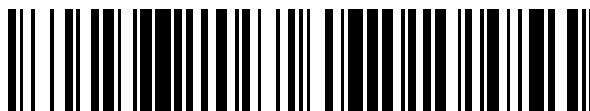


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 649**

51 Int. Cl.:

C21D 8/02 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01)
C22C 38/12 (2006.01)
C22C 38/58 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)
C23C 2/02 (2006.01)
C23C 2/06 (2006.01)
C23C 2/26 (2006.01)
C22C 38/06 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2005 E 05703854 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 1707645**

54 Título: **Chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros y método de producción de la misma**

30 Prioridad:

14.01.2004 JP 2004006999
14.01.2004 JP 2004007096

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.05.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

TANIGUCHI, HIROKAZU;
MATSUMURA, KENICHIRO;
HATTORI, TOSHIKI y
KATO, SATOSHI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 568 649 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

Chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros y método de producción de la misma

5 La presente invención se refiere a una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros y un método de producción de la misma.

10 En los últimos años, el mejor ahorro de combustible de los automóviles y un menor peso del chasis ha tenido una demanda creciente. Para reducir el peso, ha aumentado la necesidad de una chapa de acero de alta resistencia excelente en resistencia a la tracción y límite de elasticidad. Sin embargo, junto con el aumento de la resistencia, esta chapa de acero de alta resistencia se volvió difícil de moldear. En particular, los materiales de acero han perdido elongación. Por el contrario, recientemente, el acero TRIP (acero de austenita con alto valor residual) con alta resistencia y elongación se ha usado para los elementos del armazón de los automóviles.

15 Sin embargo el acero TRIP convencional contiene más de 1% de Si, de modo que surgen problemas como el de una difícil adherencia uniforme y una escasa capacidad de galvanización en caliente. Por esta razón, la chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con menos cantidad de Si y que contiene Al como alternativa se propuso en la patente de Japón n.º 2962038 (JP 05-271857 A) y JP 2003-105486 A. Sin embargo, la primera continúa teniendo un problema en la adherencia del baño debido a que el contenido de Si es una cantidad relativamente alta de 0,53% o más. Asimismo, la segunda reduce el contenido de Si o menos que 0,2% para mejorar la adherencia del baño, pero la austenita residual se construye en esta debido a la velocidad de enfriamiento relativamente alta, de modo que existió el problema de que la velocidad de enfriamiento no pudo controlarse de forma estable y por consiguiente la calidad del material se volvió inestable.

20 Asimismo, también hay unos pocos elementos que se trabajan por desbarbado para expandir la parte trabajada del agujero y formar una brida. Por consiguiente, se exige una chapa de acero que también tiene capacidad de expansión del agujero como característica importante. La chapa TRIP convencional que cumple con este requisito cambia de austenita residual a martensita luego de la transformación plástica inducida y tiene una gran diferencia de dureza de ferrita, de modo que existe el problema de una capacidad de expansión del agujero inferior. Además, debido a las demandas de los fabricantes de autos y fabricantes de electrodomésticos para hacer la chapa de acero resistente a la corrosión, se extendió la chapa de acero galvanizada en caliente. De este modo, varios fabricantes cambiaron de la chapa de acero laminada en frío convencional a la chapa de acero con superficie tratada. Las configuraciones de producción se volvieron necesarias, las cuales acortan los procesos de producción para permitir manejar órdenes de emergencia grandes y entrega rápida para la chapa de acero con superficie tratada, en particular la chapa de acero galvanizada en caliente. Sin embargo, en el caso del material recocido a alta temperatura o chapa de acero de alta resistencia para producir la chapa de acero galvanizada en caliente mencionada anteriormente, la productividad es baja debido al recocido a alta temperatura. Por consiguiente, en el caso de órdenes/producción de emergencia grande de chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente, existe el problema de que la producción se concentra en la línea de galvanización en caliente con un horno de recocido frente a esta y no puede manejarse.

35 Por otra parte, una línea de recocido continuo común para cocer el material de chapa de acero laminada en frío o chapa de acero electrogalvanizado generalmente tiene una alta velocidad y alta productividad. Independientemente de esto, existen problemas de que un cambio en la producción reduce la carga de producción como se explica anteriormente, a menudo no hay material ejecutado, y la línea de producción está inactiva. Por consiguiente hubo un serio problema con un exceso en la capacidad de producción.

40 JP 2003-105491 A describe una chapa de acero de alta resistencia y una chapa de acero galvanizado que tienen excelente plasticidad, y un método de producción para esto, donde la chapa de acero de alta resistencia y la chapa de acero galvanizado tienen una composición que contiene, en masa, C: 0,08 a 0,3%, Si: <0,2%, Mn: 0,8 a 2,8%, P: ≤0,03%, S: ≤0,03%, Al: 0,25 a 1,8%, Mo: 0,05 a 0,3% y N: ≤0,010%, y que además contienen uno o más metales que se seleccionan de Cu: ≤1,0%, Ni: ≤1,0% y Cr: ≤1,0%, y Fe de equilibrio con impurezas inevitables, y tienen cada uno una estructura metálica que contiene ferrita, ≥5% austenita retenida de ≥5%, y bainita.

45 La presente invención tiene como objetivo resolver los problemas convencionales mencionados anteriormente, y realizar una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros y un método de producción de la misma a escala industrial.

50 Los inventores se involucraron en los estudios exhaustivos sobre la chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros y un método de producción de la misma y como resultado descubrieron que mediante la optimización de los ingredientes del acero, es decir, reduciendo la cantidad de Si y usando Al como elemento alternativo, es posible mejorar la adherencia de la galvanización en caliente, que agregando Mo para proporcionarle al material propiedades superiores de resistencia y elongación, y enfriando al punto de transformación de martensita o menos antes del proceso de galvanización en caliente, luego calentando hasta la temperatura necesaria para el baño, es posible producir industrialmente acero estable en calidad e incluir la austenita residual y martensita templada y además mejorar la capacidad de expansión del agujero. Es decir, descubrieron que sometiendo la chapa de acero de los ingredientes designados en función del descubrimiento anterior

- al recocido por recristalización en el proceso de recocido continuo en el rango de dos fases ferrita/austenita, luego envejeciéndola de forma adecuada, enfriándola hasta el punto de transformación de martensita o menos, luego calentando hasta la temperatura necesaria para el baño para la galvanización en caliente, se obtiene una estructura metálica compuesta con ferrita como fase principal, con martensita templada en un área porcentual de 0,5% a 10%, con una fase generada a baja temperatura de austenita residual de un volumen porcentual de 7% o más, y con una fase de bainita y, además, se mejora la capacidad de expansión del agujero. Asimismo, en la realización del recocido por recristalización en la línea de recocido continuo y en la realización de la galvanización en caliente en la línea de galvanización en caliente continua, también pueden manejarse órdenes/producción de emergencia grande.
- El objeto anterior puede lograrse por los rasgos definidos en las reivindicaciones.
- Primero, se explicarán las razones para la limitación de los ingredientes y la estructura metálica de la chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente prescrita en la presente invención.
- C es un ingrediente esencial desde el punto de vista de asegurar la resistencia o como elemento básico para estabilizar la austenita, pero la cantidad agregada debe ajustarse en relación a la cantidad de Si según la aplicación. Cuando la resistencia a la tracción necesaria es una relativamente baja de aproximadamente 400 a 800 MPa y la ductilidad o galvanización en caliente está en tensión, junto a una baja cantidad de Si (por ejemplo, 0,2% o menos), la cantidad de C se ajusta a 0,08% a 0,3%, preferentemente 0,1 a 0,22%. Por el contrario, cuando una resistencia a la tracción necesaria es 600 MPa o más o además 900 MPa y simultáneamente debe darse viabilidad y debe proveerse la capacidad de galvanización en caliente que no obstruya el trabajo, junto con una alta cantidad de Si (por ejemplo, 0,2 a 1,0%), la cantidad de C se ajusta a 0,12 a 0,35%, preferentemente 0,15 a 0,25%.
- Si es un elemento eficaz para asegurar la resistencia, ductilidad, estabilizar la austenita y formar austenita residual. Si la cantidad de adición es grande, la capacidad de galvanización en caliente se deteriora, de modo que se agrega menos de 1,0%, pero la cantidad de adición debe ajustarse según la aplicación. Cuando la resistencia a la tracción necesaria es relativamente baja 400 a 800 MPa o similar y la ductilidad o capacidad de galvanización en caliente está en tensión, Si se agrega preferentemente a menos de 0,2%. Cuando la capacidad de galvanización en caliente está en tensión, es más preferible menos de 0,1%. Cuando una resistencia a la tracción necesaria es 600 MPa o más o además 900 MPa y simultáneamente debe darse viabilidad y debe proveerse la capacidad de galvanización en caliente que no obstruya el trabajo, la cantidad de Si se ajusta a 0,2% a menos de 1,0%. Para asegurar la capacidad de galvanización en caliente, la cantidad de Si es preferentemente 0,2% a menos de 0,5%.
- Mn es un elemento que debe agregarse desde el punto de vista de asegurar la resistencia y además retarda la formación de carburos y es un elemento necesario para la formación de austenita residual. Si Mn es menor que 0,8%, la resistencia no es satisfactoria. Asimismo, la formación de austenita residual se vuelve insuficiente y la ductilidad se deteriora. Además, si Mn es mayor que 3,5%, la martensita aumenta en vez de austenita residual y suscita un aumento de la resistencia. Debido a esto, la variación en el producto final se vuelve mayor. Asimismo, la ductilidad es insuficiente. Por consiguiente, el acero no puede usarse como material industrial. Por esta razón, el rango de Mn se ajustó a 0,8 a 3,5%.
- P se agrega según el nivel de resistencia necesaria como elemento que aumenta la resistencia de la chapa de acero, pero si la cantidad de adición es grande, segrega en el límite del grano, de modo que degrada la ductilidad local y simultáneamente degrada la soldabilidad, de modo que el valor límite superior de P se ajustó a 0,03%. Asimismo, S es un elemento que forma MnS y degrada la ductilidad local y soldabilidad. Es un elemento preferentemente no presente en el acero, de modo que el límite superior se ajustó a 0,03%.
- Mo forma perlita y reduce la austenita residual en menos de 0,05%. La adición de exceso de Mo a menudo provoca una caída en la ductilidad y deterioro de la convertibilidad química, de modo que el límite superior se ajustó a 0,35%. Preferentemente, la cantidad de adición de Mo se ajusta a 0,15% o menos para obtener un equilibrio alto de resistencia-ductilidad.
- Al es un elemento necesario para provocar austenita residual del mismo modo que Si. Se agrega para mejorar la adherencia del baño en lugar de Si, promueve la formación de ferrita, y suprime la formación de carburos de modo de estabilizar la austenita y simultáneamente actúa como elemento de desoxidante. La estabilización de austenita requiere la adición de 0,25% o más de Al. Por otra parte, incluso si Al se agrega en exceso, su efecto se satura y por el contrario el acero se debilita. Simultáneamente, se reduce la capacidad de galvanización en caliente. Por consiguiente, el límite superior se ajustó a 1,8%.
- N es un elemento incluido inevitablemente, pero cuando se incluye en una gran cantidad, no solo se deteriora el efecto de envejecido, sino también la cantidad de depósito de AlN aumenta y el efecto de adición de Al se reduce, de modo que se contiene preferentemente el 0,01% o menos. Asimismo, la reducción innecesaria de N aumenta el costo en el proceso de siderurgia, de modo que normalmente la cantidad de N se controla a 0,0020% o más.
- B se agrega en una cantidad de 0,0001 a 0,0030% como un elemento para mejorar la ductilidad local y capacidad de expansión del agujero, pero en caso de 0,0001% o menos, el efecto no puede exhibirse, mientras que en caso de 0,0030% o más, la elongación y adherencia del baño se deteriora.

Asimismo, en la presente invención, además de los ingredientes anteriores, es también posible agregar uno o más de Ti: 0,01 a 0,3%, Nb: 0,01 a 0,3%, V: 0,01 a 0,3%, Cu: 1% o menos, Ni: 1% o menos y Cr: 1% o menos. Ti, Nb, y V pueden agregarse para el fortalecimiento de la precipitación y para la mejora de la resistencia, pero en caso de 0,3% o más, la viabilidad se deteriora. Además, Cr, Ni, y Cu pueden también agregarse como elementos de fortalecimiento, pero en caso de 1% o más, la ductilidad y convertibilidad química se deteriora.

En la presente invención, a continuación, la estructura metálica explicada con referencia al método de producción es un requisito extremadamente importante.

Es decir, el mayor rasgo en la estructura metálica de la chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente según la presente invención es que el acero contiene, por área porcentual, 0,5% a 10% de martensita templada. Esta martensita templada se obtiene tomando la martensita formada en el proceso de enfriamiento luego del recocido continuo a 680 a 930°C y calentándola a 250 a 600°C, preferentemente 460 a 530°C, para una galvanización en caliente continua y templado. Si la cantidad de la martensita templada es inferior a 0,5%, no se observa ninguna mejora de la tasa de expansión del agujero, mientras que en caso de más de 10%, la diferencia de dureza entre las estructuras se vuelve demasiado grande y la viabilidad disminuye. Además, al asegurar, por volumen porcentual, 5% o más, preferentemente 7% o más, de austenita residual, la resistencia a la tracción x ductilidad mejora sorprendentemente. Asimismo, cuando la resistencia a la tracción necesaria es 600 MPa o más o además 900 MPa y simultáneamente debe darse viabilidad, la austenita residual es preferentemente 7% o más. Además, esta martensita templada, ferrita, bainita y, por volumen porcentual, 5% o más de austenita residual de la fase principal. Al incluir esto en la chapa de acero en un buen equilibrio, se cree que mejora la viabilidad y capacidad de expansión del agujero.

Luego, se explicará el método de producción de la chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente según la presente invención. Una losa con los ingredientes de acero mencionados anteriormente se lamina en caliente en condiciones normales, luego la chapa se enrolla a una temperatura de 400 a 750°C. La razón por la cual la temperatura de enrollado se realizó en el rango anterior de temperatura fue para cambiar la estructura luego del laminado en caliente a la perlita con una pequeña distancia de laminillas o una estructura mezclada de perlita y bainita, para facilitar la fundición de la cementita en el proceso de recocido, para suprimir la formación de incrustaciones, para mejorar la capacidad de descalcificación, para aumentar la fase dura, y mantener el laminado en frío de volverse difícil. Por consiguiente, el enrollado a baja temperatura en el rango de temperatura de 400 a 750°C es necesario.

La chapa de acero laminada en caliente así enrollada se lamina en frío en condiciones normales para obtener la chapa de acero laminada en frío. Luego, esta chapa de acero laminada en frío es la recristalización recocida en un rango de temperatura de dos fases coexistente de austenita y ferrita, es decir, un rango de temperatura de 680 a 930°C. Si la temperatura de recocido supera los 930°C, la estructura en la chapa de acero se vuelve una única fase de austenita y C en la austenita se vuelve dispersa, de modo que no es más posible hacer que la austenita residual estable se forme en el enfriamiento posterior. Por consiguiente, el límite superior de temperatura se ajustó a 930°C. Por otra parte, en caso de 680°C, debido al soluto insuficiente C, C de la austenita se vuelve insuficientemente concentrado y la relación de la austenita residual cae, de modo que el límite inferior de temperatura se ajustó a 680°C. La chapa de acero recocida anterior se enfría hasta el punto de transformación de martensita o menos. El medio de enfriamiento no se limita particularmente y puede ser cualquiera de enfriamiento por rociado de agua, enfriamiento por evaporación, enfriamiento por inmersión en agua o enfriamiento por chorros de gas. El recocido al enfriamiento al punto de transformación de martensita o menor, es necesario envejecer a una temperatura de 300 a 500°C. Este envejecido pretende transformar eficazmente la austenita a bainita para asegurar una fase de bainita, además transformar la martensita formada por el recocido a martensita templada, y concentrar C en la austenita residual para estabilización, de modo que es necesario mantener un rango de temperatura de 300 a 500°C durante 60 segundos a 20 minutos.

Asimismo, en la presente invención, el acero se envejece, luego se enfría hasta el punto de transformación de martensita o menos para asegurar la martensita. Cabe destacar que el punto de transformación de martensita M_s se encuentra por $M_s (^{\circ}C) = 561 - 471 \times C(\%) - 33 \times Mn(\%) - 17 \times Ni(\%) - 17 \times Cr(\%) - 21 \times Mo(\%)$.

La razón por la cual mejora la capacidad de expansión del agujero no es clara, pero se cree que por el recocido y enfriamiento al punto de transformación de martensita o menos, luego el calentamiento del acero a una baja temperatura para galvanización en caliente, el equilibrio de la dureza entre la estructura suave y la estructura dura mejora, la elongación local mejora, y por consiguiente mejora la capacidad de expansión del agujero.

Asimismo, en la presente invención, la chapa de acero enfriada hasta el punto de transformación de martensita o menos se decapa según sea necesario antes del pre-baño. Al realizar este decapado antes del pre-baño, la superficie de la chapa de acero puede activarse y la adherencia del baño del pre-baño puede mejorarse. Asimismo, los óxidos de Si, Mn, etc. formados en la superficie de la chapa de acero en el proceso de recocido continuo pueden retirarse para mejorar la adherencia en la posterior galvanización en caliente. Este decapado se realiza preferentemente en una solución de decapado que contiene de 2 a 20% de ácido clorhídrico durante 1 a 20 segundos. Cabe destacar que este decapado puede continuar con un baño ultrarrápido de Ni. Además, cuando el enfriamiento luego de la recristalización en el proceso de recocido continuo se enfría por cualquiera de estos medios de enfriamiento por rociado de agua, enfriamiento por evaporación, o enfriamiento por inmersión en agua, se necesita un proceso de decapado en el lado de salida del proceso de recocido continuo para retirar la película de óxido en la superficie de chapa de acero formada durante el recocido continuo o durante el enfriamiento, de modo que se provee una instalación de decapado en el lado

de salida de la instalación de recocido continuo. Por consiguiente, los óxidos de Si, Mn, etc. formados en la superficie de chapa de acero pueden retirarse simultáneamente con la remoción de la película del óxido en la superficie de chapa de acero para una mayor eficacia. De este modo, el proceso de decapado puede realizarse eficazmente por una instalación unida al proceso de recocido continuo, pero puede también realizarse por una línea de decapado provista por separado.

Asimismo, en la presente invención, para mejorar la adherencia del baño a la chapa de acero enfriada hasta el punto de transformación de martensita o menos, se prefiere pre-bañarla por uno o más de Ni, Fe, Co, Sn, y Cu a 0,01 a 2,0 g/m² por lado de la chapa de acero, preferentemente 0,1 a 1,0 g/m². Para el método de pre-baño, puede emplearse cualquiera de los métodos de electrodeposición, inmersión, y rociado del baño. Si la cantidad de baño depositado es menor que 0,01 g/m², no se obtiene el efecto de mejora de la adherencia por el pre-baño, mientras que si es mayor que 2,0 g/m², el costo aumenta, de modo que la cantidad de baño se ajustó a 0,01 a 2,0 g/m² por lado de la chapa de acero.

La chapa de acero así tratada luego se galvaniza en caliente, pero la chapa se pretrata preferentemente antes de este proceso de galvanización en caliente. Este pretratamiento significa un tratamiento para limpiar la superficie de la chapa de acero con un cepillo de molienda etc. Cabe destacar que este cepillo de molienda es preferentemente un cepillo que contiene partículas abrasivas. Una solución de limpieza usada es preferentemente agua tibia, una solución de soda cáustica o ambas.

Además, para permitir manejar órdenes/producción de emergencia incluso mayores, se prefiere que el proceso de recocido continuo existente y proceso de galvanización en caliente sean líneas separadas, pero la invención no se limita a esto. En el caso de líneas separadas, es también posible realizar un laminado templado u otra corrección de forma para corregir cualquier pérdida de forma de la chapa de acero en el horno de recocido continuo o desviar la chapa de acero a una línea de limpieza electrolítica para retirar suciedad etc. Además, también es posible predecir la calidad de antemano ya que las muestras del material pueden obtenerse entre el recocido continuo y la galvanización en caliente.

La chapa de acero así tratada se galvaniza luego por un proceso de galvanización en caliente. En este proceso de galvanización en caliente, la chapa de acero se calienta hasta una temperatura en la cual la superficie se activa o más, es decir, un rango de temperatura de 250 a 600°C. Cabe destacar que si se considera la diferencia de temperatura entre el baño de galvanización y chapa de acero, se prefiere un rango de temperatura de 460 a 530°C. Los medios de calentamiento no se limitan, pero se prefieren los tubos radiantes o calentamiento de inducción. Para permitir manejar órdenes/producción de emergencia incluso mayores, puede utilizarse el horno de calentamiento de una línea de galvanización en caliente continua existente. Además, la chapa de acero ya está recalentada por recristalización por el proceso de recocido continuo mencionado anteriormente, de modo que hay ventajas de que la chapa puede ejecutarse a una mayor velocidad que cuando se transfiere directamente del proceso de laminado en frío al proceso de galvanización en caliente y por consiguiente la productividad también mejora. Es preferible cuando se manejan órdenes/producción de emergencia grande.

Asimismo, la chapa de acero galvanizada obtenida por galvanización en tal proceso de galvanización en caliente puede además alearse en la capa de baño para hacer la estructura del baño densa y obtener una capa de baño dura y fuerte por tratamiento con calor en un rango de temperatura de 470 a 600°C para obtener una chapa de acero galvanizada y recocida en caliente. En particular, en la presente invención, por aleación, es posible controlar la concentración de Fe en la capa de baño a por ejemplo 7 a 15 % en masa.

Asimismo, en la presente invención, para mejorar la resistencia a la corrosión y viabilidad, la chapa de acero galvanizada en caliente o chapa de acero galvanizada y recocida en caliente producidas por el proceso anterior puede tratarse en su superficie por uno o más de tratamiento de cromado, recubrimiento de película inorgánica, conversión química o recubrimiento de película de resina.

Ejemplo 1

Las losas de acero obtenidas al fundir y moldear el acero que tienen las composiciones de los ingredientes mostrados en la Tabla 1 en un horno de fusión al vacío se recalentaron a 1200°C, luego se laminaron en caliente a una temperatura de 880°C y finalmente se laminaron para producir chapas de acero laminadas en caliente. Estas se enfriaron luego, se enrollaron a una temperatura de enrollado de 600°C, y se mantuvieron a esa temperatura durante 1 hora para el tratamiento de calor por enrollado. Las chapas de acero laminadas en caliente obtenidas se molieron para retirar la incrustación, se laminaron en frío por una tasa de reducción del 70%, luego se calentaron a una temperatura de 770°C usando un simulador de recalentado continuo, luego se mantuvieron a esa temperatura durante 74 segundos para el recalentado continuo. Luego, las chapas se enfriaron por 10°C/s a 450°C y se procesaron por dos métodos de producción, es decir, el método convencional y el método de la invención, para producir chapas de acero galvanizadas.

(1) Método convencional

Luego de enfriarse hasta 450°C, las chapas se galvanizaron en caliente y además se galvanizaron y recociéron en caliente a una temperatura de 500°C sin decapado o pre-baño, se enfriaron hasta una temperatura común, luego se laminaron por templado al 1% para obtener los productos finales. Las propiedades mecánicas, estructuras metálicas,

capacidades de expansión de agujeros, adherencias de baño y otras varias características de los productos se muestran en la Tabla 2 (método de producción i)).

(2) Método de la presente invención

5 Luego de enfriarse a 450°C, las chapas se mantuvieron a una temperatura de 400°C durante 180 segundos para un envejecido, luego se enfriaron hasta el punto de transformación de martensita o menos, se decaparon por 5% ácido clorhídrico, se pre-bañaron con Ni a 0,5 g/m² por lado de la chapa, se calentaron a una temperatura de 500°C, se galvanizaron en caliente y además se galvanizaron y recociéron, se enfriaron a una temperatura común, luego se laminaron por templado al 1% para obtener los productos finales. Las propiedades mecánicas, estructuras metálicas, capacidades de expansión de agujeros, adherencias de baño y otras varias características de los productos se muestran en la Tabla 3 (método de producción ii)).

Cabe destacar que los métodos de prueba y análisis de la resistencia a la tracción (TS), tasa de expansión del agujero, estructura metálica, austenita residual, martensita templada, adherencia del baño, y apariencia de baño que se muestran en la Tabla 2 y Tabla 3 fueron los siguientes:

. Resistencia a la tracción: Evaluada por la tensión de dirección L de JIS n.º 5 muestra de prueba de tensión.

15 Un TS de 540 MPa o más y un producto de TSxEl (%) de 18.000 MPa o más se consideró suficiente.

. Tasa de expansión del agujero: Norma de la Federación Japonesa del Hierro y el Acero, JFS T1001-1996

Se empleó el método de prueba de expansión de agujero. Un agujero perforado de 10 mmØ (diámetro interior de 10,3 mm, depuración de 12,5%) se expandió por una perforación cónica de vértice 60° en dirección con la fresa del agujero perforado en el exterior a una tasa de 20 mm/min.

20 Tasa de expansión de agujero: λ (%) = $(D - D_0) \times 100$

D: diámetro del agujero cuando la fractura pasa a través del espesor de la chapa (mm)

D₀: Diámetro inicial del agujero (mm)

Una tasa de expansión del agujero de 50% o más se consideró suficiente.

25 Estructura metálica: Observada con microscopio óptico, tasa de austenita residual medida por difracción de rayos X. Ferrita observada por decapado de Nital y martensita por decapado repelente.

30 Tasa de martensita templada: La martensita templada se cuantificó puliendo una muestra por decapado repelente (acabado de alúmina), sumergiéndola en una solución corrosiva (solución mezclada de agua pura, pirofosfito de sodio, etil alcohol, y ácido pícrico) durante 10 segundos, luego nuevamente puliéndola, enjuagándola y luego secando la muestra con aire frío. La estructura de la muestra seca se observó en una magnificación de 1000X y un área de 100 µm x 100 µm se midió por un aparato Luzex para determinar el % de área de la martensita templada. La Tabla 2 y Tabla 3 muestra en porcentaje de área de esta martensita templada como el "% de área de martensita templada".

35 Tasa de austenita residual: Una chapa de prueba se pulió químicamente hasta un espesor de 1/4 de su superficie. La austenita residual se cuantificó a partir de la resistencia integrada de los planos (200) y (210) de la ferrita por los rayos MoKa y la resistencia integrada de los planos (200), (220), y (311) de la austenita. Una tasa de austenita residual de 5% o más se consideró "buena". La Tabla 2 y Tabla 3 muestran este porcentaje de volumen de austenita residual como "γ residual vol%".

. Adherencia del baño: Evaluada desde el estado de descamación del baño de la parte doblada en el ensayo de flexión de 60°V.

Muy buena: Descamación del baño pequeño (ancho de descamación inferior a 3 mm)

40 Buena: Descamación ligera de alcance no supone un problema práctico (ancho de descamación de 3 mm a menos de 7 mm)

Regular: Cantidad considerable de descamación observada (ancho de descamación de 7 mm a menos de 10 mm)

Mala: Descamación extrema (ancho de descamación de 10 mm o más)

Una adherencia del baño de "muy buena" o "buena" se consideró suficiente.

45 . Apariencia de baño: Observación visual

Muy buena: Apariencia regular sin no baño o irregularidad

Buena: Apariencia sin no baño, irregular de un alcance que no supone un problema práctico

Regular: Apariencia irregular considerable

Mala: No baño y apariencia irregular considerable

Una apariencia de baño de "muy buena" o "buena" se consideró suficiente.

Tabla 1

Tipo acero	Elemento selectivo														Clase	
	C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	N	Cu	Ni	Cr	Nb	Ti	V		B
A	0.080	0.016	1.47	0.022	0.010	1.117	0.155	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0220	0.0300	0.0002	0.0001	Rango inv.
B	0.088	0.191	1.42	0.003	0.010	1.329	0.099	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0048	0.0002	0.0001	Rango inv.
C	0.098	0.069	2.80	0.007	0.010	0.552	0.140	0.003	0.0001	0.0002	0.0001	0.0280	0.0210	0.0002	0.0005	Rango inv.
D	0.109	0.052	1.29	0.030	0.002	0.540	0.235	0.004	0.2400	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.
E	0.133	0.026	2.56	0.002	0.010	0.852	0.050	0.003	0.0001	0.0002	0.4800	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.
F	0.135	0.187	0.80	0.004	0.013	0.854	0.168	0.004	0.0002	0.0001	0.0002	0.0440	0.0002	0.0002	0.0006	Rango inv.
G	0.136	0.072	1.91	0.001	0.012	1.504	0.111	0.002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0410	0.0002	0.0001	Rango inv.
H	0.195	0.029	2.44	0.026	0.023	1.017	0.300	0.005	0.0001	0.0002	0.0001	0.0340	0.0001	0.0220	0.0001	Rango inv.
I	0.184	0.128	1.38	0.027	0.019	0.840	0.102	0.002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0250	0.0230	0.0001	Rango inv.
J	0.190	0.100	2.32	0.017	0.009	0.302	0.061	0.002	0.0002	0.1920	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.
K	0.229	0.067	1.54	0.006	0.001	0.300	0.198	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0420	0.0330	0.0002	0.0005	Rango inv.
L	0.245	0.051	0.98	0.007	0.014	1.656	0.064	0.003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0640	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.
M	0.261	0.140	1.58	0.002	0.002	0.388	0.066	0.010	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0780	0.0002	0.0001	Rango inv.
N	0.288	0.169	1.59	0.004	0.011	0.912	0.123	0.002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0230	0.0250	0.0270	0.0005	Rango inv.
O	0.291	0.013	1.76	0.017	0.023	1.024	0.125	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0670	0.0001	Rango inv.
P	0.300	0.158	1.98	0.022	0.015	0.850	0.098	0.002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0270	0.0002	0.0220	0.0005	Rango inv.
Q	0.078	0.110	1.80	0.020	0.010	0.508	0.080	0.003	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Ej. comp.
R	0.324	0.100	2.00	0.020	0.020	0.070	0.124	0.001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0330	0.0290	0.0002	0.0005	Ej. comp.
S	0.138	0.320	1.60	0.020	0.010	0.896	0.140	0.004	0.0001	0.0002	0.0001	0.3300	0.0002	0.0002	0.0001	Ej. comp.
T	0.129	0.120	0.40	0.030	0.020	0.767	0.060	0.004	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.3800	0.0002	0.0001	Ej. comp.
U	0.141	0.180	3.20	0.015	0.022	0.702	0.134	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0038	Ej. comp.
V	0.134	0.040	1.70	0.030	0.020	0.185	0.080	0.004	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0410	0.0001	Ej. comp.
W	0.174	0.180	2.22	0.030	0.020	1.903	0.100	0.002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Ej. comp.
X	0.124	0.110	1.70	0.030	0.020	0.534	0.025	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0230	0.0280	0.0002	0.0005	Ej. comp.
Y	0.155	0.140	2.02	0.030	0.020	0.612	0.320	0.004	0.0002	0.0002	0.0001	0.0260	0.0002	0.0240	0.0005	Ej. comp.

Tabla 2/método de producción i)

Experimento n.º	Tipo acero	TS (MPa)	EL (%)	TSxEL	Volumen residual (%)	Área martensita templada (%)	Tasa expansión agujero (%)	Adherencia del baño	Apariencia del baño	Clase
1	A	562	34	19040	8.7	50.1	52	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
2	B	590	33	19437	7.9	50.1	50	Regular	Buena	Ej. comp.
3	C	603	33	19833	9.5	50.1	50	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
4	D	666	30	19950	5.1	50.1	48	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
5	E	607	34	20570	9.2	50.1	52	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
6	F	633	34	21488	11.5	50.1	51	Regular	Buena	Ej. comp.
7	G	621	35	21700	12.4	50.1	52	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
8	H	632	30	18900	5.1	50.1	50	Regular	Buena	Ej. comp.
9	I	646	34	21930	12.4	50.1	50	Buena	Muy buena	Ej. comp.
10	J	625	34	21182	9.8	50.1	50	Regular	Buena	Ej. comp.
11	K	702	28	19628	9.9	50.1	47	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
12	L	686	29	19865	9.4	50.1	47	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
13	M	714	27	19224	5.2	50.1	47	Buena	Muy buena	Ej. comp.
14	N	796	26	20670	12.5	50.1	45	Buena	Muy buena	Ej. comp.
15	O	634	33	20856	13.2	50.1	50	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
16	P	816	26	21190	12.4	50.1	45	Buena	Muy buena	Ej. comp.
17	Q	525	26	13598	2.3	50.1	45	Buena	Muy buena	Ej. comp.
18	R	796	19	15105	8.5	50.1	30	Regular	Buena	Ej. comp.
19	S	619	20	12380	6.4	50.1	48	Mala	Mala	Ej. comp.
20	T	515	26	13364	2.2	50.1	45	Buena	Muy buena	Ej. comp.
21	U	770	19	14592	5.4	50.1	21	Regular	Mala	Ej. comp.
22	V	502	31	15531	2.3	50.1	51	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
23	W	614	28	17192	8.9	50.1	53	Mala	Regular	Ej. comp.
24	X	531	35	18550	1.5	50.1	56	Regular	Buena	Ej. comp.
25	Y	691	25	17225	2.1	50.1	41	Regular	Regular	Ej. comp.

Tabla 3/método de producción ii)

Experimento n.º	Tipo acero	f _s (MPa)	EL (%)	TSxEL	Volumen residual (%)	Área martensita templada (%)	Tasa expansión agujero (%)	Adherencia del baño	Apariencia del baño	Clase
1	A	545	37	20388	9.7	4.7	64	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
2	B	566	36	20186	8.5	4.3	60	Buena	Muy buena	Ej. inv.
3	C	579	35	20249	10.4	7.5	61	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
4	D	646	33	21319	5.7	4.5	60	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
5	E	583	37	21397	9.9	6.2	63	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
6	F	608	36	21901	12.5	4.0	62	Buena	Muy buena	Ej. inv.
7	G	602	39	23191	13.9	7.6	64	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
8	H	607	32	19658	5.5	9.1	60	Buena	Muy buena	Ej. inv.
9	I	620	36	22351	13.5	6.4	60	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
10	J	606	37	22674	11.0	7.0	62	Buena	Muy buena	Ej. inv.
11	K	674	30	20379	10.7	5.4	58	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
12	L	659	31	20244	10.2	3.5	58	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
13	M	693	30	20570	5.8	5.3	58	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
14	N	764	28	21458	13.5	5.6	56	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
15	O	609	35	21290	14.4	6.3	60	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
16	P	792	29	22637	13.9	6.6	56	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
17	Q	504	28	14152	2.5	4.2	55	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
18	R	764	20	15390	9.3	10.5	38	Buena	Muy buena	Ej. comp.
19	S	600	22	13209	7.2	5.0	60	Buena	Buena	Ej. comp.
20	T	494	28	13883	2.4	0.9	55	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
21	U	739	20	14887	5.9	10.3	27	Buena	Buena	Ej. comp.
22	V	487	34	16605	2.6	4.6	62	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
23	W	589	30	17825	9.6	6.8	65	Buena	Buena	Ej. comp.
24	X	510	37	18912	1.6	3.2	68	Buena	Buena	Ej. comp.
25	Y	670	27	17762	2.4	10.2	51	Buena	Buena	Ej. comp.

Ejemplo 2

Las losas de acero obtenidas fundiendo y moldeando los aceros de A, I, y P del rango de ingredientes de la presente invención descrita en la Tabla 1 se recalentaron hasta 1200°C, luego se laminaron en caliente a una temperatura de 880°C para el laminado final para obtener chapas de acero laminadas en caliente. Las chapas de acero se enrollaron a una temperatura de enrollado de 600°C, y se mantuvieron a esa temperatura durante 1 hora para el tratamiento de calor por enrollado. Las chapas de acero laminadas en caliente obtenidas se descalcificaron por molienda y laminado en frío por una tasa de reducción de 70%, luego se calentaron hasta una temperatura de 770°C usando un simulador de recocido continuo y se mantuvieron a esa temperatura durante 74 segundos para obtener el recocido continuo, se enfriaron por 10°C/s a 450°C, luego se envejecieron manteniéndolas a una temperatura de 400°C durante 180 segundos, luego se enfriaron hasta el punto de transformación de martensita o menos. Estas chapas de acero se sometieron a los siguientes tipos de experimentos:

Experimento 1 (ejemplo de invención): decapado de 5% de ácido clorhídrico, pre-baño Ni a 0,5 g/m2

Experimento 2 (ejemplo de invención): sin decapado, pre-baño de Ni a 0,5 g/m2

Experimento 3 (ejemplo comparativo): decapado de 5% de ácido clorhídrico, pre-baño Ni a 0,005 g/m2

Experimento 4 (ejemplo comparativo): decapado de 5% de ácido clorhídrico, sin pre-baño de Ni

Experimento 5 (ejemplo de invención): sin decapado, sin pre-baño de Ni

Luego de esto, las chapas se molieron con cepillo correspondiente a la limpieza de la superficie en el lado de entrada de la línea de galvanización en caliente continua, luego se calentaron hasta una temperatura de 500°C para galvanización en caliente y además galvanización y recocido en caliente, se enfriaron hasta una temperatura regular, luego se laminaron por templado al 1% para obtener los productos finales. Las características de las adherencias de baño y apariencias de baño de los productos se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4/diferencias en condiciones de decapado y pre-baño

Experimento n.º	Tipo de acero	Adherencia baño	Apariencia baño	Clase
[1]	A	Muy buena	Muy buena	Ei. inv.
[2]	A	Muy buena	Buena	Ei. inv.
[3]	A	Regular	Regular	Ei. comp.
[4]	A	Regular	Mala	Ei. comp.
[5]	A	Muy buena	Buena	Ei. inv.
[1]	I	Muy buena	Muy buena	Ei. inv.
[2]	I	Muy buena	Buena	Ei. inv.
[3]	I	Regular	Mala	Ei. comp.
[4]	I	Mala	Mala	Ei. comp.
[5]	I	Buena	Buena	Ei. inv.
[1]	P	Muy buena	Muy buena	Ei. inv.
[2]	P	Muy buena	Buena	Ei. inv.
[3]	P	Regular	Mala	Ei. comp.
[4]	P	Mala	Mala	Ei. comp.
[5]	P	Buena	Buena	Ei. inv.

En el Ejemplo 1, los ejemplos de invención de la Tabla 3 se mejoran en la capacidad de expansión del agujero debido al aumento en martensita templada en comparación con los ejemplos comparativos de los mismos números de experimento de la Tabla 2. Asimismo, el decapado y pre-baño mejoran la adherencia del baño y apariencia de baño. Los ejemplos comparativos de la Tabla 3 mejoran en adherencia del baño y apariencia de baño por el decapado y pre-baño, pero los ingredientes están fuera del alcance de la presente invención, de modo que TS, TSxEI, y la tasa de expansión del agujero no alcanzan los valores suficientes.

En las diferencias en las condiciones de decapado y pre-baño del Ejemplo 2, del Experimento 1, Experimento 2, y Experimento 5, el pre-baño mejora en gran medida la adherencia del baño y apariencia de baño y, además, el decapado se realiza preferentemente antes del pre-baño. Del Experimento 3, si la cantidad de pre-baño es pequeña, no se produce ningún efecto. Del Experimento 4, con solo el decapado, las propiedades en cambio se deterioran. La razón por la cual con solo el decapado, la adherencia del baño y apariencia de baño en cambio se deterioran es que la superficie está demasiado activada y se calienta por el proceso de calentamiento de la galvanización en caliente continua en ese estado, de modo que los óxidos de Si, Mn, etc. de la chapa de acero se forman en la superficie de la chapa de acero y degradan la capacidad de baño.

Ejemplo 3

Las losas de acero obtenidas al fundir y moldear el acero que tienen las composiciones de los ingredientes mostrados en la Tabla 5 en un horno de fusión al vacío se recalentaron a 1200°C, luego se laminaron en caliente a una temperatura de 880°C y finalmente se laminaron para producir chapas de acero laminadas en caliente. Estas se

enfriaron luego, se enrollaron a una temperatura de enrollado de 600°C, y se mantuvieron a esa temperatura durante 1 hora para el tratamiento de calor por enrollado. Las chapas de acero laminadas en caliente obtenidas se molieron para retirar la incrustación, se laminaron en frío por una tasa de reducción del 70%, luego se calentaron a una temperatura de 770°C usando un simulador de recalentado continuo, luego se mantuvieron a esa temperatura durante 74 segundos para el recalentado continuo. Luego, las chapas se enfriaron por 10°C/s a 450°C y se procesaron por dos métodos de producción, es decir, el método convencional y el método de la invención, para producir chapas de acero galvanizadas.

(1) Método convencional

Luego de enfriarse hasta 450°C, las chapas se galvanizaron en caliente y además se galvanizaron y recocieron en caliente a una temperatura de 500°C sin decapado o pre-baño, se enfriaron hasta una temperatura común, luego se laminaron por templado al 1% para obtener los productos finales. Las propiedades mecánicas, estructuras metálicas, capacidades de expansión de agujeros, adherencias de baño y otras varias características de los productos se muestran en la Tabla 6 (método de producción i)).

(2) Método de la presente invención

Luego de enfriarse a 450°C, las chapas se mantuvieron a una temperatura de 400°C durante 180 segundos para un envejecido, luego se enfriaron hasta el punto de transformación de martensita o menos, se decaparon por 5% ácido clorhídrico, se pre-bañaron con Ni a 0,5 g/m² por lado de la chapa, se calentaron a una temperatura de 500°C, se galvanizaron en caliente y además se galvanizaron y recocieron, se enfriaron a una temperatura común, luego se laminaron por templado al 1% para obtener los productos finales. Las propiedades mecánicas, estructuras metálicas, capacidades de expansión de agujeros, adherencias de baño y otras varias características de los productos se muestran en la Tabla 7 (método de producción ii)).

Cabe destacar que los métodos de prueba y análisis de la resistencia a la tracción (TS), tasa de expansión del agujero, estructura metálica, austenita residual, martensita templada, adherencia del baño, y apariencia de baño que se muestran en la Tabla 6 y Tabla 7 fueron los siguientes:

. Resistencia a la tracción: Evaluada por la tensión de dirección L de JIS n.º 5 muestra de prueba de tensión.

Un TS de 540 MPa o más y un producto de TSxEI (%) de 18.000 MPa o más se consideró suficiente.

. Tasa de expansión del agujero: Norma de la Federación Japonesa del Hierro y el Acero, JFS T1001-1996

Se empleó el método de prueba de expansión de agujero. Un agujero perforado de 10 mmØ (diámetro interior de 10,3 mm, depuración de 12,5%) se expandió por una perforación cónica de vértice 60° en dirección con la fresa del agujero perforado en el exterior a una tasa de 20 mm/min.

Tasa de expansión del agujero: λ (%) = $\{D-Do\} \times 100$

D: diámetro del agujero cuando la fractura pasa a través del espesor de la chapa (mm)

Do: Diámetro inicial del agujero (mm)

Una tasa de expansión del agujero de 50% o más se consideró suficiente.

. Estructura metálica: Observada con microscopio óptico, tasa de austenita residual medida por difracción de rayos X. Ferrita observada por decapado de Nital y martensita por decapado repelente.

. Tasa de martensita templada: La martensita templada se cuantificó puliendo una muestra por decapado repelente (acabado de alúmina), sumergiéndola en una solución corrosiva (solución mezclada de agua pura, pirofosfito de sodio, etil alcohol, y ácido pícrico) durante 10 segundos, luego nuevamente puliéndola, enjuagándola y luego secando la muestra con aire frío. La estructura de la muestra seca se observó en una magnificación de 1000X y un área de 100 µm x 100 µm se midió por un aparato Luzex para determinar el % de área de la martensita templada. La Tabla 6 y Tabla 7 muestra en porcentaje de área de esta martensita templada como el "% de área de martensita templada".

. Tasa de austenita residual: Una chapa de prueba se pulió químicamente hasta un espesor de 1/4 de su superficie. La austenita residual se cuantificó a partir de la resistencia integrada de los planos (200) y (210) de la ferrita por los rayos MoKa y la resistencia integrada de los planos (200), (220), y (311) de la austenita. Una tasa de austenita residual de 5% o más se consideró "buena". La Tabla 6 y Tabla 7 muestran este porcentaje de volumen de austenita residual como "γ residual vol%".

. Adherencia del baño: Evaluada desde el estado de descamación del baño de la parte doblada en el ensayo de flexión de 60°V.

Muy buena: Descamación del baño pequeña (ancho de descamación inferior a 3 mm)

Buena: Descamación ligera de alcance no supone un problema práctico (ancho de descamación de 3 mm a menos de

7 mm)

Regular: Cantidad considerable de descamación observada (ancho de descamación de 7 mm a menos de 10 mm)

Mala: Descamación extrema (ancho de descamación de 10 mm o más)

Una adherencia del baño de muy buena o buena se consideró suficiente.

5 . Apariencia de baño: Observación visual

Muy buena: Apariencia regular sin no baño o irregularidad

Buena: Apariencia sin no baño e irregular de un alcance que no supone un problema práctico

Regular: Apariencia irregular considerable

10 Mala: No baño y apariencia irregular considerable Una apariencia de baño de "muy buena" o "buena" se consideró suficiente.

Tabla 5

Tipo acero	Elemento opcional																	Clase
	C	Si	Mn	P	S	Al	Mo	N	Cu	Ni	Cr	Nb	Ti	V	B			
A	0.120	0.46	1.39	0.029	0.020	0.64	0.07	0.003	0.0000	0.0001	0.0000	0.0220	0.0250	0.0002	0.0001	Rango inv.		
B	0.183	0.42	1.37	0.002	0.010	1.72	0.09	0.003	0.0003	0.0000	0.0002	0.0290	0.0002	0.0002	0.0005	Rango inv.		
C	0.187	0.56	3.45	0.023	0.003	1.44	0.11	0.002	0.0002	0.0002	0.0000	0.0002	0.0310	0.0002	0.0001	Rango inv.		
D	0.198	0.25	2.57	0.011	0.012	0.99	0.32	0.003	0.0160	0.0210	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.		
E	0.209	0.26	1.60	0.016	0.012	1.66	0.30	0.001	0.0002	0.0001	0.0003	0.0260	0.0380	0.0002	0.0005	Rango inv.		
F	0.221	0.32	1.72	0.020	0.024	1.26	0.25	0.002	0.0003	0.0003	0.0004	0.0002	0.0002	0.0300	0.0001	Rango inv.		
G	0.223	0.20	3.50	0.018	0.030	0.58	0.07	0.002	0.0002	0.0250	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.		
H	0.225	0.53	2.34	0.021	0.013	1.42	0.13	0.003	0.0003	0.0002	0.0004	0.0270	0.0002	0.0330	0.0001	Rango inv.		
I	0.253	0.80	1.46	0.017	0.012	1.60	0.11	0.010	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0250	0.0210	0.0001	Rango inv.		
J	0.253	0.30	2.80	0.022	0.004	0.81	0.05	0.000	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0005	Rango inv.		
K	0.296	0.49	3.15	0.019	0.019	0.77	0.19	0.003	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.		
L	0.299	0.29	1.20	0.025	0.000	1.30	0.28	0.000	0.0003	0.0004	0.0000	0.0220	0.0240	0.0110	0.0001	Rango inv.		
M	0.309	0.45	1.32	0.022	0.026	0.90	0.35	0.003	0.0001	0.0003	0.0320	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	Rango inv.		
N	0.324	0.23	2.87	0.014	0.004	1.39	0.10	0.000	0.0003	0.0000	0.0002	0.0002	0.0240	0.0002	0.0001	Rango inv.		
O	0.336	0.44	2.19	0.006	0.001	0.76	0.30	0.000	0.0004	0.0000	0.0002	0.0260	0.0002	0.0190	0.0005	Rango inv.		
P	0.350	0.70	2.88	0.022	0.022	0.25	0.29	0.000	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0270	0.0005	Rango inv.		
Q	0.110	0.60	2.18	0.018	0.023	1.04	0.13	0.001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0410	0.0002	0.0001	Ej. comp.		
R	0.390	0.30	1.59	0.026	0.011	1.68	0.33	0.002	0.0000	0.0003	0.0002	0.0230	0.3800	0.0002	0.0005	Ej. comp.		
S	0.222	0.81	2.77	0.005	0.004	1.66	0.19	0.003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.3500	0.0001	Ej. comp.		
T	0.317	0.38	0.71	0.025	0.005	0.64	0.19	0.001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0220	0.0260	0.0001	Ej. comp.		
U	0.293	0.23	3.70	0.016	0.011	0.86	0.12	0.002	0.0002	0.0002	0.0002	0.3600	0.0220	0.0002	0.0005	Ej. comp.		
V	0.186	0.27	1.73	0.002	0.025	0.23	0.10	0.003	0.0001	0.0001	0.0003	0.0280	0.0002	0.0250	0.0001	Ej. comp.		
W	0.261	0.26	1.32	0.006	0.018	1.83	0.20	0.001	0.0001	0.0000	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0036	Ej. comp.		
X	0.244	0.24	3.07	0.014	0.006	1.18	0.04	0.001	0.0002	0.0003	0.0000	0.0220	0.0290	0.0002	0.0001	Ej. comp.		
Y	0.155	0.54	2.06	0.024	0.007	0.74	0.37	0.003	0.0001	0.0000	0.0004	0.0002	0.0002	0.0330	0.0005	Ej. comp.		

Tabla 6/método de producción i)

Exp. n.	Tipo acero	TS (MPa)	EL (%)	TSxEL	Vol y res. (%)	Área mart. temp. (%)	Tasa exp. aguj. (%)	Adherencia del baño	Apariencia del baño	Clase
1	A	601	35	21035	9.5	≤0.1	55	Regular	Regular	Ej. comp.
2	B	666	33	21978	7.5	≤0.1	52	Regular	Regular	Ej. comp.
3	C	768	30	23040	11.4	≤0.1	48	Regular	Mala	Ej. comp.
4	D	770	26	20020	7.2	≤0.1	45	Buena	Buena	Ej. comp.
5	E	813	27	21951	7.3	≤0.1	45	Buena	Buena	Ej. comp.
6	F	807	25	20175	7.9	≤0.1	43	Buena	Buena	Ej. comp.
7	G	795	26	20670	8.1	≤0.1	45	Regular	Regular	Ej. comp.
8	H	827	28	23156	13.5	≤0.1	46	Buena	Regular	Ej. comp.
9	I	845	27	22815	12.7	≤0.1	46	Mala	Mala	Ej. comp.
10	J	874	22	19228	7.1	≤0.1	41	Buena	Buena	Ej. comp.
11	K	856	26	22256	10.0	≤0.1	45	Regular	Regular	Ej. comp.
12	L	954	21	20034	7.2	≤0.1	41	Buena	Buena	Ej. comp.
13	M	938	21	19698	7.1	≤0.1	41	Regular	Regular	Ej. comp.
14	N	924	23	21252	10.2	≤0.1	41	Regular	Regular	Ej. comp.
15	O	965	20	19300	8.2	≤0.1	41	Buena	Buena	Ej. comp.
16	P	944	23	21712	11.5	≤0.1	42	Regular	Mala	Ej. comp.
17	Q	585	30	17550	3.2	≤0.1	48	Regular	Mala	Ej. comp.
18	R	984	18	17712	6.8	≤0.1	38	Regular	Regular	Ej. comp.
19	S	1025	17	17425	8.2	≤0.1	38	Mala	Mala	Ej. comp.
20	T	557	31	17267	2.1	≤0.1	47	Buena	Regular	Ej. comp.
21	U	875	20	17500	7.4	≤0.1	37	Regular	Regular	Ej. comp.
22	V	662	25	16550	1.2	≤0.1	44	Buena	Buena	Ej. comp.
23	W	826	21	17346	10.2	≤0.1	39	Regular	Mala	Ej. comp.
24	X	722	23	16606	1.2	≤0.1	40	Buena	Buena	Ej. comp.
25	Y	615	24	14760	0.2	≤0.1	39	Regular	Regular	Ej. comp.

Tabla 7/método de producción ii)

Exp. n.º	Tipo acero	TS (MPa)	EL (%)	TSxEL	Vol y res. (%)	Área mart. temp. (%)	Tasa exp. aguj. (%)	Adherencia del baño	Apariencia del baño	Clase
1	A	586	38	22150	10.5	4.3	67	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
2	B	629	35	22015	8.1	4.5	63	Muy buena	Buena	Ej. inv.
3	C	741	32	23345	12.2	8.8	60	Buena	Buena	Ej. inv.
4	D	751	28	21081	7.9	8.4	56	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
5	E	768	29	21988	7.9	5.8	55	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
6	F	779	26	20442	8.5	6.0	53	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
7	G	775	28	21766	8.9	9.1	55	Buena	Buena	Ej. inv.
8	H	782	30	23195	14.6	7.3	56	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
9	I	815	28	23117	13.6	5.0	57	Buena	Buena	Ej. inv.
10	J	852	24	20247	7.8	8.5	50	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
11	K	809	28	22294	10.8	9.7	55	Buena	Buena	Ej. inv.
12	L	921	22	20299	7.7	5.9	50	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
13	M	915	23	20742	7.8	6.4	51	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
14	N	873	24	21288	11.0	9.4	51	Buena	Buena	Ej. inv.
15	O	931	21	19556	8.8	8.2	50	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
16	P	920	25	22863	12.7	9.6	52	Buena	Buena	Ej. inv.
17	Q	553	32	<u>17580</u>	<u>3.5</u>	6.6	58	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
18	R	950	19	<u>17947</u>	7.3	<u>10.8</u>	<u>47</u>	Buena	Buena	Ej. comp.
19	S	999	18	18349	9.0	8.7	<u>48</u>	Buena	Buena	Ej. comp.
20	T	<u>526</u>	33	<u>17296</u>	<u>2.3</u>	4.0	58	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
21	U	844	21	<u>17732</u>	7.9	<u>11.0</u>	<u>46</u>	Buena	Buena	Ej. comp.
22	V	645	27	<u>17427</u>	<u>1.3</u>	5.5	54	Muy buena	Muy buena	Ej. comp.
23	W	781	22	<u>17375</u>	11.0	4.9	<u>48</u>	Buena	Buena	Ej. comp.
24	X	697	24	<u>16826</u>	<u>1.3</u>	<u>10.2</u>	<u>50</u>	Buena	Buena	Ej. comp.
25	Y	600	26	<u>15542</u>	<u>0.2</u>	7.0	<u>49</u>	Buena	Buena	Ej. comp.

Ejemplo 4

5 Las losas de acero obtenidas fundiendo y moldeando los aceros de E, H y P del rango de ingredientes de la presente invención descrita en la Tabla 5 se recalentaron hasta 1200°C, luego se laminaron en caliente a una temperatura de 880°C para el laminado final para obtener chapas de acero laminadas en caliente. Las chapas de acero se enrollaron a una temperatura de enrollado de 600°C, y se mantuvieron a esa temperatura durante 1 hora para el tratamiento de calor por enrollado. Las chapas de acero laminadas en caliente obtenidas se descalcificaron por molienda y laminado en frío por una tasa de reducción de 70%, luego se calentaron hasta una temperatura de 770°C usando un simulador de recocido continuo y se mantuvieron a esa temperatura durante 74 segundos para obtener el recocido continuo, se enfriaron por 10°C/s a 450°C, luego se envejecieron manteniéndolas a una temperatura de 400°C durante 180 segundos, luego se enfriaron hasta el punto de transformación de martensita o menos. Estas chapas de acero se sometieron a los siguientes tipos de experimentos:

- 15 Experimento 1 (ejemplo de invención): Decapado de 5% de ácido clorhídrico, pre-baño Ni a 0,5 g/m2
- Experimento 2 (ejemplo de invención): Sin decapado, pre-baño de Ni a 0,5 g/m2
- Experimento 3 (ejemplo comparativo): Decapado de 5% de ácido clorhídrico, pre-baño Ni a 0,005 g/m2
- Experimento 4 (ejemplo comparativo): Decapado de 5% de ácido clorhídrico, sin pre-baño de Ni
- Experimento 5 (ejemplo de invención): Sin decapado, sin pre-baño de Ni

20 Luego de esto, las chapas se molieron con cepillo correspondiente a la limpieza de la superficie en el lado de entrada de la línea de galvanización en caliente continua, luego se calentaron hasta una temperatura de 500°C para galvanización en caliente y además galvanización y recocido en caliente, se enfriaron hasta una temperatura regular, luego se laminaron por templado al 1% para obtener los productos finales. Las características de las adherencias de

baño y apariencias de baño de los productos se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8/diferencia en condiciones de decapado y pre-baño

Experimento	Tipo de acero	Adherencia del baño	Apariencia de baño	Clase
[1]	E	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
[2]	E	Muy buena	Buena	Ej. inv.
[3]	E	Regular	Mala	Ej. comp.
[4]	E	Mala	Mala	Ej. comp.
[5]	E	Buena	Buena	Ej. inv.
[1]	H	Muy buena	Muy buena	Ej. inv.
[2]	H	Muy buena	Buena	Ej. inv.
[3]	H	Mala	Mala	Ej. comp.
[4]	H	Mala	Mala	Ej. comp.
[5]	H	Buena	Buena	Ej. inv.
[1]	P	Buena	Buena	Ej. inv.
[2]	P	Buena	Buena	Ej. inv.
[3]	P	Mala	Mala	Ej. comp.
[4]	P	Mala	Mala	Ej. comp.
[5]	P	Buena	Buena	Ej. inv.

- 5 En el Ejemplo 3, los ejemplos de invención de la Tabla 7 se mejoran en la capacidad de expansión del agujero debido al aumento en martensita templada en comparación con los ejemplos comparativos de los mismos números de experimento de la Tabla 6. Asimismo, el decapado y pre-baño mejoran la adherencia del baño y apariencia de baño. Los ejemplos comparativos de la Tabla 3 mejoran en adherencia del baño y apariencia de baño por el decapado y pre-baño, pero los ingredientes están fuera del alcance de la presente invención, de modo que TS, TSxEI, y la tasa de expansión del agujero no alcanzan los valores suficientes.
- 10 En las diferencias en las condiciones de decapado y pre-baño del Ejemplo 4, del Experimento 1, Experimento 2, y Experimento 5, el pre-baño mejora en gran medida la adherencia del baño y apariencia de baño y, además, el decapado se realiza preferentemente antes del pre-baño. Del Experimento 3, si la cantidad de pre-baño es pequeña, no se produce ningún efecto. Del Experimento 4, con solo el decapado, las propiedades en cambio se deterioran. La razón por la cual con solo el decapado, la adherencia del baño y apariencia de baño en cambio se deterioran es que la superficie está demasiado activada y se calienta por el proceso de calentamiento de la galvanización en caliente continua en ese estado, de modo que los óxidos de Si, Mn, etc. de la chapa de acero se forman en la superficie de la chapa de acero y degradan la capacidad de baño.
- 15 Según la presente invención, es posible proveer una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente excelente en adherencia del baño y capacidad de expansión del agujero usada en partes de autos, partes de electrodomésticos, etc. y es posible manejar de forma flexible los cambios en el tipo de producto, cambios en la producción debido al aumento de producción de varios fabricantes, y órdenes/producción de emergencia grandes y entrega rápida.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros que contiene, % en masa, C:0,08 a 0,35%, Si:1,0% o menos, Mn:0,8 a 3,5%, P:0,03% o menos, S:0,03% o menos, Al:0,25 a 1,8, Mo:0,05 a 0,35%, N:0,010% o menos, B:0,0001 a 0,0030%, y que contiene opcionalmente uno o más de Ti : 0,01 a 0,3%, Nb: 0,01 a 0,3%, V: 0,01 a 0,3%, Cu:1% o menos, Ni:1% o menos, Cr:1% o menos, y con un equilibrio de Fe e impurezas inevitables, donde tal chapa de acero galvanizada en caliente se caracteriza en que tal chapa de acero tiene una estructura metálica con una ferrita, bainita, por relación de área, 0,5% a 10% de martensita templada, y por porcentaje en volumen, 5% o más de austenita residual.
- 5
2. Un método para la proceso de una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros según la reivindicación 1 caracterizado por el laminado en caliente de una losa con los ingredientes del acero como se establece en la reivindicación 1, el bobinado de la chapa de acero laminada en caliente a una temperatura de 400 a 750°C, el enfriamiento, y el recocido de la chapa de acero por un proceso de recocido continuo a una temperatura de 680 a 930°C, antes de enfriar la chapa de acero, manteniendo la chapa de acero a una temperatura que varía de 300 a 500°C durante 60 segundos a 20 minutos, y enfriar la chapa de acero al punto de transformación de martensita o menos, y además
- 10
- 1) decapar la chapa de acero, pre-bañar la chapa de acero con uno o más de Ni, Fe, Co, Sn, y Cu a 0,01 a 2,0 g/ m² por lado, y opcionalmente moler con cepillo la chapa de acero,
- o
- 2) sin decapar la chapa de acero, opcionalmente pre-bañar la chapa de acero con uno o más de Ni, Fe, Co, Sn, y Cu a 0,01 a 2,0 g/m² por lado, y moler con cepillo la chapa de acero, luego galvanizar en caliente la chapa, durante lo cual se calienta hasta 250 a 600°C.
- 15
3. Un método de producción de una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros como se establece en la reivindicación 2, caracterizado por la aleación de la capa galvanizada luego de tal proceso de galvanización en caliente.
- 20
4. Un método de producción de una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con excelente adherencia del baño y capacidad de expansión de agujeros como se establece en la reivindicación 2 o 3, caracterizado por el post-tratamiento de tal capa galvanizada o capa galvanizada y recocida con uno o más de un tratamiento de cromado, recubrimiento de película inorgánica, conversión química y recubrimiento de película de resina.
- 25