución acuosa que incluye P y un agente auxiliar para el grabado (ácido sulfúrico etc.), un procedimiento de pulverizar la solución acuosa y un procedimiento de electrólisis con fabricación de un cátodo de la lámina de acero en la solución acuosa. Mediante los procedimientos se puede formar una película de óxido deseable.

Una cantidad de película de óxido a base de Mn-P puede incluir 5 mg / m² o más de Mn con el fin de obtener una buena conformabilidad. No obstante, si la cantidad de Mn es superior a 100 mg / m², la película química no se forma de un modo uniforme. Por tanto, la cantidad óptima es 5 mg / m² o más y 100 mg / m² o menos de Mn. Particularmente, una lámina de acero galvanizada recocida de un grado de aleación bajo tiene una buena propiedad de deslizamiento incluso si la cantidad de la película de óxido de Mn-P es inferior. La razón no está clara y una capa formada mediante una reacción de una capa galvanizada recocida de un bajo contenido en Fe y Mn es el modo más eficaz de mejorar la propiedad de deslizamiento. Por tanto, es preferible que la cantidad de recubrimiento de Mn sea de 5 a 70 mg / m². Cuando la cantidad del recubrimiento de P es 3 mg / m² o más de P y es conforme a la cantidad mezclada de una solución acuosa que incluye P y similares, la capacidad de formar películas del óxido de Mn mejora y se desarrolla como efecto una propiedad de deslizamiento mejor. No obstante, no es preferible que la tratabilidad en conversión química se deteriore si la cantidad del recubrimiento de P es superior a 500 mg / m². Por tanto, es preferible que la cantidad de recubrimiento de P sea de 3 a 200 mg / m².

Se puede producir una lámina de acero galvanizada recocida que tiene resistencia a la desintegración en polvo y propiedad de deslizamiento (resistencia al descascarillado) y una excelente tratabilidad en conversión química y soldabilidad por puntos formando una película de óxido a base de Mn-P como película dura lubricante sobre una lámina de acero galvanizada recocida de un grado de aleación bajo.

60 Ejemplos

Los ejemplos de la presente invención se describen con detalle.

(Galvanización por inmersión en caliente)

65

Láminas de acero que tienen cantidades diferentes de C, Si, Mn, P y Al en el acero se someten a una reducción y tratamiento de recocido durante 90 segundos a 800 °C en una atmósfera de 10% H₂-N₂. Las láminas de acero se galvanizan sumergiendo durante 3 segundos en un baño de galvanización en caliente de Zn a 460 °C, incluyendo 0,025% de Fe y 0,13% de Al. Además, el peso del recubrimiento se controla mediante un procedimiento de escurrimiento con gas para mantener un peso del recubrimiento constante de 45 g / m². La lámina de acero galvanizada por inmersión en caliente se calienta hasta una temperatura (T11) de una lámina de acero a la salida de un horno de calentamiento a la temperatura máxima alcanzable, y se somete a un tratamiento de aleación enfriando lentamente en un horno de foso. Las láminas de acero galvanizadas recocidas que tienen varios grados de aleación se preparan variando el valor de integración de la temperatura S calculado mediante la Fórmula (6) en el tratamiento de aleación

(Aspecto)

Las láminas de acero galvanizada recocidas se clasificaron a continuación mediante inspección visual: el aspecto uniforme es "bueno", el aspecto parcialmente no uniforme es "regular" y el aspecto totalmente no uniforme es "no bueno".

(Tratamiento de película de óxido)

El tratamiento siguiente se realiza con el fin de formar una película de óxido. La electrólisis de 7A/dm² se realiza durante 1,5 segundos usando una solución mixta a 30° C de una solución acuosa que incluye Mn, una solución acuosa que incluye P, ácido sulfúrico y carbonato de zinc como baño electrolítico; una lámina de acero a tratar como un cátodo; y un electrodo de Pt como un ánodo. La lámina de acero que se va a tratar se lava con agua, se seca y se sumerge en una solución mixta controlando la concentración de una solución acuosa que incluye Mn, una solución acuosa que incluye P, ácido sulfúrico y carbonato de zinc; la temperatura de la solución mixta; y el periodo de inmersión, y, de este modo, se forma una película de óxido.

(Estructura de una capa galvanizada recocida)

La medición del área es un círculo preciso de 15 mm de diámetro. Los picos de difracción se miden usando el procedimiento θ - 2θ . El tubo de rayos X es un tubo de Cu. El voltaje del tubo de rayos X es 50 kV. La corriente del tubo de rayos X es 250 mA.

Γ (2,59Å), δ_1 (2,13Å) y ζ (1,26Å) se midieron como las intensidades de los picos de difracción derivadas de las fases de aleación. Γ (2,59Å) (cps) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 2,59$ Å derivada de la fase Γ (Fe₃Zn₁₀) y la fase Γ_1 (Fe₅Zn₂₁). δ_1 (2,13Å) (cps) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 2,13$ Å derivada de la fase δ_1 (FeZn₇). ζ (1,261Å) (cps) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 1,26$ Å derivada de la fase ζ (FeZn₁₃). Dado que es difícil distinguir entre la fase Γ y la fase Γ_1 cristalográficamente, tanto la fase Γ como la fase Γ_1 se describen como la fase Γ en la presente invención.

Γ (2,59Å) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 2,59$ Å de la fase Γ .

δ_1 (2,13Å) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 2,13$ Å de la δ_1 .

ζ (1,26Å) es una intensidad de difracción de una espaciación interplanar $d = 1,26$ Å de la ζ .

(Resistencia a la desintegración en polvo)

Como muestras de ensayo se prepararon láminas de acero galvanizadas recocidas (GA) de 40 mm de anchura y 250 mm de longitud usando una prensa de craqueo y, después, se trabajaron de modo que tuvieran un radio de reborde por punción de 5 mm, un radio del reborde de troquel de 5 mm y una altura de la forma de 65 mm usando un troquel con perlas semiredondas de $r = 5$ mm. Después de procesar, las capas galvanizadas recocidas desprendidas se midieron y se clasificaron de acuerdo con los criterios de evaluación siguientes.

(Criterio de evaluación)

Una cantidad desprendidas de una capa galvanizada recocida de menos de 5 g / m² es muy buena, 5 g / m² o más y menos de 10 g / m² es buena, 10 g / m² o más y menos de 15 no es buena.

(Propiedad de deslizamiento)

Se mide la carga de tracción mediante ensayos que aplican a la superficie una presión de 100 a 600 kgf en las condiciones siguientes: el tamaño de la muestra es 17 mm × 300 mm, la velocidad de tracción es 500 mm / min, el "square beat shoulder" R es 1,0 / 3,0 mm, la longitud de deslizamiento es 200 mm, la lubricación es NOX-RUST 530F-40 (PARKER INDUSTRY, INC.), y la cantidad de lubricante es 1 g / m². Los coeficientes de fricción se obtienen a partir de las pendientes de la carga de tracción respecto a la presión de superficie. Los coeficientes de fricción obtenidos se clasificaron de acuerdo con el siguiente criterio de evaluación.

Criterio de evaluación

Un coeficiente de fricción de menos de 0,5 es muy bueno, de 0,5 o más y menos de 0,6 es bueno, 0,6 o más y menos de 0,8 es regular, 0,8 o más no es bueno.

5 (Tratabilidad en conversión química)

10 Se usó 5D5000 (NIPPON PAINT Co. Ltd.) como solución (un baño de tratamiento a base de cinc-ácido fosfórico-flúor) para los tratamientos de conversión química y se realizó un tratamiento de conversión química después de extraer el aceite y el acondicionamiento de la superficie de las láminas de acero galvanizadas recocidas del modo indicado. Se observaron las películas químicas usando SEM (imagen electrónica secundaria) para la siguiente clasificación de la trazabilidad en conversión química: las películas formadas uniformemente son "buenas", las películas formadas parcialmente son "regulares" y las películas no formadas son "no buenas".

15 (Soldabilidad por puntos)

20 La soldadura por puntos directa se realiza en las condiciones siguientes. Una presión de soldadura de 2,01 kN, un tiempo de soldadura de T_s de 25 cyc., T_{up} de 3 cyc., T_w de 8 cyc., T_h de 5 cyc., y T_o de 50 cyc, y un tipo de punta de DR6 en una forma esférica. Se midió el diámetro de una pepita variando la corriente de la soldadura por puntos directa. Una corriente en la que pepitas de $4\sqrt{td}$ o más se formaron cuando el espesor de la lámina de acero es t_d se midió como el límite inferior de la corriente, una corriente en la que se generó polvo se midió como el límite superior de la corriente y se calculó una corriente adecuada de la diferencia entre el límite superior de la corriente y el límite inferior de la corriente. Se realizó soldadura continua a un valor constante de la corriente d e 0,9 veces el límite superior de la corriente en las condiciones de soldadura anteriores tras verificar un intervalo de una corriente adecuada de 1 kA o más. Se midió un diámetro de la pepita y se midió el número de los puntos de la soldadura por puntos que tienen pepitas de diámetros de $4\sqrt{td}$ o menos. Los puntos de soldadura por puntos de 1000 o más son "buenos" y los puntos de soldadura por puntos de menos de 1000 son "no buenos".

30 Los resultados del ensayo de lo anterior se resumen como se muestra en la TABLA 1 y la TABLA 2. En la TABLA 1, la composición de cada lámina de acero fue la misma que la composición de C, Si, Mn, y P en el acero que se muestra en la FIG. 9, es decir, una composición típica de aceros IF. Se controló un valor de integración de la temperatura S , la cantidad de un recubrimiento de Mn y la cantidad de un recubrimiento de P para cada lámina de acero. Dado que las láminas de acero mostradas en la TABLA 1 son aceros blandos de una cantidad aditiva de elementos de aleación menor e incluyen los siguientes componentes: 0,01% de Si, 0,01% de Mn, 0,005% de P y 0,001% de C, y todos los valores de Z son -300 , Por tanto, todas las láminas de acero de los Ejemplos y de los Ejemplos comparativos son de aspecto uniforme. Como se muestra en la TABLA 1, todas las láminas de acero galvanizada recocidas de los Ejemplos en la presente invención tienen una excelente resistencia a la desintegración en polvo, resistencia al descascarillado (propiedad de deslizamiento), tratabilidad en conversión química y soldadura por puntos. No obstante, las láminas de acero galvanizada recocidas de los ejemplos comparativos que no satisfacen los requisitos descritos en la presente invención no presentaban suficiente resistencia a la desintegración en polvo, resistencia al descascarillado, tratabilidad en conversión química ni soldadura por puntos.

40 En la TABLA, se usaron láminas de acero que tienen varias composiciones de , Si, Mn, P en el acero y se controlaron el valor de integración de la temperatura S , la cantidad de recubrimiento de Mn y la cantidad de recubrimiento de P. Como se muestra en la TABLA 2, todas las láminas de acero galvanizada recocidas de los Ejemplos en la presente invención tenían una excelente calidad del aspecto, resistencia a la desintegración en polvo, resistencia al descascarillado (propiedad de deslizamiento), tratabilidad en conversión química y soldadura por puntos. No obstante, las láminas de acero galvanizada recocidas de los ejemplos comparativos que no satisfacen los requisitos descritos en la presente invención no presentaban suficientemente buena calidad del aspecto, resistencia a la desintegración en polvo, resistencia al descascarillado, tratabilidad en conversión química ni

50 soldadura por puntos.

TABLA 1

S	Concentración de Fe en la capa galvanizada recocida (%)	Temperatura a la salida del horno de calentamiento T11(°C)	Temperatura a la salida del horno de fosfo T22(°C)	r (2,59A) (cps)	ζ (1,26A) (cps)	Cantidad de recubrimiento de Mn (mg/m ²)	Cantidad de recubrimiento de P (mg/m ²)	Propiedad desizamiento	Resistencia a la desintegración en polvo	Tratabilidad en conversión química	Soldabilidad	Descripción
1 50 0	9	490	420	0	300	5	3	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
2 70 0	9,8	490	430	10	260	10	10	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
3 90 0	10,3	490	450	50	180	10	10	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
4 10 00	10,5	490	460	100	100	10	10	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
5 90 0	10,3	490	450	50	180	70	3	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
6 90 0	10,3	490	450	50	180	5	200	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
7 90 0	10,3	490	450	50	180	80	10	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
8 90 0	10,3	490	450	50	180	100	10	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
9 90 0	10,3	490	450	50	180	5	300	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
1 90 0	10,3	490	450	50	180	5	500	muy buena	muy buena	buena	buena	Ejemplo
0 0												
1 11 00	10,8	510	450	110	20	10	10	fair	fair	buena	buena	Ejemplo comparativo
1 40 0	8,8	470	420	0	350	10	10	muy buena	muy buena	buena	no buena	Ejemplo comparativo
2 0												
1 10 50	10,7	500	450	105	40	100	300	fair	buena	buena	buena	Ejemplo comparativo
1 90 4 0	10,3	490	450	50	180	110	10	muy buena	muy buena	fair	buena	Ejemplo comparativo
1 90 1 90 5 0	10,3	490	450	50	180	5	1100	muy buena	muy buena	fair	buena	Ejemplo comparativo

Las columnas que no entran dentro del alcance de la presente invención están subrayadas.

TABLA 2

C	Si	Mn	P	Al	X	Y	S	Concentraciones de Fe de la capa galvanizada reconocida	V	Temp. en la salida del horno de calentamiento (T1°C)	Temp. en la salida del horno de tiseo (T2°C)	f	ζ	Cantidad de recubrimiento (con lln (mg/m²)	Cantidad de recubrimiento con P (mg/m²)	uir. en el espesor de la capa galvanizada reconocida (%)	Cantidad del aspecto	Propiedad de desdoblamiento	Resistencia a la decoloración en polvo	Tratamiento en conexión química	Soldabilidad	Descripción
1	0,004	0,01	0,01	0,01	0,0001	681,1	1181,1	681	40	450	420	0	300	5	3	12	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
2	0,15	2	1	0,1	2	1558	8058	7558	50	630	450	0	300	5	3	14	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
3	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1570	60	670	460	0	300	5	3	15	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
4	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1770	45	580	450	0	300	5	3	14	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
5	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	620	430	10	260	10	10	13	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
6	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	60	630	450	30	100	10	10	19	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
7	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	2060	55	620	450	50	100	10	3	17	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
8	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	620	450	50	160	5	200	17	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
9	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	620	450	50	160	5	10	16	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
10	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	620	450	50	160	100	10	17	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
11	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	620	450	50	160	5	300	17	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
12	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	620	450	50	160	5	300	16	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
13	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	620	450	50	160	5	300	16	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
14	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6160	45	610	450	0	300	5	3	11	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
15	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6360	50	630	430	10	260	10	10	12	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
16	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	10	260	10	10	17	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
17	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	100	100	10	10	19	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
18	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	30	160	70	3	18	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
19	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	30	160	3	200	16	Buena	Muy buena	Buena	Buena	Ejemplo	
20	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	30	160	80	10	17	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
21	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	30	160	100	10	16	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
22	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	50	160	5	300	17	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
23	0,1	1	2	0,07	0,02	6156	6656	6560	55	650	450	50	160	5	300	16	Buena	Buena	Buena	Buena	Ejemplo	
24	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	2150	60	660	460	110	20	10	10	21	Regular	Regular	Buena	Buena	Ejemplo comparativo	
25	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1450	45	610	450	0	350	10	10	11	Buena	Muy buena	Buena	No buena	Ejemplo comparativo	
26	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	2110	60	660	460	105	40	100	300	17	Buena	Regular	Buena	Buena	Ejemplo comparativo	
27	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	650	450	50	160	110	10	16	Buena	Muy buena	Muy buena	Buena	Ejemplo comparativo	
28	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	650	450	50	160	5	1000	18	Regular	Muy buena	Muy buena	Buena	Ejemplo comparativo	
29	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	55	650	450	50	160	10	10	33	Regular	Muy buena	Muy buena	Buena	Ejemplo comparativo	
30	0,004	0,04	0,5	0,02	0,1	1564	2064	1970	70	620	450	50	160	10	10	62	No buena	Muy buena	Muy buena	Buena	Ejemplo comparativo	
31	0,1	1	2	0,21	0,1	15398	15898	15350	65	670	490	0	600	10	10	17	Buena	Regular	Muy buena	Buena	Ejemplo comparativo	

Columnas fuera del alcance de a presente invención se han subrayado
 $Z = 830 + 1300 \times (\% Si - 0,03) + 1000 \times (Mn - 0,15) + 35000 \times (\%P - 0,01) + 1000 \times (\% C - 0,003)$
 $Y = 1350 + 1300 \times (\% Si - 0,03) + 1000 \times (Mn - 0,15) + 35000 \times (\%P - 0,01) + 1000 \times (\% C - 0,003)$

Aplicabilidad industrial

5 La presente invención proporciona una lámina de acero galvanizada recocida que tiene resistencia al descascarillado y resistencia a la disgregación en polvo, una buena calidad del aspecto de la superficie, una excelente tratabilidad en conversión química y un procedimiento de producir la misma.

[Lista de símbolos de referencia]

- 10 2: LÁMINA DE ACERO
- 8: BAÑO GALVANIZANTE EN CALIENTE (RECIPIENTE)
- 9: HORNO DE CALENTAMIENTO
- 10: HORNO DE FOSO
- 11: ZONA DE ENFRIAMIENTO RÁPIDO
- 21: CAPA GALVANIZADA RECOCIDA (ALEACIÓN DE Zn-Fe)
- 15 24: LÁMINA DE ACERO GALVANIZADA RECOCIDA
- 25: LÁMINA DE ACERO GALVANIZADA RECOCIDA TRATADA MEDIANTE PELÍCULA DE ÓXIDO (LÁMINA DE ACERO GALVANIZADA RECOCIDA)
- 30: FASE ζ
- 31: FASE δ_1
- 20 32: FASE Γ
- 40: PELÍCULA DE ÓXIDO A BASE DE MN-P

REIVINDICACIONES

1. Una lámina de acero galvanizada recocida que comprende:

5 una lámina de acero (2);
Una capa galvanizada recocida (21); y
una película de óxido a base de Mn-P (40), en la que:

10 la lámina de acero (2) consiste en C, Si, Mn, P, Al y el resto está compuesto por Fe e impurezas inevitables;
una fase de aleación de Zn-Fe en la capa galvanizada recocida (21) se mide mediante difracción de rayos X.

en la que una valor de una intensidad de difracción Γ (2,59 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,59$ Å de fase Γ (32) dividida por la intensidad de difracción $\delta 1$ (2,13 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,13$ Å de la fase $\delta 1$ (31) es menor o igual a 0,1, y

15 una intensidad de difracción Γ (1,26 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 1,26$ Å de fase ζ (30) dividida por una intensidad de difracción $\delta 1$ (2,13 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,13$ Å de la fase $\delta 1$ (31) es mayor o igual a 0,1, y menor o igual a 0,4; y

la película a base de Mn-P (40) se forma usando de 5 a 100 mg / m² de Mn y de 3 a 500 mg / m² de P sobre la superficie de la capa galvanizada recocida (21).

20 2. La lámina de acero galvanizada recocida de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la lámina de acero (2) comprende el componente siguiente:

25 0,0001 a 0,3 % en masa de C;
0,01 a 4 % en masa de Si;
0,01 a 2 % en masa de Mn;
0,002 a 0,2 % en masa de P; y
0,0001 a 4 % en masa de Al.

30 3. La lámina de acero galvanizada recocida de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la capa galvanizada recocida (21) se mide mediante difracción de rayos X de la fase de aleación de Zn-Fe, en la que la intensidad de difracción Γ (2,51 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 2,59$ Å de la fase Γ (32) es menor o igual a 100 cps y la intensidad de difracción ζ (1,26 Å) correspondiente a una espaciación interplanar de $d = 1,26$ Å de la fase ζ (30) es mayor o igual a 100 cps y menor o igual a 300 cps.

35 4. La lámina de acero galvanizada recocida de acuerdo con la reivindicación 1, en la que una cantidad de Fe en la fase de aleación de Zn-Fe de la capa de acero galvanizada recocida (21) es mayor o igual a 9,0 y menos o igual a 10,5 % en masa.

40 5. Un procedimiento para producir una lámina de acero galvanizada recocida, comprendiendo los procedimientos:

realizar galvanización por inmersión en caliente de una lámina de acero (2);
formar una capa galvanizada recocida(21) usando un tratamiento de aleación de calentamiento en un horno de calentamiento (9), seguido de enfriamiento lento en un horno de foso (10) después de que la temperatura de la lámina de acero (2) alcanza la temperatura máxima alcanzable a la salida del horno de calentamiento (9); y
45 formar una película de óxido a base de Mn-P (40) que incluye Mn y P sobre una superficie de la capa galvanizada recocida (21),

en el que en el tratamiento de aleación
un valor de integración de la temperatura S se calcula mediante

$$50 \quad S = (T_{11} - T_0) \times t_1 / 2 + ((T_{11} - T_0) + (T_{12} - T_0)) \times t_2 / 2 \\ + ((T_{12} - T_0) + (T_{21} - T_0)) \times \Delta t / 2 + ((T_{21} - T_0) + (T_{22} - T_0)) \times t_3 / 2 \\ 55 \quad + (T_{22} - T_0) \times t_4 / 2$$

y
S satisface la fórmula $850 + Z \leq S \leq 1350 + Z$,
usando un coeficiente Z dependiente de la composición representado por

$$60 \quad Z = 1300 \times (\% \text{ Si} - 0,03) + 1000 \times (\text{Mn} - 0,15) + 35000 \times (\% \text{ P} - 0,01) \\ + 1000 \times (\% \text{ C} - 0,003)$$

65 donde T₀ es 420° C, T₁₁(° C) es la temperatura de la lámina de acero (2) en la salida del horno de calentamiento (9), T₁₂ (° C) es la temperatura de la lámina de acero (2) en la entrada de la zona de enfriamiento

5 en el horno de foso (10), T21 (° C) es una temperatura de la lámina de acero en la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso (10), T22 (° C) es una temperatura de la lámina de acero en la salida del horno de foso (10), t1 (s) es el tiempo de tratamiento desde una posición inicial de T0 a la salida del horno de calentamiento (9), t2(s) es un tiempo de tratamiento desde la salida del horno de calentamiento (9) a la entrada de la zona de enfriamiento en el horno de foso (10), Δt(s) es el tiempo de tratamiento desde la entrada de la zona de enfriamiento hasta la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso (10), t3(s) es el tiempo de tratamiento desde la salida de la zona de enfriamiento en el horno de foso (10) a la salida del horno de foso (10), t4(s) es el tiempo de tratamiento desde la entrada de la zona de templado a una posición final de T0 y % Si, % Mn, % P y %C son las cantidades (en % en mas) de los respectivos elementos en el acero; y
 10 la película a base de Mn-P (40) se forma usando de 5 a 100 mg / m² de Mn y de 3 a 500 mg / m² de P sobre la superficie de la capa galvanizada recocida (21).

6. El procedimiento para la lámina de acero galvanizada recocida de acuerdo con la reivindicación 5, en el que en el
 15 horno de calentamiento (9) para calentar la lámina de acero (2), una velocidad de calentamiento V calculada mediante $V = (T_{11} - T_0) / t_1$ se controla en unas condiciones de baja velocidad de calentamiento de menos o igual a 100° C/s, si Z es menor de 700, y se controla en unas condiciones de baja velocidad de calentamiento de menor o igual a 60 °C C/s, si Z es mayor o igual a 700.

7. El procedimiento para la lámina de acero galvanizada recocida de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la
 20 lámina de acero (2) incluye los componentes siguientes:

- 0,0001 a 0,3 % en masa de C;
- 0,01 a 4 % en masa de Si;
- 0,01 a 2 % en masa de Mn;
- 25 0,002 a 0,2 en masa de P; y
- 0,0001 a 4 % en masa de Al.

FIG. 1A

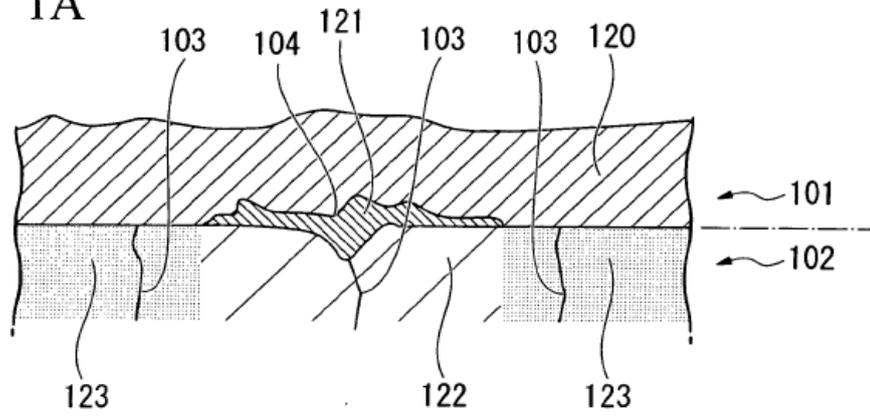


FIG. 1B

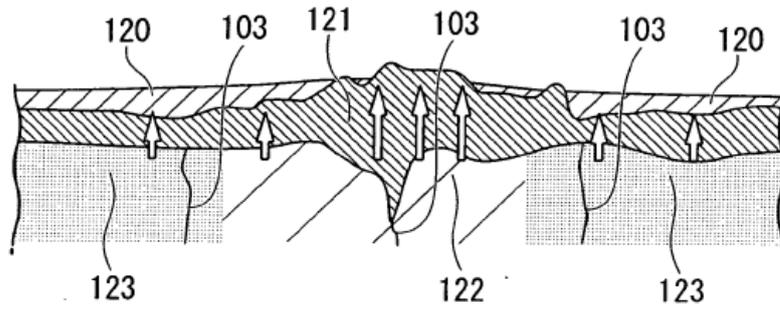


FIG. 1C

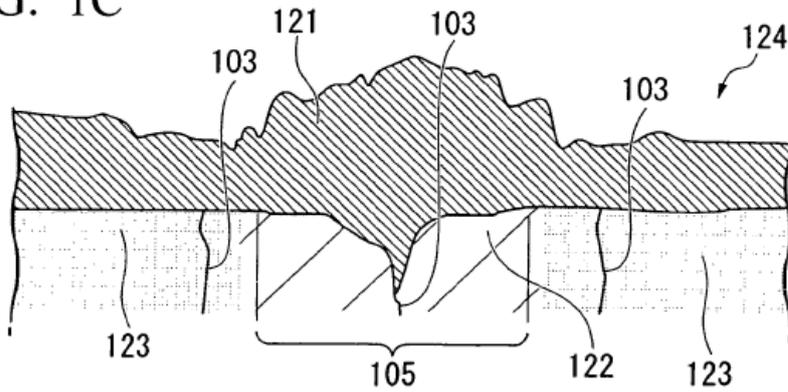


FIG. 2

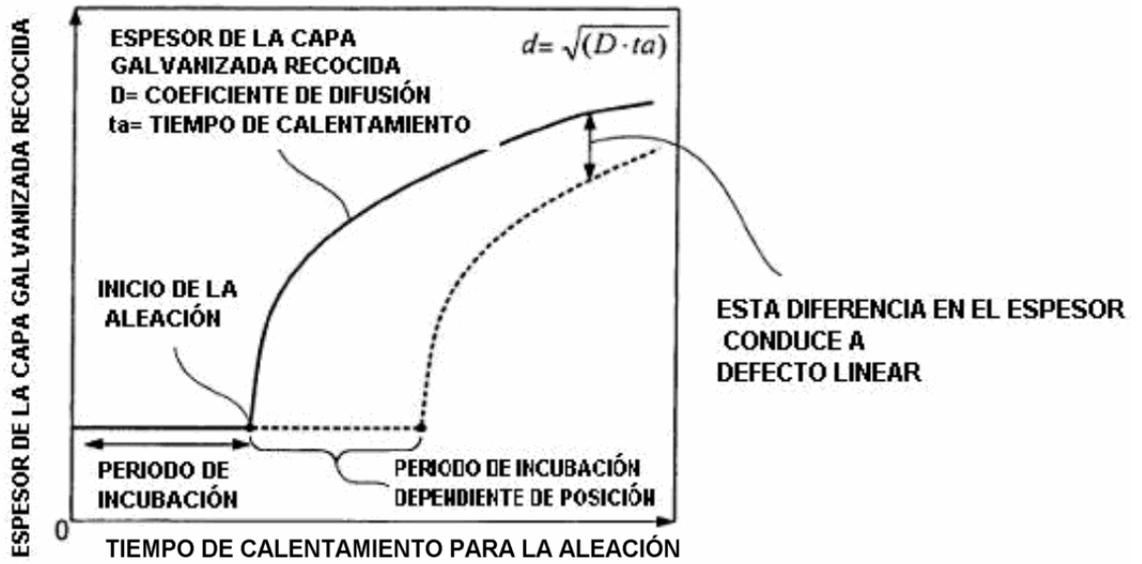


FIG. 3

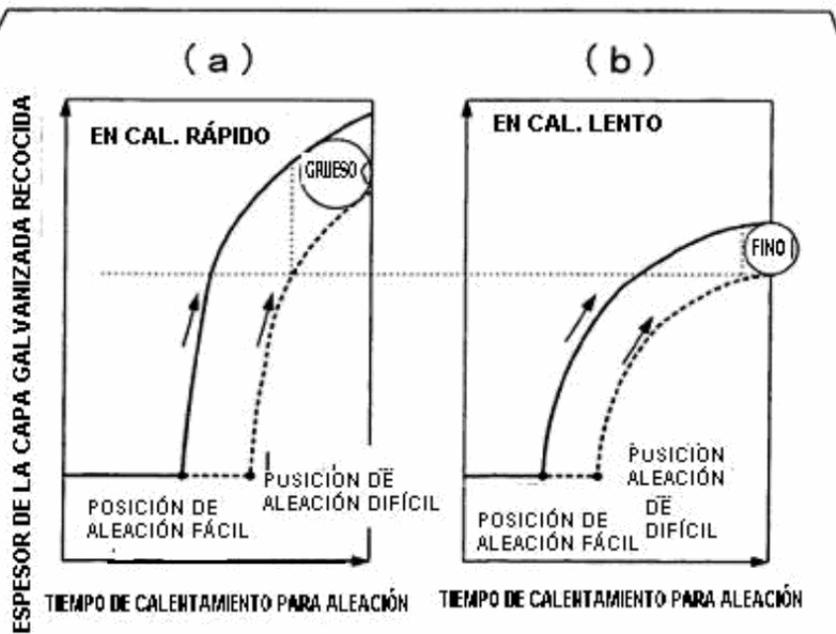


FIG. 4

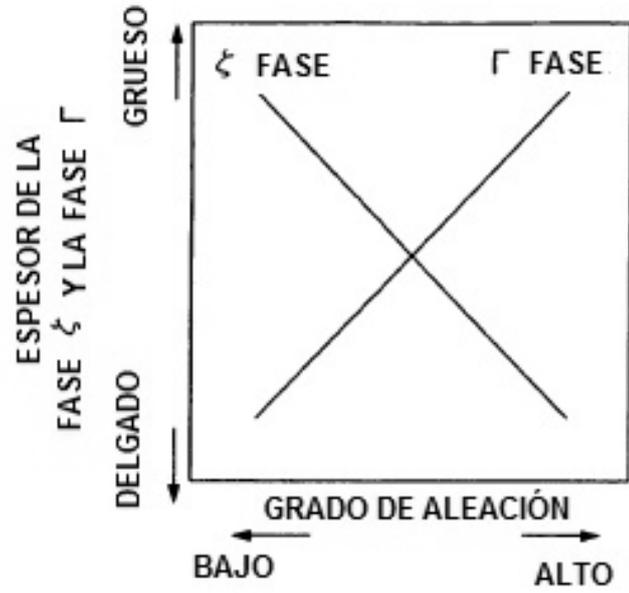


FIG. 5

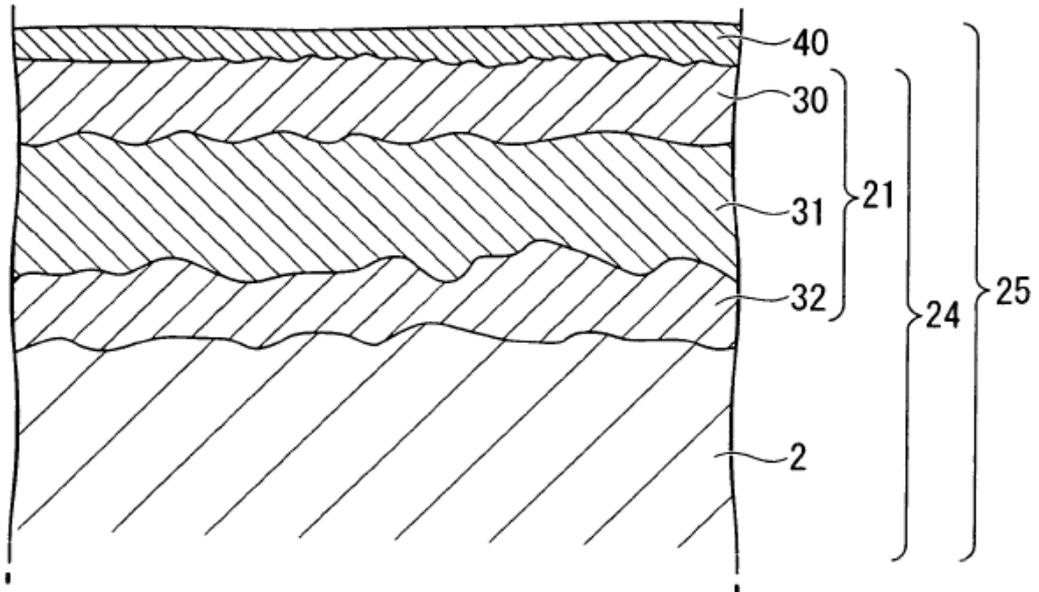


FIG. 6

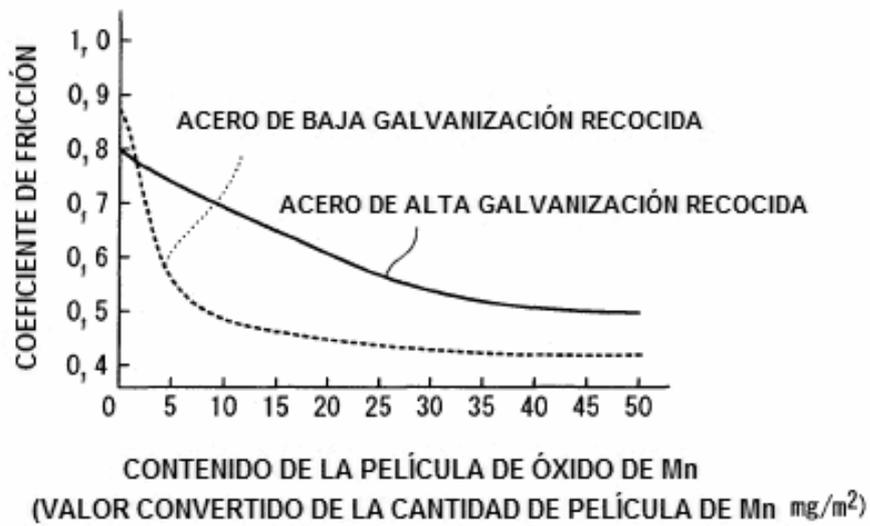
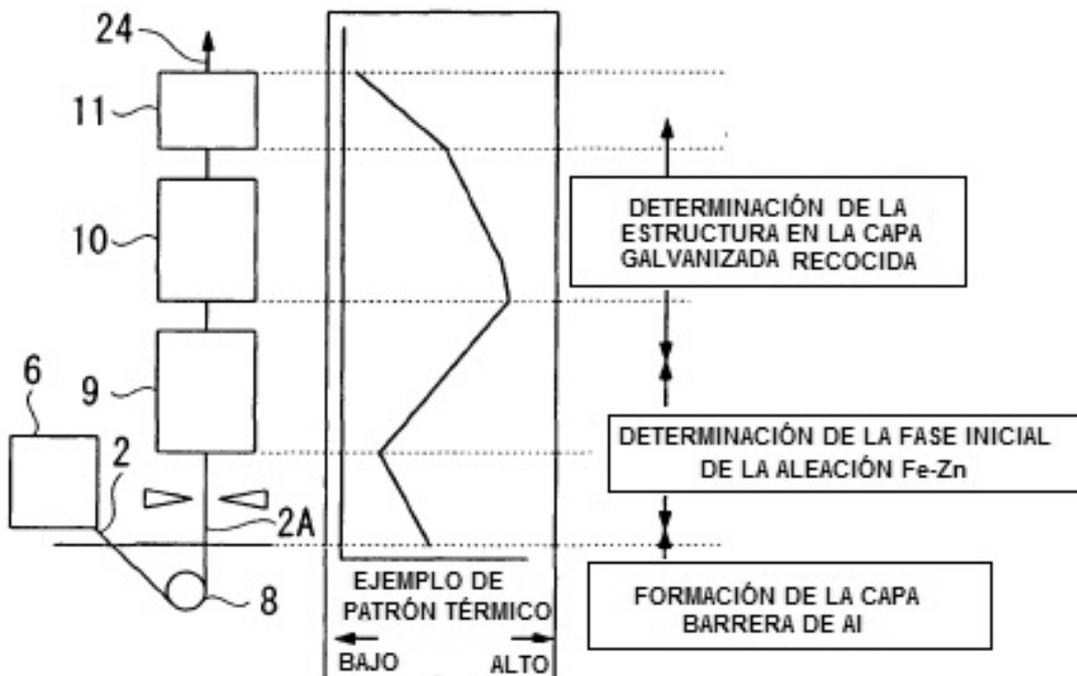


FIG. 7



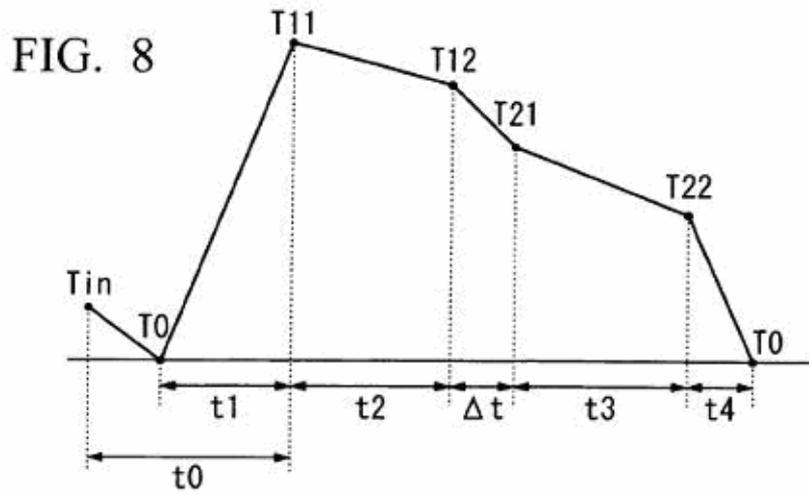


FIG. 9

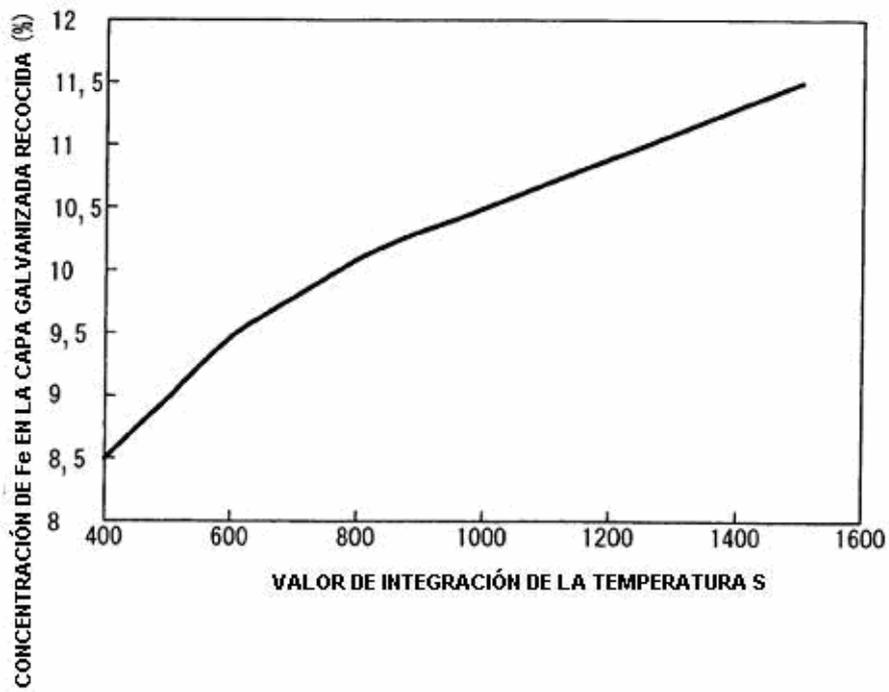


FIG. 10

