

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 407**

51 Int. Cl.:

C21D 8/04	(2006.01)	C23C 2/06	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)	C23C 2/26	(2006.01)
B32B 15/01	(2006.01)	C21D 1/34	(2006.01)
B22D 7/00	(2006.01)	C22C 38/00	(2006.01)
C21D 1/74	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
C21D 1/76	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
C21D 1/84	(2006.01)	C21D 9/46	(2006.01)
C21D 6/00	(2006.01)	C21D 1/52	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)	C22C 33/04	(2006.01)
C23C 2/02	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2013 PCT/CN2013/071716**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO14075405**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2013 E 13854299 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018 EP 2921569**

54 Título: **Chapa de acero de alta formabilidad, superresistente, galvanizada en caliente, y método de elaboración de la misma**

30 Prioridad:

15.11.2012 CN 201210461860

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.02.2019

73 Titular/es:

**BAOSHAN IRON & STEEL CO., LTD. (100.0%)
No.885, Fujin Road, Baoshan District
Shanghai 201900, CN**

72 Inventor/es:

**ZHONG, YONG;
WANG, LI;
FENG, WEIJUN y
ZHANG, LIYANG**

74 Agente/Representante:

MILTENYI , Peter

ES 2 701 407 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 formabilidad, superresistente, galvanizada en caliente, y método de elaboración de la misma

Campo técnico

5 La invención se refiere a una chapa de acero galvanizada en caliente, particularmente a una chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente y a un método para elaborar la misma, en la que la chapa tiene un límite de elasticidad en el intervalo de 600~900 MPa, una resistencia a la tracción en el intervalo de 980~1200 MPa, un alargamiento en el intervalo del 15~22%, y tiene buena plasticidad, bajo coste y otras características.

Técnica anterior

10 Se estima que cuando el peso de un vehículo se disminuye un 10%, su consumo de combustible se reducirá un 5%-8%, y se reducirá también la emisión del gas de efecto invernadero CO₂ y sustancias contaminantes tales como NO_x, SO₂, etc. Los vehículos de pasajeros de marca propia en China son apropiadamente el 10% más pesados que sus contrapartidas extranjeras, y la diferencia es incluso mayor para los vehículos comerciales. Como la principal materia prima de la carrocería de un automóvil, la chapa de acero de automóvil representa aproximadamente el 60-
15 70% del peso de la carrocería del automóvil. El uso masivo de chapas de acero de resistencia alta y superalta con resistencia al nivel de 590-1500 MPa en vez del acero de automóviles tradicional constituye una disolución óptima al problema del material con el fin de lograr "peso reducido, menos consumo de energía, mayor seguridad y coste de elaboración más bajo" para automóviles, y es de gran importancia para la construcción de una sociedad baja en carbono. Así, existe en los últimos años una tendencia al desarrollo de chapas de acero para mejorar la resistencia
20 de las chapas de acero de forma que pueda reducirse el grosor de las chapas de acero. El desarrollo y la aplicación de acero de automóviles de alta resistencia avanzado fortalecido principalmente por cambios de fase ha sido uno de los sujetos prevaletentes en investigación en diversas grandes compañías del acero alrededor del mundo.

La alta resistencia del acero de resistencia superalta tradicional procede de la estructura de fase de alta resistencia de martensita, bainita, etc., pero la plasticidad y la formabilidad se reducen significativamente al mismo tiempo. La
25 introducción de una cierta cantidad de austenita residual en la estructura de martensita o bainita es un enfoque técnico eficaz para obtener materiales de alta resistencia y alta plasticidad. Por ejemplo, el acero TRIP está compuesto de ferrita, bainita y austenita residual, y tiene resistencia y plasticidad relativamente altas, pero esta estructura de fase restringe la mejora adicional de su resistencia. Por tanto, la sustitución de bainita por martensita como fase de fortalecimiento principal ha comenzado a atraer la atención. Por otro lado, los productos galvanizados
30 en caliente se usan en automóviles en grandes cantidades, hasta el 80% en promedio, e incluso hasta el 100% para algunos tipos de automóviles, debido a su resistencia a la corrosión que es mucho mejor que los productos laminados en frío comunes. El desarrollo de chapas de acero de alta resistencia galvanizadas en caliente empieza tarde en China, y aún no está disponible una amplia gama de tales chapas de acero. Especialmente, todavía existe una pieza en bruto doméstico para productos de acero de alta resistencia galvanizados en caliente que exhiben una
35 resistencia de más de 1000 MPa, una formabilidad superior y un bajo coste, particularmente para productos de acero galvanizados en caliente con diseño de alto contenido de Si debido a su naturaleza metalúrgica.

La solicitud de patente japonesa JP2010-053020 da a conocer una chapa de acero de alta resistencia galvanizada en caliente con procesabilidad superior y un método para elaborar la misma, en la que la composición comprende, basándose en porcentaje en masa, C: 0,04~0,15%, Si: 0,7~2,3%, Mn: 0,8~2,2%, P<0,1%, S<0,01%, Al<0,1%,
40 N<0,008%, y el resto siendo hierro e impurezas inevitables. La estructura comprende el 70% o más de fase de ferrita, el 2~10% de fase de bainita, el 0~12% de fase de perlita y el 1~8% de fase de austenita residual. El tamaño de grano promedio de la ferrita es 18 μm o menos, y el tamaño de grano promedio de la austenita residual es 2 μm o menos. Este acero inventivo tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más y buena procesabilidad (ductilidad y capacidad de expansión de poros). Sin embargo, el acero de esta invención es un acero TRIP con una resistencia
45 a la tracción al nivel de 600-700 MPa que no puede cumplir el requerimiento de acero de resistencia superalta.

La solicitud de patente china CN200810119822 da a conocer un acero de fase dual laminado en frío, galvanizado en caliente al nivel de 1000 MPa y un método para elaborar el mismo, y pertenece al campo técnico de chapas de acero de alta resistencia para laminación en frío y galvanización, en el que la composición comprende, basándose en porcentaje en masa, C: 0,06~0,18%, Si: ≤ 0,1%, Mn: 1,2~2,5%, Mo: 0,05~0,5%, Cr: 0,05~0,6%, Al: 0,005~0,05%,
50 Nb: 0,01~0,06%, Ti: 0,01~0,05%, P ≤ 0,02%, S ≤ 0,01%, N ≤ 0,005%, y el resto siendo hierro e impurezas inevitables. Según esta invención, Si se sustituye por Cr y Mo para aumentar el área de fase dual de austenita + ferrita y mejora la templabilidad del acero de fase dual. Mientras tanto, los granos se refinan mediante adición de elementos de aleación Nb, Ti para aumentar la resistencia y tenacidad del acero, y aportar buena soldabilidad y aplicabilidad al acero. La resistencia puede alcanzar el nivel de 1000 MPa o más, que puede satisfacer los
55 requerimientos de rendimiento de acero de resistencia superalta, laminado en frío, galvanizado en caliente útil para automóviles. No obstante, este acero inventivo tiene un alargamiento de sólo aproximadamente el 10% que no puede cumplir el requerimiento de alta formabilidad de acero de resistencia superalta útil para automóviles. Además, este acero inventivo requiere la adición de cantidad bastante grande de elementos de aleación caros tales como Mo, Cr, Nb, Ti, etc., haciendo que no sea adecuado para acero de automóviles que necesita control de coste muy

estricto.

La solicitud de patente japonesa JP 2008-255442 da a conocer un acero de resistencia superalta, galvanizado en caliente que tiene una resistencia a la tracción de 780 MPa o más y un método para elaborar el mismo, en el que la composición comprende, basándose en porcentaje en masa, C: 0,03~0,25%, Si: 0,02~0,60%, Mn: 2,0~4,0%, Al ≤ 0,8%, N: 0,0020~0,015%, Ti ≤ 0,5%, Nb ≤ 0,5%, Ti + Nb: ≥ 0,05%, Si: 0,02~1,00%, Cu ≤ 1,5%, Ni ≤ 1,5%, Cu + Ni: ≥ 0,05%, y el resto siendo hierro e impurezas inevitables. La microestructura consiste en ferrita que tiene un tamaño de grano promedio de menos de 0,5 μm. El método de elaboración según esta invención comprende las siguientes etapas: enfriar la chapa de acero hasta 700°C o menos en 10 segundos justo después de laminación en caliente; enrollar la chapa de acero a una temperatura de entre 400 y 700°C; decapar con ácido la chapa de acero; laminar el frío la chapa de acero a una reducción de laminación del 35~80%; recocer la chapa de acero a una temperatura de entre Ac3~950°C durante 5~200 segundos; enfriar la chapa de acero hasta una temperatura de entre 400 y 600°C y mantener a esta temperatura durante 5 a 200 segundos; galvanizar en caliente la chapa de acero; y someter la chapa de acero galvanizada a tratamiento de aleación a 540°C o menos. Esta invención puede lograr una resistencia a la tracción de 1000 MPa y un alargamiento hasta el 18%, y por tanto se cumplen los requerimientos de rendimiento de acero de automóviles de resistencia superalta. Sin embargo, esta invención conlleva la adición de una cantidad considerable de elementos de aleación Nb, V, Ti (cantidad total > 0,25%), que no sólo aumenta el coste de material de manera considerable, sino que aumenta la dificultad de colada, laminación en caliente y similares en el procedimiento de elaboración.

Los documentos EP2009127A1 y JPH057179345A dan a conocer láminas de acero de galvanizadas en caliente.

20 Sumario

El objeto de la invención es desarrollar una chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente y un método para elaborar la misma, en la que la chapa de acero tiene un límite de elasticidad en el intervalo de 600~900 MPa, una resistencia a la tracción de 980 MPa o más, un alargamiento en el intervalo del 15~22%, así como formabilidad superior y coste bajo. La chapa de acero es adecuada para partes estructurales y componentes de seguridad de automóviles.

Hasta la fecha, existe una variedad de métodos para elaborar acero de alta resistencia, galvanizado en caliente, pero estos métodos usan mayoritariamente un diseño de bajos contenidos de Si, Mn con el fin de garantizar la capacidad de formación de chapa de la chapa de acero. Sin embargo, dado que Si, Mn son los elementos de fortalecimiento más efectivos que tienen el coste más bajo, las propiedades degradadas provocadas por el diseño de bajos contenidos de Si, Mn tienen que compensarse usando elementos de aleación caros tales como Cr, Mo, Nb, V, etc., que no sólo aumenta el coste del acero, sino que probablemente altera la capacidad de elaboración del producto.

La solución técnica de la invención comprende:

Una chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente, en la que se usa un diseño de altos contenidos de Mn y Si para aprovechar plenamente el efecto de fortalecimiento de los elementos de aleación Si, Mn, etc. para lograr rendimientos combinados superiores de resistencia superalta y alta plasticidad; se usan procedimientos especiales de recocido continuo y control de atmósfera de horno para obtener un sustrato de chapa de acero con buena capacidad de formación de chapa; y se obtiene un producto de chapa de acero de resistencia superalta, galvanizado en caliente que tiene una calidad de capa galvanizada buena y un coste bajo después de galvanización. La composición química de la chapa de acero consiste en, basándose en porcentaje en peso, C: 0,18~0,22% en peso, Si: 1,4~1,8% en peso, Mn: 1,8~2,3% en peso, P ≤ 0,015% en peso, S ≤ 0,012% en peso, Al: 0,03~0,06% en peso, N ≤ 0,008% en peso, y el resto siendo hierro e impurezas inevitables. La estructura a temperatura ambiente de la chapa de acero comprende el 10~30% de ferrita + el 60~80% de martensita + 5~15% de austenita residual. La chapa de acero tiene un límite de elasticidad de 600~900 MPa, una resistencia a la tracción de 980~1200 MPa y un alargamiento del 15~22%.

Preferiblemente, en la composición de la chapa de acero, P ≤ 0,012%, S ≤ 0,008%, basándose en porcentaje en peso.

En el diseño de la composición química del acero según la invención:

C: es el elemento de fortalecimiento más básico en acero, y es también un elemento estabilizador para austenita. El contenido relativamente alto de C en austenita es ventajoso para aumentar la fracción de austenita residual y mejorar las propiedades del material. Sin embargo, un contenido excesivo de C puede alterar la soldabilidad de los productos de acero. Por tanto, el contenido de C debe controlarse en un intervalo adecuado.

Si: como elemento que puede inhibir la formación de carburos, tiene una solubilidad muy baja en carburos, y puede inhibir o retardar la formación de carburos de forma efectiva, ayudando a evitar la descomposición de austenita durante galvanización en caliente, de manera que se forma austenita rica en carbono durante fraccionamiento y se retiene como austenita residual hasta temperatura ambiente. Sin embargo, el contenido excesivo de Si puede

degradar la capacidad de formación de chapa del material. Por tanto, debe usarse un procedimiento de tratamiento térmico especial para el sustrato de chapa en la galvanización en caliente de la chapa de acero con diseño de alto contenido de Si para garantizar la calidad de galvanización.

5 Mn: es un elemento estabilizador para austenita. La presencia de Mn puede reducir la temperatura de transformación de martensita Ms y por tanto aumenta el contenido de austenita residual. Además, Mn es un elemento de fortalecimiento para disolución sólida y favorece la mejora de la resistencia de la chapa de acero. Sin embargo, el contenido excesivo de Mn puede conducir a una templeabilidad excesivamente alta de la chapa de acero y no es deseable para el control fino sobre la estructura del material. Además, de forma similar a la influencia de Si, un alto contenido de Mn también puede degradar la capacidad de formación de chapa de la chapa de acero, y por tanto se necesita un procedimiento de galvanización especial.

10 P: tiene una función similar a Si. Actúa principalmente para fortalecer la disolución sólida, inhibir la formación de carburos y potenciar la estabilidad de austenita residual. La adición de P puede deteriorar la soldabilidad de manera significativa y aumentar la fragilidad del material. En la presente invención, se considera que P es un elemento de impureza y se controla a un nivel minimizado.

15 S: como elemento de impureza, su contenido se controla a un nivel tan bajo como sea posible.

Al: tiene una función similar a Si. Actúa principalmente para fortalecer la disolución sólida, inhibir la formación de carburos y potenciar la estabilidad de austenita residual. Sin embargo, el efecto de fortalecimiento de Al es más débil que el de Si.

20 N: no es un elemento que necesita control especial. N se controla a un nivel minimizado durante fundición para disminuir su impacto indeseable en el control sobre inclusiones.

El método de elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la invención comprende las siguientes etapas:

1) fundición, colada

se funde la composición anterior y se cuela para dar una pieza en bruto de chapa;

25 2) se calienta la pieza en bruto de chapa hasta 1170~1230°C y se mantiene;

3) laminación en caliente

la temperatura de laminación final es $880 \pm 30^\circ\text{C}$ y la temperatura de bobinado es 550~650°C;

4) decapado con ácido, laminación en frío

el grado de reducción de laminación en frío es del 40-60%, y se forma una banda de acero;

30 5) recocido

se usa recocido continuo en el procedimiento de recocido, y se usa un procedimiento de calentamiento de dos fases que comprende calentamiento por llama directa en una atmósfera oxidante y calentamiento por irradiación en una atmósfera reductora, para obtener un sustrato de chapa de acero que tiene una buena capacidad de formación de chapa,

35 en el que se calienta la banda de acero hasta 680~750°C mediante llama directa en una atmósfera oxidante y mientras tanto la razón de aire-combustible en el horno de calentamiento se ajusta para controlar el punto de rocío en el horno de recocido continuo a un valor superior a -35°C ; entonces se calienta la banda de acero adicionalmente hasta 840~920°C mediante irradiación en una atmósfera reductora y se mantiene durante 48-80 s mientras se controla el contenido de H_2 en el horno de recocido continuo al 8-15% con el resto de N_2 ; posteriormente, se enfría la banda de acero lentamente hasta 720~800°C a una velocidad de menos de 10°C/s de forma que se genera una proporción de ferrita en el material; entonces, se enfría la banda de acero rápidamente hasta 260~360°C a una velocidad de 50°C/s o más de forma que parte de la austenita se convierte en martensita; y entonces se recalienta hasta 460~470°C y se mantiene durante 60~120 s;

6) galvanización en caliente

45 la banda de acero se suministra a un crisol de zinc para completar galvanización en caliente, en la que el carbono se distribuye desde martensita a austenita para preparar austenita rica en carbono y se estabiliza durante el anterior transcurso de recalentamiento, mantenimiento y galvanización; y finalmente se enfría la banda de acero hasta temperatura ambiente, en la que la estructura a temperatura ambiente de la chapa de acero final comprende el 10~30% de ferrita + el 60~80% de martensita + el 5~15% de austenita residual, y la chapa de acero tiene un límite de elasticidad de 600~900 MPa, una resistencia a la tracción de 980~1200 MPa y un alargamiento del 15~22%.

ES 2 701 407 T3

Preferiblemente, en la etapa 2), se calienta la pieza en bruto de chapa hasta 1170~1200°C.

Preferiblemente, en la etapa 3), la temperatura de bobinado de laminación en caliente es 550-600°C.

Preferiblemente, en la etapa 5), se calienta la banda de acero hasta 680~720°C mediante llama directa en una atmósfera oxidante.

- 5 Preferiblemente, en la etapa 5), se calienta la banda de acero hasta 680-750°C mediante llama directa en una atmósfera oxidante durante 10-30 s.

Preferiblemente, en la etapa 5), el punto de rocío en el horno se controla a de -30 a -20°C durante el calentamiento por llama directa en una atmósfera oxidante.

- 10 Preferiblemente, en la etapa 5), la banda de acero se calienta adicionalmente hasta 860~890°C mediante irradiación en una atmósfera reductora.

Preferiblemente, en la etapa 5), el contenido de H en el horno de recocido continuo se controla al 10~15% durante el calentamiento por irradiación en una atmósfera reductora.

Preferiblemente, en la etapa 5), se enfría la banda de acero lentamente hasta 730~760°C.

Preferiblemente, en la etapa 5), se enfría la banda de acero rápidamente hasta 280~320°C.

- 15 Preferiblemente, en la etapa 5), el enfriamiento rápido está seguido de recalentamiento hasta 460~465°C y mantenimiento durante 80-110 s.

- 20 En la invención, se usa un horno de calentamiento de alta temperatura para la laminación en caliente con el fin de mantener la temperatura para facilitar la disolución completa de compuestos de C y N, y se lleva a cabo el bobinado a una temperatura de bobinado relativamente baja para obtener un precipitado fino y evitar bobinas planas. Se usa un procedimiento de decapado con ácido y laminación en frío convencional.

- 25 Se usa recocido continuo en el procedimiento de recocido, y se usa un procedimiento de calentamiento de dos fases que comprende calentamiento por llama directa en una atmósfera oxidante y calentamiento por irradiación en una atmósfera reductora. Primero, se calienta la banda de acero hasta 680~750°C mediante llama directa en una atmósfera débilmente oxidante que se logra ajustando la razón de aire-combustible, en el que el punto de rocío en el horno es superior a -35°C, de forma que se forma una capa de óxido de hierro sobre la superficie de la chapa de acero para evitar la acumulación de elementos Si, Mn, etc. en la superficie. Entonces, se calienta la banda de acero hasta 840~920°C mediante irradiación en el horno que comprende una atmósfera reductora, en la que el contenido de H en el horno es del 8-15% (en volumen), de forma que la película delgada de óxido de hierro sobre la superficie se reduce a hierro puro altamente activo para proporcionar un sustrato de chapa de acero que tiene una buena capacidad de formación de chapa que es favorable para la galvanización de alta calidad posterior. Se usa una temperatura de recocido alta para formar una estructura de austenita homogeneizada que es útil para mejorar la resistencia del acero. Posteriormente, se enfría la banda de acero lentamente a una velocidad de menos de 10°C/s hasta 720-800°C de forma que se genera una cantidad de ferrita, lo que facilita aumentar la plasticidad del acero. Y entonces, se enfría la banda de acero rápidamente hasta una temperatura entre M_s y M_f , de forma que parte de la austenita se convierte en martensita. Entonces, se recalienta la banda de acero hasta la temperatura de galvanización y se mantiene durante 60-120 s, seguido de la introducción de la banda de acero a un crisol de zinc para completar el procedimiento de galvanización donde el carbono se redistribuye entre martensita y austenita, de forma que la austenita es rica en carbono y se estabiliza, y se obtiene más austenita residual, lo que es favorable para mejorar la capacidad de templabilidad de trabajo y la formabilidad. La estructura final de la chapa de acero se compone de ferrita + martensita + austenita residual. Debido al diseño de alto contenido de Si, la martensita formada en el acero no se descompone sustancialmente durante galvanización, de forma que asegura que la estructura deseada se obtiene finalmente. Al mismo tiempo, se emplea una técnica de recocido de galvanización en caliente adecuada para garantizar la galvanización de alta calidad de una chapa de acero que tiene un alto contenido de Si.

Efectos beneficiosos de la invención:

- 45 Por medio de un diseño de composición apropiado, se elabora una chapa de acero de resistencia superalta, laminada en frío, galvanizada en caliente mediante recocido continuo en condiciones de procedimiento de laminación en caliente y laminación en frío convencionales, en la que no se añaden elementos de aleación caros. En cambio, puede obtenerse un aumento de resistencia notable junto con una buena plasticidad solamente por medio de aumento apropiado de los contenidos de Si, Mn en combinación con procedimientos adecuados de recocido y control de atmósfera de horno. Además, la chapa de acero tiene buena calidad de galvanización que cumple el requerimiento de una chapa de acero de resistencia superalta, bobinada en frío, galvanizada en caliente para automóviles.

Después de la fundición, laminación en caliente, laminación en frío, recocido, galvanización y aplanado, el acero de la invención tiene una buena posibilidad de aplicación en partes de seguridad y estructurales para automóviles,

particularmente adecuado para la elaboración de partes estructurales y componentes de seguridad de vehículo que tienen formas complicadas y una alta exigencia en cuanto a formabilidad y resistencia a corrosión, tal como barras laterales de puertas, barras de parachoques, pilares B, etc.

Descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 es una imagen que muestra el acero a modo de ejemplo según la invención.
La figura 2 es una imagen que muestra el acero del ejemplo comparativo.

Descripción detallada de la invención

La invención se ilustrará adicionalmente con referencia a los siguientes ejemplos y los dibujos adjuntos.

La tabla 1 enumera las composiciones químicas de los ejemplos del acero según la invención.

- 10 Después de la fundición, laminación en caliente, laminación en frío, recocido y galvanización, se obtuvieron productos de acero de la invención, el procedimiento de recocido y las propiedades mecánicas de los cuales se muestran en la tabla 2. Según se indica por la tabla 2, se ha obtenido una chapa de acero de resistencia superalta, laminada en frío, galvanizada en caliente que tiene un límite de elasticidad de 600~900 MPa, una resistencia a la tracción de 980~1200 MPa y un alargamiento del 15~22% según la invención por coordinación adecuada de procedimiento.
- 15

C: 0,18~0,22% en peso, Si: 1,4~1,8% en peso, Mn: 1,8~2,3% en peso, P ≤ 0,015% en peso, S ≤ 0,012% en peso, Al: 0,03~0,06% en peso, N ≤ 0,008% en peso;

Tabla 1. Composición química del acero inventivo, % en peso

	C	Si	Mn	Cr	Mo	Nb	Ti	V	P	S	Al	N
Ejemplo 1	0,22	1,8	2,0	-	-	-	-	-	0,006	0,010	0,040	0,0043
Ejemplo 2*	0,16	2,0	1,8	-	-	-	-	-	0,012	0,007	0,050	0,0053
Ejemplo 3*	0,20	1,4	3,3	-	-	-	-	-	0,009	0,006	0,030	0,0058
Ejemplo 4	0,18	1,6	2,3	-	-	-	-	-	0,008	0,008	0,050	0,0072
Ejemplo 5*	0,25	1,0	1,5	-	-	-	-	-	0,010	0,007	0,060	0,0064
Ejemplo 6*	0,15	1,2	3,0						0,015	0,012	0,050	0,0068
Ej. comp. 1	0,084	1,51	1,41	-	-	-	-	-	0,009	0,0014	0,031	0,0031
Ej. comp. 2	0,120	0,05	1,90	0,4	0,3	0,030	0,016	-	0,010	0,004	0,020	0,004
Ej. comp. 3	0,095	0,33	2,56	-	-	0,112	-	0,123	0,019	0,002	0,063	0,0049

*Ejemplos comparativos

Tabla 2. Procedimiento y propiedades mecánicas de los ejemplos

Número de procedimiento	Procedimiento de recocido										Propiedades mecánicas				Adhesión de capa de zinc
	Punto de rocío en la fase de llama directa °C	Contenido de H en la fase de irradiación %	Temperatura de calentamiento en la fase de llama directa °C	Tiempo de calentamiento en la fase de llama directa s	Temperatura de calentamiento en la fase de irradiación °C	Tiempo de calentamiento en la fase de irradiación s	Velocidad de enfriamiento °C/s	Temperatura inicial para enfriamiento rápido °C	Temperatura final para enfriamiento rápido °C	Temperatura de galvanización °C	Tiempo de mantenimiento de galvanización s	YS (MPa)	TS (MPa)	TEL (%)	
Ej. 1	i*	8	739	30	842	50	4	712	351	469	110	679	968	21.1	OK
	ii	8	692	25	886	50	6	735	343	463	70	710	985	19.3	OK
	iii	9	681	20	890	60	8	757	336	467	70	772	1058	18.1	OK
Ej. 2	i*	10	745	20	857	70	3	733	323	465	120	615	952	23.5	OK
	ii*	10	742	20	902	70	6	738	306	468	60	676	967	20.2	OK
	iii*	9	698	20	868	80	9	732	287	464	70	715	1065	18.3	OK
Ej. 3	i*	7	685	10	865	40	10	786	283	458	80	812	1143	16.9	NG
	ii*	8	712	20	920	50	8	732	286	452	100	783	1195	17.2	OK
	iii*	9	734	20	890	60	6	720	331	454	90	705	1157	17.0	OK
Ej. 4	i	9	721	20	869	60	8	765	280	456	70	822	1150	16.8	OK
	ii*	11	744	10	882	40	10	753	289	462	80	825	1157	17.3	NG
	iii	10	725	30	867	80	8	738	260	466	100	776	1101	18.0	OK
Ej. 5	i*	13	706	20	878	60	5	733	360	470	60	701	988	20.3	OK
	ii*	15	748	20	904	60	5	754	354	468	90	805	1012	18.1	OK
	iii*	10	741	20	916	60	5	761	316	456	80	887	1098	18.6	OK
Ej. 6	i*	13	718	15	878	50	6	793	305	460	60	845	1112	18.1	OK
	ii*	15	729	20	889	50	6	754	320	457	100	683	983	23.3	OK
	iii*	10	738	25	860	50	7	800	306	462	90	887	1158	17.1	OK
Ej. comp. 1	-	-	-	-	850	-	-	-	520	490	50	-	635	34.9	OK
Ej. comp. 2	-	-	-	-	820	-	-	-	-	460	10	598	1022	9.5	OK
Ej. comp. 3	-	-	-	-	838	-	-	-	520	463	43	659	1001	18.1	OK

*Ejemplos comparativos

Nota:

Método de prueba de tensión: se usaron muestras de tensión de norma JIS5, y la dirección de tensión fue perpendicular a la dirección de laminación.

- 5 Método de prueba para adhesión de capa de zinc: se cortó una chapa de muestra de tamaño 300 x 70 mm de una chapa de acero, y se plegó en frío hasta 180° en una máquina de plegado siendo el diámetro de pliegue tres veces el grosor de la chapa. Entonces, se adhirió una cinta transparente al exterior del ángulo de pliegue limpio, y se arrancó la cinta para observar si se había transferido sobre la cinta adhesiva algún descascarillado. Si no se encontró ningún descascarillado, se dio a la capa de adhesión de zinc una calificación aprobatoria (OK); de otro modo, se le daría una calificación no aprobatoria (NG).
- 10 Refiriéndose a las figuras 1 y 2 que comparan el efecto de galvanización entre el acero inventivo (que usa el procedimiento de control de atmósfera de horno según la invención) y el ejemplo comparativo (que no usa el procedimiento de control de atmósfera de horno según la invención), se demuestra que la composición de alto contenido de Si de la invención da como resultado una buena calidad de galvanización cuando se usa el procedimiento de control de atmósfera de horno.

15

REIVINDICACIONES

1. Chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente, que consiste en los siguientes componentes químicos, basándose en porcentaje en peso:
- C: 0,18~0,22% en peso
- 5 Si: 1,4~1,8% en peso
- Mn: 1,8~2,3% en peso
- P ≤ 0,015% en peso
- S ≤ 0,012% en peso
- Al: 0,03~0,06% en peso
- 10 N ≤ 0,008% en peso, y
- el resto siendo Fe e impurezas inevitables;
- en la que la chapa de acero tiene una estructura a temperatura ambiente del 10~30% de ferrita + el 60~80% de martensita + el 5~15% de austenita residual; un límite de elasticidad de 600~900 MPa, una resistencia a la tracción de 980~1200 MPa, y un alargamiento del 15~22%.
- 15 2. Chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 1, en la que en la composición de la chapa de acero, P ≤ 0,012%, S ≤ 0,008%, basándose en porcentaje en peso.
3. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, que comprende las siguientes etapas:
- 20 1) fundición, colada
- se funde la composición anterior y se cuela para dar una pieza en bruto de chapa;
- 2) se calienta la pieza en bruto de chapa hasta 1170~1230°C;
- 3) laminación en caliente
- la temperatura de laminación final es 880 ± 30°C y la temperatura de bobinado es 550~650°C;
- 25 4) decapado con ácido, laminación en frío
- el grado de reducción de laminación en frío es del 40-60%, y se forma una banda de acero;
- 5) recocido
- se usa recocido continuo en el procedimiento de recocido, y se usa un procedimiento de calentamiento de dos fases que comprende calentamiento por llama directa en una atmósfera oxidante y calentamiento por irradiación en una atmósfera reductora en el procedimiento de recocido,
- 30 en el que se calienta la banda de acero hasta 680~750°C mediante llama directa en una atmósfera oxidante y mientras tanto el punto de rocío en el horno de recocido continuo se controla a un valor superior a -35°C; entonces la banda de acero se calienta adicionalmente hasta 840~920°C mediante irradiación en una atmósfera reductora y se mantiene durante 48-80 s mientras se controla el contenido de H en el horno de recocido continuo al 8~15%; posteriormente, se enfría la banda de acero lentamente a una velocidad de 3-10°C/s hasta 720~800°C de forma que se genera una proporción de ferrita en el material; entonces, se enfría la banda de acero rápidamente hasta 260~360°C a una velocidad de ≥50°C/s de forma que parte de la austenita se convierte en martensita; y entonces se recalienta hasta 460~470°C y se mantiene durante 60-120 s;
- 35 6) galvanización en caliente
- 40 la banda de acero se suministra a un crisol de cinc para completar la galvanización en caliente, en la que el carbono se distribuye desde martensita a austenita para preparar austenita rica en carbono y se estabiliza durante el anterior trascurso de recalentamiento, mantenimiento y galvanización; y finalmente se enfría la banda de acero hasta temperatura ambiente, en la que la estructura a temperatura ambiente de la chapa de
- 45 acero final comprende el 10-30% de ferrita + el 60-80% de martensita + el 5-15% de austenita residual, y la chapa de acero tiene un límite de elasticidad de 600~900 MPa, una resistencia a la tracción de 980~1200

ES 2 701 407 T3

MPa, y un alargamiento del 15~22%.

4. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3, en el que se calienta la pieza en bruto de chapa hasta 1170~1200°C en la etapa 2).
- 5 5. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3, en el que la temperatura de bobinado de laminación en caliente es 550~600°C en la etapa 3).
6. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3, en el que en la etapa 5), se calienta la banda de acero hasta 680~720°C mediante llama directa en una atmósfera oxidante.
- 10 7. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3 o 6, en el que en la etapa 5), el punto de rocío en el horno se controla a de -30 a -20°C durante el calentamiento por llama directa en una atmósfera oxidante.
8. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3, en el que en la etapa 5), la banda de acero se calienta adicionalmente hasta 860~890°C mediante irradiación en una atmósfera reductora.
- 15 9. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3 u 8, en el que en la etapa 5), el contenido de H en el horno de recocido continuo se controla al 10~15% durante el calentamiento por irradiación en una atmósfera reductora.
- 20 10. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3, en el que en la etapa 5), se enfría la banda de acero rápidamente hasta 280~320°C.
11. Método para elaborar la alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3 o 10, en el que en la etapa 5), el enfriamiento rápido está seguido de recalentamiento hasta 460~465°C y mantenimiento durante 80~110 s.
- 25 12. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3, en el que en la etapa 5), se enfría la banda de acero lentamente hasta 730~760°C.
- 30 13. Método para elaborar la chapa de acero de alta formabilidad, de resistencia superalta, galvanizada en caliente según la reivindicación 3, en el que en la etapa 5), se calienta la banda de acero hasta 680~750°C mediante llama directa en una atmósfera oxidante mientras se controla el punto de rocío en el horno de recocido continuo a >-35°C, y el tiempo de calentamiento es 10-30 s.

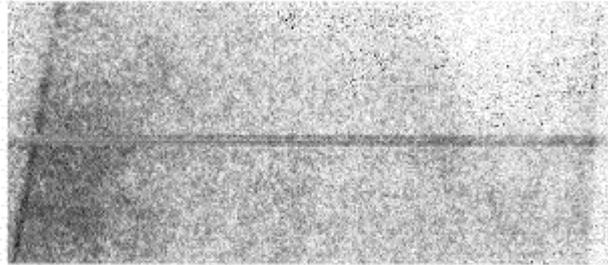


Figura 1

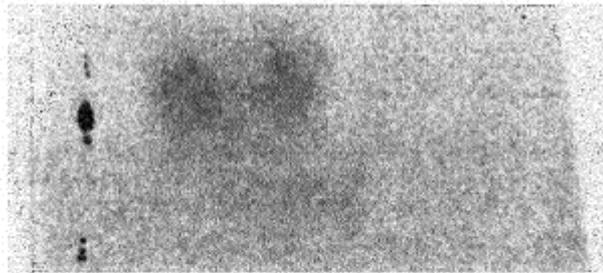


Figura 2