

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 164**

51 Int. Cl.:
C22C 38/02 (2006.01)
C22C 38/04 (2006.01)
C22C 38/12 (2006.01)
C23C 2/26 (2006.01)
C23C 2/02 (2006.01)
C21D 6/00 (2006.01)
C21D 8/02 (2006.01)
C21D 9/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10196004 .5**
96 Fecha de presentación: **30.09.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **2309012**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.04.2011**

54 Título: **Chapa delgada de acero laminado en frío, de alta resistencia, con alto límite de elasticidad, y superior ductilidad y soldabilidad, chapa delgada de acero galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia, con alto límite de elasticidad, chapa delgada de acero galvanizado y recocido por inmersión en caliente, de alta resistencia, con alto límite de elasticidad, y métodos para la producción de las mismas**

30 Prioridad:
30.09.2003 JP 2003341152
30.09.2003 JP 2003341456

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.11.2012

73 Titular/es:
NIPPON STEEL CORPORATION (100.0%)
6-1 Marunouchi 2-chome
Chiyoda-ku Tokyo 100-8071, JP

72 Inventor/es:
YOSHINAGA, NAOKI;
HIWATASHI, SHUNJI;
SAKUMA, YASUHARU y
ITAMI, ATSUSHI

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 164 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

- 5 Chapa delgada de acero laminado en frío, de alta resistencia, con alto límite de elasticidad, y superior ductilidad y soldabilidad, chapa delgada de acero galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia, con alto límite de elasticidad, chapa delgada de acero galvanizado y recocido por inmersión en caliente, de alta resistencia, con alto límite de elasticidad, y métodos para la producción de las mismas.
- 10 La presente se invención se refiere a una chapa delgada de acero laminado en frío, de alta resistencia, con alto límite de elasticidad (YR), y superior ductilidad y soldabilidad, una chapa delgada de acero galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia, compuesta de dicha chapa delgada de acero laminado en frío tratada mediante galvanización por inmersión en caliente, una chapa delgada de acero laminado en frío, galvanizada por inmersión en caliente, tratada mediante aleación adecuada para automóviles, materiales de construcción, aparatos eléctricos de uso doméstico, etc., y a métodos de producción de la misma.
- 15 En los últimos años, ha estado subiendo la demanda de chapa de acero de alta resistencia, con buena soldabilidad, diseñada para la mejora de la eficacia de los combustibles y la mejora de la durabilidad de los bastidores y miembros componentes de los automóviles. Además, se está usando chapa de acero con una resistencia a la tracción del orden de 780 MPa o más, para partes de bastidores o refuerzos, u otros miembros, ante la necesidad de seguridad en las colisiones y de espacios de cabina ampliados.
- 20 La primera cuestión importante respecto la chapa de acero para un bastidor es su soldabilidad por puntos. Las partes del bastidor absorben el impacto en el momento de la colisión y tienen por ello la función de proteger a los pasajeros. Si una zona de soldadura por puntos no tiene suficiente resistencia, se romperá en el momento de la colisión y no se podrá obtener la función de absorber suficientemente la energía de la colisión.
- 25 La tecnología que está relacionada con las chapas de acero de alta resistencia, y que toman en consideración la soldabilidad, está descrita, por ejemplo, en los documentos JP-A-2003-193194 y JP-A-2000-80440. Además, la soldabilidad se estudia también en el documento JP-A-110650, pero éste únicamente discute la soldabilidad a tope, y no describe nada referente a la tecnología para mejorar la soldabilidad por puntos, importante en la presente invención.
- 30 Luego, es importante una alta resistencia a la deformación, Es decir, un material con alto límite de elasticidad es superior en la capacidad de absorción de la energía de colisión. Para obtener un alto límite de elasticidad, es útil hacer que la estructura sea una estructura bainítica. El documento JP-A-2001-355043 describe una chapa de acero que tiene una estructura bainítica como fase principal y un método de producción de la misma.
- 35 Finalmente, es importante la aptitud de la chapa de acero para ser trabajada, es decir la ductilidad, la capacidad de flexión, la capacidad de conformar rebordes por estiramiento. Por ejemplo, la publicación "CAMP-ISIJ volumen 13 (2000) página 395" describe, en relación con la capacidad de expansión de orificio, que haciendo que la fase principal sea bainita se mejora la capacidad de expansión de orificio y, en relación a la capacidad de conformado por estampación, que haciendo que se forme austenita residual en una segunda fase, se obtiene como resultado una aptitud para la estampación igual que la del acero común con austenita residual.
- 40 Además, describe que si se realiza un temple bainítico a la temperatura Ms, o inferior, para formar 2 a 3% en volumen de austenita residual, la resistencia a la tracción x la capacidad de expansión de orificio se hace máxima.
- 45 Además, para aumentar la ductilidad de materiales de alta resistencia, la práctica general es hacer un uso positivo de una estructura compuesta.
- 50 Sin embargo, al usar martensita o austenita residual como una segunda fases, la capacidad de expansión de orificio termina cayendo notablemente. Este problema está descrito, por ejemplo, en la publicación "CAMP-ISIJ volumen 13 (2000) página 391".
- 55 Además, el documento anterior describe que si se hace que la ferrita sea la fase principal, haciendo que la segunda fase sea martensita, y reduciendo la diferencia de dureza entre las dos, se mejora la capacidad de expansión de orificio.
- 60 Además, en el documento JP-A-2001-366043 se describe un ejemplo de chapa de acero superior en capacidad de expansión de orificio y en ductilidad.
- 65 Sin embargo, no se puede decir que una chapa de acero que tenga una resistencia a la tracción de 780 MPa o más, provista de un alto límite de elasticidad y buena ductilidad y, además, una buena soldabilidad por puntos, esté suficientemente estudiada.
- En particular, en lo que respecta a la soldabilidad por puntos con una chapa de acero de alta resistencia, cae bastante la resistencia de la zona de soldadura. Si se suelda mediante una corriente de soldadura en la región de expul-

sión y desprendimiento superficial de chispas, la resistencia de la zona caerá o fluctuará notablemente. Este problema se está convirtiendo en un factor que bloquea la expansión del mercado de las chapas de acero de alta resistencia.

5 Un objeto de la presente invención es proporcionar una chapa delgada de acero laminado en frío, que tenga una resistencia a la tracción máxima de 780 MPa o más, un alto límite de elasticidad, y esté provista de ductilidad y soldabilidad que la permita ser usada en partes de los bastidores de automóviles.

10 En el pasado, para satisfacer las muchas de las necesidades requeridas para las chapas de acero, la mejora ha estado enfocada a la denominada "adición de repercusiones" que considera únicamente las repercusiones de elementos tales como Si, Mn, Ti, Nb, Mo y B sobre el material principal, por ejemplo, únicamente la resistencia o únicamente la soldabilidad, para cada uno de los elementos añadidos y entre los diferentes elementos.

15 Sin embargo, estos elementos no afectan sólo al material principal. También tienen algún efecto sobre los materiales secundarios. Por ejemplo, el Mo tiene la acción de "mejorar la soldabilidad (efecto sobre el material principal) y mejorar la resistencia, mientras que disminuye la ductilidad (efecto sobre los materiales secundarios)", de manera que la chapa de acero a la que se añade un gran número de estos elementos para satisfacer la totalidad de las diversas necesidades, exhibe mejoras debidas al efecto sobre el material principal, pero no la cantidad de mejora esperada, o exhibe deficiencias inesperadas en las prestaciones, debido al efecto sobre los materiales secundarios, es decir, es difícil satisfacer todas las necesidades.

20 Para resolver esto, se han establecido límites superiores e inferiores para las cantidades de adición de estos elementos, pero no puede decirse que incluso esto sea suficiente.

25 En particular, hasta ahora no ha habido ningún intervalo de limitación de componentes que satisfagan todos a la vez, el alto límite de elasticidad, la ductilidad y la soldabilidad, requeridos para las partes de los bastidores de los automóviles recientes. Este ha llegado a ser uno de los desafíos a resolver por el personal de R&D.

30 Por lo tanto, los inventores tomaron parte en diversos estudios para proporcionar la anterior chapa de acero y, como resultado, tomaron nota de la relación entre el intervalo de Si y elementos específicos, y descubrieron que cuando el Si está limitado a un intervalo específico y además los contenidos de Ti, Nb, Mo, y B se hacen en intervalos específicos, y la cantidad total de adición se hace dentro de un intervalo adecuado mediante una relación que usa coeficientes específicos para compensar los diferentes elementos unos con otros, se puede conseguir a la vez ductilidad y un alto límite de elasticidad, y también se puede proporcionar soldabilidad y descubrieron también que produciendo la chapa bajo condiciones adecuadas de laminación en caliente y recocido, estas prestaciones pueden mejorar más.

35 En relación con el límite de elasticidad, se explicó anteriormente el hecho de que un límite más alto es ventajoso desde el punto de vista de la absorción de la energía de colisión, pero si es demasiado alto, la capacidad de bloqueo de la forma en el momento del desarrollo de la presión se hace inferior, por eso es importante que el límite de elasticidad no sea 0,92 o más.

40 La presente invención se completó basándose en el descubrimiento anterior.

45 El objeto anterior se puede conseguir mediante las características especificadas en las reivindicaciones.

A continuación, la presente invención será explicada con más detalle.

50 En primer lugar, se explicarán las razones para la limitación, en la presente invención, de los componentes químicos de los planchones colados. Hay que indicar que "%" significa "% en masa".

C: por encima de 0,030% a menos de 0,10%

55 El C es un elemento eficaz para obtener una alta resistencia, de manera que es necesaria una adición por encima del 0,030%. Por otro lado, si es de 0,10% o más, la soldabilidad se deteriora y, cuando se usa para partes de bastidores de los miembros y bastidores de los automóviles, surgen problemas en términos solidez de la unión o de resistencia a la fatiga en algunos casos.

Además, si es de 0,10% o más la capacidad de expansión de orificio se deteriora, por eso se hace el 0,10% el límite superior. Un intervalo más preferible es del 0,035 a 0,09%.

60 Si: 0,30 a 0,80%

65 El Si es importante en la presente invención. Es decir, el Si debe ser del 0,30 al 0,80%. El Si es ampliamente conocido como un elemento para mejorar la ductilidad. Por otro lado, hay poco conocimiento del efecto del Si sobre el límite de elasticidad o sobre la soldabilidad. El intervalo de la cantidad de Si es el intervalo obtenido como resultado del estudio de los inventores.

La chapa de acero nunca vista anteriormente, es decir, con el efecto de tener la cantidad de Si en este intervalo, es decir, provista de un predeterminado límite de elasticidad, ductilidad y soldabilidad, se realiza en primer lugar mediante la co-presencia de la cantidad predeterminada de Mn, explicada más adelante, y las cantidades de Ti, Nb, Mo y B.

5 En particular, es de común conocimiento que la soldabilidad se deteriora si se añade Si, pero los inventores descubrieron que añadiendo, de esta forma, Si en co-presencia de los cinco tipos de elementos anteriormente mencionados, se mejora bastante el TSS o CTS y, en particular, se pueden mantener buenas propiedades en la región de expulsión y de desprendimiento superficial de chispas.

10 En la presente invención, se asegura una buena ductilidad y límite de elasticidad, añadiendo 0,30% o más de Si. Además, el Si suprime la formación de carburos relativamente gruesos y mejora la capacidad de expansión de orificio.

15 La excesiva adición de Si degrada la capacidad de revestimiento y también tiene un efecto perjudicial sobre la soldabilidad, la ductilidad, y sobre el límite de elasticidad, de manera que se hace que el límite superior sea 0,80%, siendo 0,65% un límite superior más preferible.

Mn: 1,7 a 3,2%

20 El Mn suprime la transformación ferrítica y hace que la fase principal sea bainita o ferrita bainítica de manera que actúa para formar una estructura uniforme. Además, actúa para disminuir la resistencia y suprime la precipitación de carburos, uno de los factores que está detrás del deterioro de la capacidad de expansión de orificio, y de la formación de perlita. Además, el Mn es eficaz para mejorar el límite de elasticidad.

25 Por lo tanto, se añade el 1,7% o más. Si es inferior al 1,7%, la adición compuesta con Si, Mo, Ti, Nb y B no puede conseguir a la vez un buen límite de elasticidad y una buena ductilidad, aunque tenga un contenido bajo en C.

30 Sin embargo, la adición excesiva origina el deterioro de la soldabilidad y promueve también la formación de una gran cantidad de martensita e invita a una notable caída de la ductilidad y de la capacidad de expansión de orificio debido a la segregación, etc., de manera que se hace que el límite superior sea 3,2%, siendo el intervalo más preferible 1,8 a 2,6%.

P: 0,001 a 0,02%

35 El P es un elemento que acrecienta la resistencia, pero la adición excesiva origina que la capacidad de expansión de orificio y la capacidad de flexión, y bastante sobre la solidez de la unión de la zona de soldadura o la resistencia a la fatiga, se deterioren, de manera que se hace que el límite superior sea 0,02%. Por otro lado, disminuir excesivamente el P es económicamente inconveniente, de manera que se hace que sea el 0,001% en límite inferior. Es más preferible el intervalo de 0,003 a 0,014%.

40 S: 0,001 a 0,006%

45 Disminuir excesivamente el S es económicamente inconveniente, de manera que se hace que el límite inferior sea del 0,0001%. Por otro lado, la adición por encima del 0,006% tiene un efecto perjudicial sobre la capacidad de expansión de orificio o la capacidad de flexión y bastante sobre la solidez de la unión de la zona de soldadura o sobre la resistencia a la fatiga, de manera que se hace que el límite superior sea del 0,006%. Más preferiblemente se hace que el límite superior sea del 0,003%.

Al: 0,060% o menos

50 El Al es eficaz como un elemento desoxidante, pero la excesiva adición origina la formación de gruesas inclusiones basadas en Al, por ejemplo aglomeraciones de alúmina, y la degradación de la capacidad de flexión y de expansión de orificio. Por esta razón se hace que el límite superior sea del 0,060%.

55 El límite inferior no está particularmente limitado, pero la desoxidación es realizada por el Al. Además, reducir la cantidad restante de Al a 0,003%, o menos, es difícil. Por lo tanto, 0,003% es el límite inferior fundamental. Sin embargo, cuando la desoxidación es realizada por un elemento diferente al Al, o se usa otro elemento junto con el Al, esto no se aplica necesariamente.

N: 0,0001 a 0,0070%

60 El N es útil para aumentar la resistencia o impartir una propiedad de BH (propiedad de endurecimiento por cocción; del inglés: baking hardening property), pero si se añade en una cantidad demasiado grande, se forman compuestos crudos y la capacidad de flexión y de expansión de orificio se degrada, de manera que se hace que el límite superior sea el 0,0070%.

65 Por otro lado, hacer que la cantidad sea inferior al 0,0001% es, técnicamente, extremadamente difícil, de manera que se hace que el 0,0001% sea el límite inferior. Es más preferible el intervalo del 0,0010 al 0,0040%.

Ti: 0,01 a 0,055%

Nb: 0,012 a 0,055%
 Mo: 0,07 a 0,55%
 B: 0,0005 a 0,0040%

- 5 Estos elementos son extremadamente importantes en la presente invención. Es decir, añadiendo simultáneamente estos cuatro tipos de elementos con Si y Mn, se obtiene un alto límite de elasticidad y la ductilidad requerida para que se puedan asegurar, en primer lugar, las partes del bastidor que se conforma.
- 10 Además, se sabe que la adición de Si o Mn degrada la soldabilidad, pero añadiendo simultáneamente estos cuatro tipos de elementos en cantidades predeterminadas, se puede asegurar una buena soldabilidad.
- 15 El hecho de que la anterior adición compuesta conseguía los efectos anteriores fue descubierto por primera vez por los inventores como resultado del estudio intensivo con el objetivo de crear un acero provisto, a la vez, de soldabilidad y ductilidad y, además, un alto límite de elasticidad.
- 20 Las cantidades de estos elementos se determinan desde este punto de vista. Fuera de este intervalo, no se puede obtener un efecto suficiente. Un intervalo más preferido es Ti: 0,018 a menos de 0,030%; Nb: 0,017 a 0,036%; Mo: 0,08 a menos de 0,30%, y B: 0,0011 a 0,0033%.
- Además, teniendo en cuenta que los contenidos de Ti, Nb, Mo, y B satisfacen la siguiente relación en un intervalo específico de Si
- $$1,1 \leq 14 \times \text{Ti}(\%) + 20 \times \text{Nb}(\%) + 3 \times \text{Mo}(\%) + 300 \times \text{B}(\%) \leq 3,7,$$
- más preferiblemente,
- $$1,5 \leq 14 \times \text{Ti}(\%) + 20 \times \text{Nb}(\%) + 3 \times \text{Mo}(\%) + 300 \times \text{B}(\%) \leq 2,8,$$
- 25 se puede asegurar un alto límite de elasticidad, ductilidad y soldabilidad con un buen equilibrio.
- La razón de por qué satisfaciendo la anterior relación en un intervalo específico de Si, se puede asegurar un alto límite de elasticidad, ductilidad y soldabilidad con un buen equilibrio, no está clara, pero se cree que la resistencia de la ferrita y la dureza de la bainita están adecuadamente equilibradas y las características contradictorias de un alto límite de elasticidad y una buena ductilidad se pueden conseguir a la vez.
- 30 Además, para la zona de soldadura, se cree también que la distribución de la dureza de los puntos de soldadura y la HAZ (zona afectada por el calor; del inglés: heat affected zone) se suaviza. El intervalo de la relación anterior se hizo de 1,1 a 3,7. Si es inferior a 1,1, es difícil obtener un alto límite de elasticidad, y la resistencia de la soldadura también cae.
- 35 Además, si está por encima de 3,7, la ductilidad se deteriora, así que se hace que 3,7 sea el límite superior. Un intervalo más preferible es
- $$1,5 \leq 14 \times \text{Ti}(\%) + 20 \times \text{Nb}(\%) + 3 \times \text{Mo}(\%) + 300 \times \text{B}(\%) \leq 2,8.$$
- 40 El límite de elasticidad de la chapa de acero obtenida en la presente invención es de 0,64 a menos de 0,90. Si es de menos de 0,64, no se puede asegurar, en algunos casos, una seguridad suficiente en una colisión.
- 45 Por otro lado, si es de 0,90 o más, la capacidad de bloqueo de la forma en el momento del desarrollo de la presión se deteriora, de manera que se hace que el límite superior sea inferior a 0,90.
- Además, el límite es más preferiblemente de 0,68 a 0,88, todavía más preferiblemente de 0,74 a 0,86. Hay que indicar que el límite de elasticidad se evalúa mediante una pieza para ensayo de tracción JIS N° 5, que tiene una dirección perpendicular a la dirección del laminado como una dirección de tracción.
- 50 En la chapa de acero laminado en frío de la presente invención, una relación de intensidad de los rayos X de un plano {110} paralelo a la superficie de la chapa a un 1/8 del espesor de la chapa de acero es inferior a 1,0. Si esta relación de intensidad de los rayos X es de 1,0 o más, la capacidad de conformado se deteriora en algunos casos.
- 55 Además, en la chapa de acero laminado en frío de la presente invención, para hacer la relación de intensidad de los rayos X 1,0 o más, es necesario un recocido o un laminado especial, y el coste se eleva. La anterior relación de intensidad de los rayos X es preferiblemente inferior a 0,8.
- 60 Hay que indicar que la medida de la relación de intensidad planar de los rayos X se puede, por ejemplo, realizar mediante el método descrito en New Version Cullity Scattering Theory of Ray-X (Nueva versión de la teoría de Cullity de dispersión de rayos X) (publicada en 1986, traducida al japonés por Gentaro Matsumura, Agne), páginas 290 a 292.
- 65 La "relación de intensidad planar" significa el valor de la intensidad de los rayos X en el plano {110} de la chapa de acero de la presente invención referida a la intensidad de rayos X en el plano {110} de una muestra estándar (muestra con orientación aleatoria).

5 “1/8 del espesor de la chapa de acero” significa el plano en el interior, a 1/8 del espesor a partir de la superficie de la chapa hacia el centro cuando se asigna como “1” al espesor total de la chapa. Al preparar las muestras, es difícil separar cortando con exactitud 1/8 de la capa, de manera que se define un intervalo de 3/32 a 5/32 del espesor de la chapa de acero como 1/8 del espesor.

10 En el momento de preparación de las muestras, las muestras están toscamente acabadas mediante el pulido a máquina, un acabado mediante papel abrasivo del nº 800 al 1200, más o menos, y finalmente un decapado de 20 micrómetros, o más de, espesor mediante pulido químico.

15 La soldabilidad por puntos de la chapa de acero, obtenida mediante la presente invención, se caracteriza por un pequeño margen de deterioro de la carga de tracción (CTS) comparado con la CTS obtenido mediante el ensayo de tracción en junta transversal al soldar mediante una corriente de soldadura inmediatamente antes de la región expulsión y el desprendimiento superficial de chispas, incluso si la corriente de soldadura llega a estar en la región de expulsión y de desprendimiento superficial de chispas.

20 Es decir, con una chapa de acero corriente, si la soldadura va acompañada de expulsión y desprendimiento superficial de chispas, la CTS cae bruscamente y la fluctuación de la CTS se hace mayor, mientras que en la chapa de acero de la presente invención, la velocidad de caída y la fluctuación de la CTS se hace pequeña.

25 Cuando está referida al valor mínimo de CTS, al soldar piezas de ensayo mediante una corriente de soldadura de CE 10 veces como “1”, el valor mínimo de la CTS al soldar mediante una corriente de soldadura de la región en la que se produce la expulsión y el desprendimiento superficial de chispas, es decir, (CE + 1,5) kA, se hace 0,7 o más.

El valor mínimo es, preferiblemente, 0,8 o más, más preferiblemente 0,9 o más. Hay que indicar que CTS se evalúa basándose en el método de JIS Z 3137.

30 A continuación, se explicarán los requisitos definidos en la invención.

Cr: 0,01 a 1,5%

35 El Cr es eficaz para aumentar la resistencia y también mejora la capacidad de flexión y la capacidad de expansión de orificio mediante la supresión de la formación de carburos y mediante la formación de bainita y ferrita bainítica. Además, el Cr es también un elemento que da como resultado una pequeña degradación de la soldabilidad en proporción al efecto de aumentar la resistencia, de manera que se añade según las necesidades.

40 Si se añade en una cantidad de menos del 0,01%, no se puede obtener un efecto notable, de manera que se hace que el límite inferior sea del 0,01%. Por otro lado, si se añade en una cantidad que esté por encima del 1,5%, tiene un efecto perjudicial sobre la capacidad de conformación y sobre la capacidad de revestimiento, de manera que se hace que el límite superior sea del 1,5%. Preferiblemente, la cantidad es del 0,2 al 0,8%

Ni: 0,01 a 2,00%

Cu: 0,001 a 2,0%

45 La chapa de acero de la presente invención puede contener también Cu y/o Ni con el fin de mejorar la capacidad de revestimiento sin tener un efecto perjudicial sobre el equilibrio resistencia-capacidad de expansión. El Ni se añade en una cantidad de 0,01%, o más con, el fin de no sólo mejorar la capacidad de revestimiento, sino también mejorar la templabilidad.

50 Por otro lado, la adición en una cantidad de más del 2,0% aumenta el coste de la aleación, y tiene un efecto perjudicial sobre la capacidad de conformación, en particular contribuye elevar la dureza junto con la formación de martenita, de manera que se hace que el límite superior sea del 2,0%.

55 El Cu se añade en una cantidad del 0,001% o más, no sólo para mejorar la capacidad de revestimiento, sino también con el fin de mejorar la resistencia. Por otro lado, si se añade en una cantidad de más del 2,0%, tiene un efecto perjudicial sobre la capacidad de conformación y la sobre capacidad de reciclaje, de manera que se hace que el límite superior sea del 2,0%.

60 En el caso de la chapa de acero de la presente invención, se incluye Si, de manera que es preferible hacer que la cantidad de Ni sea del 0,2% o más, y/o la cantidad de Cu del 0,1% o más, desde el punto de vista de la capacidad de revestimiento y la reactividad aleante.

Co: 0,01 a 1%

W: 0,01 a 0,3%

65 La chapa de acero de la presente invención puede contener, además, uno de entre Co y W, o ambos.

El Co se añade en una cantidad de 0,01%, o más, para mantener un buen equilibrio de resistencia-capacidad de expansión (y capacidad de flexión) mediante el control de la transformación de la bainita.

5 Sin embargo, el Co es un elemento caro. La adición de una gran cantidad afecta a la economía, de manera que es preferible la adición del 1% o menos.

10 El W tiene el efecto de acrecentar la resistencia al 0,01% o más, de manera que se hace que el límite inferior sea del 0,01%. Por otro lado, la adición por encima del 0,3% tiene un efecto perjudicial sobre la capacidad de conformación, de manera que se hace que el límite superior sea del 0,3%.

15 Además, la chapa de acero de la presente invención puede incluir, para mejorar más el equilibrio de la resistencia y la capacidad de expansión de orificio, uno o más de los elementos Zr, Hf, Ta, y V, que forman carburos fuertes, en una cantidad total del 0,001% o más. Por otro lado, una adición grande de estos elementos provoca el deterioro de la ductilidad y de la capacidad de conformación en caliente, de manera que se hace que el límite superior de la cantidad total de la adición de uno o más de estos elementos sea del 1%.

20 Además el Ca, Mg, La, Y y Ce contribuyen al control de inclusiones, en una dispersión fina concreta, mediante la adición de cantidades adecuadas, de manera que se puede añadir uno o más de estos elementos en una cantidad total del 0,0001% o más. Por otro lado, la excesiva adición de estos elementos origina una caída en la capacidad de colada, la capacidad de conformación en caliente, y en otras propiedades de producción, y en la ductilidad de la chapa de acero producto, de manera que se hace que el límite superior sea del 0,5%.

25 Los metales de las tierras raras (REM), que no son el La, Y y Ce, contribuyen al control de las inclusiones, en una dispersión fina concreta, mediante la adición de cantidades adecuadas, de manera que según las necesidades, se añade el 0,0001% o más. Por otro lado, la excesiva adición de los anteriores REM, no sólo conduce a un coste incrementado, sino que también reduce la capacidad de colada, la capacidad de conformación en caliente y otras propiedades de producción, y la ductilidad de la chapa de acero producto, de manera que se hace que el límite superior sea del 0,5%.

30 Como impurezas inevitables hay, por ejemplo, Sn, Sb, etc., pero incluso si estos elementos están incluidos en una cantidad total de 0,2% o menos, el efecto de la presente invención no se ve afectado.

35 El O no está limitado en concreto, pero si se incluye una cantidad adecuada, es eficaz para mejorar la capacidad de flexión y la capacidad de expansión de orificio. Por otro lado, por el contrario, si es demasiado grande, se degradan estas características, de manera que la cantidad de O se hace que sea, preferiblemente, de 0,0005 a 0,004%.

40 La chapa de acero no está particularmente limitada en cuanto a su microestructura, pero para obtener un límite de elasticidad alto y una buena ductilidad, es adecuada como fase principal la bainita o la ferrita bainítica. Esto hace con un 30% o más de porcentaje de área.

45 La "bainita" aquí referida, incluye bainita superior, donde los carburos se forman en los límites de las acículas y la bainita inferior donde los carburos finos se forman en las acículas.

Además, ferrita bainítica significa bainita exenta de carburos. La ferrita acicular es un ejemplo.

50 Para mejorar la capacidad de expansión de orificio y la capacidad de flexión, es preferible que la bainita inferior con carburos finamente dispersos en ella, la ferrita bainítica o la ferrita sin carburos, formen la fase principal y tengan un porcentaje de área de más del 85%.

55 En general, la ferrita es blanda y reduce el límite de elasticidad de la chapa de acero, pero esto no se aplica a la ferrita con alta densidad de dislocaciones, como por ejemplo la ferrita no recristalizada.

60 Hay que indicar que las anteriores fases de las microestructuras, ferrita, ferrita bainítica, bainita, austenita, martensita, fase de oxidación interfacial, y la estructura residual se pueden identificar, se pueden observar las posiciones de su presencia, y se pueden medir los porcentajes de áreas usando un reactivo Nital y un reactivo descrito en la publicación de patente japonesa (A) N° 59-219473 para corroer la chapa de acero en el corte transversal a la dirección de laminado o el corte transversal a la dirección perpendicular al laminado y observarlo mediante un microscopio óptico de 500 a 1000 aumentos, y/o observarlo mediante un microscopio electrónico de 1000 a 100000 aumentos (tipo barrido y tipo transmisión).

65 Se pueden observar al menos 20 campos y el método de contar puntos o análisis de imagen usado para hallar el porcentaje de área de las diferentes fases.

TS x EI^{1/2} es preferiblemente TS x EI^{1/2} ≥ 3320 para obtener una ductilidad superior que supone una chapa de acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción de 780 MPa o más. Si es inferior a 3320, la ductilidad no se puede asegurar en muchos casos, y se pierde el equilibrio de resistencia y ductilidad

- 5 Además, $YR \times TS \times EI^{1/2}$ es, preferiblemente, $YR \times TS \times EI^{1/2} \geq 2320$ o más, con el fin de obtener un alto límite de elasticidad y una ductilidad superior que supone una chapa de acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción de 780 MPa o más. Si es inferior a 2320, el límite de elasticidad o la ductilidad no se pueden asegurar en muchos casos y el equilibrio es pobre.
- 10 Se explicarán los métodos de producción de chapas de acero laminado en frío, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, superiores en soldabilidad y ductilidad, chapas de acero galvanizado por inmersión en caliente de alta resistencia y alto límite de elasticidad, y chapas de acero recocido y galvanizado en caliente, de alta resistencia y alto límite de elasticidad.
- 15 Los componentes del acero se pueden ajustar mediante el método habitual del horno alto-convertidor o también mediante horno eléctrico, etc.
- El método de colada no está tampoco particularmente limitado. Se puede usar el método habitual de colada continua o el método de lingotes o colada en planchón delgado para producir un planchón de colada.
- 20 El planchón de colada se puede enfriar una vez, recalentar, y luego laminarse en caliente. También se puede laminar directamente en caliente sin enfriar. Una vez que llega a estar a menos de 1160°C, se calienta a 1160°C o más.
- 25 Si la temperatura de calentamiento es inferior a 1160°C, debido a la segregación y a otros efectos, el producto se deteriora en su capacidad de flexión y su capacidad de expansión de orificio, de manera que se hace que el límite inferior sea 1160°C. Preferiblemente, se hace que la temperatura sea 1200°C o más, más preferiblemente 1230°C o más.
- La temperatura de acabado final del laminado en caliente se hace a la temperatura de transformación Ar_3 o más. Si esta temperatura es inferior a la temperatura de transformación Ar_3 , la chapa laminada en caliente termina con partículas de ferrita aplanadas en la dirección del laminado y la ductilidad y la capacidad de flexión se deteriora.
- 30 La chapa se enfría desde el final del laminado en caliente hasta 650°C a una velocidad media de enfriamiento de 25 a 70°C/s. Si es inferior a 25°C/s, llega a ser difícil obtener un alto límite de elasticidad, mientras que, por el contrario, si está por encima de los 70°C/s, la ductilidad en frío y la forma de la chapa llega a ser inferior, o la ductilidad se deteriora en algunos casos. Un intervalo más preferible es 35 a 50°C/s.
- 35 Después del laminado en caliente, la chapa se bobina a 750°C o menos. Si la temperatura está por encima de 750°C, la estructura laminada en caliente contiene una gran cantidad de ferrita o perlita, el producto final se hace no uniforme en su estructura, y la capacidad de flexión y la capacidad de expansión de orificio caen. La temperatura de bobinado es, preferiblemente, de 650°C o menos, más preferiblemente 600°C o menos.
- 40 El límite inferior de la temperatura de bobinado no se establece en concreto, pero hacerla inferior a la temperatura ambiente es difícil, de manera que se hace que el límite inferior sea la temperatura ambiente. Si se considera asegurar la ductilidad, es más preferible 400°C o más.
- 45 Hay que indicar que se pueden juntar barras laminadas de forma tosca para un laminado continuo, en caliente, de acabado. En este momento, la barra laminada toscamente puede ser bobinada.
- 50 La chapa de acero laminado en caliente producido de ese modo es decapada, luego, a dicha chapa de acero, se le puede dar un laminado de endurecimiento de acuerdo con las necesidades. Corregir la forma, mejorar la resistencia al envejecimiento a temperatura ordinaria, ajustar la resistencia, etc. se puede llevar a cabo hasta una tasa de reducción del 4,0%. Si la tasa de reducción está por encima del 4,0%, la ductilidad se deteriora notablemente, de manera que se hace que el límite superior sea el 4,0%.
- 55 Por otro lado, si la tasa de reducción es inferior al 0,1%, el efecto es pequeño y el control se hace difícil, de manera que el límite inferior es el 0,1%.
- El laminado de endurecimiento se puede hacer en línea o aparte. Además es posible hacer un laminado de endurecimiento de la tasa de reducción perseguida de una sola vez o dividida en varias veces.
- 60 La chapa de acero laminado en caliente y decapada, se lamina en frío con una tasa de reducción del 30 al 80%, y se hace pasar a través de una línea de recocido continuo o de una línea de galvanización por inmersión en caliente. Si la tasa de reducción es inferior al 30%, la forma es dura para mantenerla plana. Además, si la tasa de reducción es inferior al 30%, el producto final se deteriora en cuanto a ductilidad, de manera que se hace a la tasa de reducción del 30% como un límite inferior.

Por otro lado, si se hace que la tasa de reducción sea del 80% o más, la carga del laminado en frío llega a ser extremadamente grande, de manera que se obstruye la productividad. Es preferible una tasa de reducción del 40 al 70%.

- 5 Cuando pasa a través de una línea de recocido continuo, la velocidad media de calentamiento hasta los 700°C es de 10 a 30°C/s, el alto límite de elasticidad llega a ser difícil de obtener, mientras que, por el contrario, si está por encima de 30°C/s, en algunos casos llega a ser difícil asegurar una buena ductilidad. La razón no está clara, pero se cree que va a estar relacionada con el comportamiento de recuperación de dislocaciones durante el calentamiento.
- 10 La temperatura máxima de calentamiento, en el caso de pasar a través de una línea de recocido continuo es de 750 a 950°C. Si es inferior a 750°C, la transformación $\alpha \rightarrow \gamma$ y no se producirá, o se producirá sólo ligeramente, de manera que la estructura final no puede hacerse una estructura transformada, el límite de elasticidad no llegará a ser alto, y la elongación será inferior. Por consiguiente, se hace que la temperatura máxima de calentamiento de 750°C sea el límite inferior.
- 15 Por otro lado, si la temperatura máxima de calentamiento llega a estar por encima de 950°C, la chapa se deteriora en su forma y se produce otro problema, de manera que se hace que el límite superior sea de 950°C.
- 20 El tiempo de tratamiento térmico en esta región de temperaturas no está particularmente limitado, pero para hacer la temperatura de la chapa de acero uniforme, es necesario 1 segundo o más. Sin embargo, si el tiempo del tratamiento térmico está por encima de 10 minutos, se promueve la formación de fases de oxidación en la interfase de los granos y se provoca un aumento en el coste, de manera que es preferible un tiempo de tratamiento térmico de 10 minutos o menos.
- 25 En el proceso de enfriamiento después de calentar, la chapa se enfría a una velocidad media de enfriamiento, en el intervalo de 500 a 600°C, de 5°C/s o más. Si es de menos de 5°C/s, se forma perlita, el límite de elasticidad disminuye, y la capacidad de flexión y la capacidad de conformar rebordes por estiramiento se degrada en algunos casos.
- 30 Después de esto, según las necesidades, la chapa puede ser tratada térmicamente manteniéndola de 100 a 550°C durante un intervalo de 60 segundos o más. Debido a este tratamiento térmico, la elongación y la capacidad de flexión se mejoran en algunos casos. Si la temperatura del tratamiento térmico es inferior a 100°C, el efecto es pequeño. Por otro lado, hacerlo a 550°C, o más, es difícil. Preferiblemente, es de 200 a 450°C.
- 35 La tasa de reducción en el laminado de endurecimiento, posterior al tratamiento térmico, se hace del 0,1% o más. Si la tasa de reducción es inferior al 0,1%, no se puede obtener un efecto suficiente. No se establece, en concreto, un límite superior de la tasa de reducción, sino según las necesidades se realiza el laminado de endurecimiento hasta una tasa de reducción del 5%. El laminado de endurecimiento se puede realizar en línea o aparte, o puede realizarse dividido en una pluralidad de operaciones. El intervalo más preferible de la tasa de reducción es del 0,3 al 2,0%. Después del tratamiento térmico, a la chapa se le pueden dar diversos tipos de chapados o revestimientos.
- 40 La tasa media de calentamiento y la temperatura máxima del pico de hasta 700°C, al hacer pasar la chapa a través de una línea de galvanizado por inmersión en caliente después del laminado en frío, se hace a una velocidad media de calentamiento, hasta 700°C, de 10 a 30°C/s y una temperatura máxima de calentamiento de 750 a 950°C por la misma razón que en el caso en el que se la hace pasar a través de una línea de recocido continuo.
- 45 En el caso de una línea de galvanizado por inmersión en caliente, compuesta de un denominado horno no oxidante (NOF) (del inglés: nonoxidizing furnace)-horno reductor (RF) (del inglés: reducing furnace), hacer que la proporción de aire en el horno no oxidante sea de 0,9 a 1,2, promueve la oxidación del hierro, hace posible que el óxido de hierro en la superficie se convierta en hierro metálico mediante el siguiente tratamiento de reducción, y hace posible por ello la mejora de la capacidad de revestimiento y de la reactividad aleante.
- 50 Además, en una línea de galvanizado por inmersión en caliente del tipo sin NOF, hacer el punto de condensación - 20°C, o más, actúa eficazmente para la capacidad de revestimiento y la reactividad aleante
- 55 En el procedimiento de enfriamiento después de calentar, la chapa se enfría a una velocidad media de enfriamiento, en el intervalo de 500 a 600°C, de 5°C/s o más. Si es de menos de 5°C/s, se forma perlita, el límite de elasticidad disminuye, y la capacidad de flexión y la capacidad de conformar rebordes por estiramiento se degrada en algunos casos.
- 60 La temperatura a la que se detiene el enfriamiento después de alcanzar la temperatura máxima de calentamiento, y antes de sumergirla en el baño de revestimiento se hace de (temperatura del baño de revestimiento con cinc - 40°C) a (temperatura del baño de revestimiento con cinc + 50°C). Si esta temperatura es inferior a la (temperatura del baño de revestimiento con cinc - 40°C), el límite de elasticidad cae por debajo de 0,64 en algunos casos. No sólo esto, la pérdida de calor en el momento de la inmersión en el baño de revestimiento es grande y, por lo tanto, surgen problemas en la operación.
- 65

Además, si la temperatura a la que se para el enfriamiento excede a la (temperatura del baño de revestimiento con cinc + 50°C), la elevación de la temperatura del baño de revestimiento conduce a problemas en la operación. El baño de revestimiento de cinc puede contener también otros elementos distintos del cinc, según se necesite.

5 Además, al realizar el tratamiento de aleación, el tratamiento se realiza a 480°C o más. Si la temperatura de aleación es inferior a 480°C, el progreso de la aleación es lento y la productividad es pobre. El límite superior de la temperatura del tratamiento de aleación no está particularmente limitado, pero si está por encima de 600°C, se produce la transformación de la perlita, el límite de elasticidad cae, y la capacidad de flexión y la capacidad de expansión de orificio se deterioran, de manera que 600°C es el límite superior fundamental.

10 A la chapa de acero galvanizado por inmersión en caliente también se le puede dar un laminado de endurecimiento. Si la tasa de reducción del laminado de endurecimiento es inferior al 0,1%, no se puede obtener un efecto suficiente. No se establece, en concreto, el límite superior de la tasa de reducción, pero según se necesite un laminado de endurecimiento, se da hasta una tasa de reducción del 5%. El laminado de endurecimiento se puede realizar en línea o por separado, o se puede realizar dividido en una pluralidad de operaciones. El intervalo más preferible de la tasa de reducción es del 0,3 al 2,0%.

15 La chapa de acero laminado en frío, de la presente invención, es también superior en soldabilidad y, como se explicó anteriormente, exhibe propiedades particularmente superiores en lo que se refiere a la soldadura por puntos y también es adecuada para otros métodos de soldadura habitualmente realizados, tales como por arco, TIG, MIG, soldeo por puntos y estampado de las juntas, láser, y otros métodos de soldadura

20 La chapa de acero laminado en frío de la presente invención también es adecuada para la compresión en caliente. Es decir, es posible calentar la chapa de acero a una temperatura de 900°C o más, luego conformarla por presión y enfriarla para obtener un producto con una forma determinada y con un alto límite de elasticidad. Además, este producto con una determinada forma también es superior en la subsiguiente soldabilidad. Además, la chapa de acero laminado en frío de la presente invención, también es superior en resistencia a la fragilización por hidrógeno.

25 En adelante se usarán ejemplos para explicar la presente invención con más detalles.

30 Ejemplos

Los ejemplos 1 a 4 son ejemplos de chapa de acero laminado en caliente, que está fuera del alcance la invención.

35 Ejemplo 1 (que está fuera del alcance de la invención)

40 Cada una de las composiciones químicas mostradas en la Tabla 1 se ajustó en el convertidor para obtener un planchón. El planchón se calentó a 1240°C y se laminó en caliente finalizando a una temperatura superior a la temperatura de transformación Ar_3 , es decir, de 890°C a 910°C, para dar una banda de acero de un espesor de 1,8 mm, y se bobinó a 600°C.

45 Esta chapa de acero se decapó, se le dio luego un laminado de endurecimiento con una tasa de reducción mostrada en la Tabla 2. A partir de esta chapa de acero se obtuvieron piezas para el ensayo de resistencia a la tracción, JIS N° 5, y se midieron las propiedades de tracción en una dirección perpendicular a la dirección del laminado.

La soldadura por puntos se realizó bajo las siguientes condiciones (a) a (e).

(a) Electrodo (tipo cúpula): diámetro de la punta 8 mm

(b) Presión aplicada: 5,6 kN.

50 (c) Corriente de soldadura: corriente (CE) justo antes de la expulsión y desprendimiento superficial de chispas y (CE + 1,5) kA

(d) Tiempo de soldadura: 17 ciclos

(e) Tiempo de mantenimiento: 10 ciclos

55 Después de la soldadura, se usó JIS Z 3137 para un ensayo de tracción en junta transversal.

60 Cuando está referida al valor mínimo de CTS, al soldar piezas de ensayo mediante una corriente de soldadura de CE 10 veces como "1", el valor mínimo de la CTS al soldar mediante una corriente de soldadura de la región en la que se produce la expulsión y el desprendimiento superficial de chispas, es decir, (CE + 1,5) kA, sea inferior a 0,7, se valora como P (pobre), de 0,7 a menos de 0,8 como B (buena), y de 0,8, o más, como MB (muy buena).

La chapa de acero es superior en soldabilidad, alto límite de elasticidad, y también relativamente superior en ductilidad.

Tabla 1

	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	Mo	B	Otros
A-1	0,033	0,59	2,10	0,005	0,0022	0,031	0,0026	0,022	0,019	0,29	0,0030	
A-2	0,034	0,57	2,09	0,004	0,0028	0,030	0,0025	0,003	0,020	0,30	0,0028	
B-1	0,039	0,56	2,10	0,004	0,0028	0,028	0,0029	0,020	0,022	0,14	0,0025	
B-2	0,035	0,55	2,13	0,005	0,0025	0,029	0,0030	0,019	0,020	0,30	-	
C-1	0,052	0,54	2,12	0,006	0,0031	0,028	0,0020	0,019	0,022	0,14	0,0019	
C-2	0,050	0,54	2,08	0,005	0,0020	0,024	0,0025	0,020	-	0,15	0,0020	
D-1	0,044	0,55	2,14	0,004	0,0026	0,025	0,0031	0,022	0,021	0,15	0,0022	
D-2	0,042	0,56	2,16	0,005	0,0025	0,027	0,0022	0,015	0,019	-	0,0033	
E-1	0,050	0,55	2,00	0,003	0,0024	0,030	0,0025	0,025	0,018	0,16	0,0030	
E-2	0,050	0,55	2,01	0,004	0,0024	0,027	0,0023	0,023	0,021	-	-	
E-3	0,049	0,28	1,98	0,004	0,0026	0,030	0,0028	0,024	0,019	0,15	0,0027	
F-1	0,047	0,60	1,84	0,005	0,0019	0,034	0,0026	0,021	0,026	0,25	0,0024	Cr = 0,46
F-2	0,046	0,62	1,66	0,006	0,0030	0,024	0,0028	0,024	0,024	0,30	0,0030	Cr = 0,67
G-1	0,062	0,84	2,09	0,011	0,0016	0,029	0,0028	0,020	0,042	0,14	-	
G-2	0,111	0,01	1,74	0,008	0,0026	0,030	0,0025	0,011	0,042	-	-	
H-1	0,070	0,55	2,41	0,008	0,0023	0,022	0,0024	0,020	0,052	0,09	0,0011	
H-2	0,075	1,33	2,25	0,008	0,0024	0,020	0,0029	0,020	0,020	0,08	0,0009	
I-1	0,060	0,60	2,10	0,007	0,0020	0,034	0,0026	0,020	0,020	0,30	0,0030	
I-2	0,061	0,58	2,08	0,006	0,0024	0,030	0,0034	-	-	0,35	0,0033	
J-1	0,050	0,59	2,49	0,007	0,0021	0,030	0,0030	0,020	0,050	0,15	0,0031	
J-2	0,123	0,52	2,51	0,007	0,0022	0,021	0,0027	-	-	-	-	
K-1	0,085	0,60	2,52	0,004	0,0032	0,029	0,0023	0,019	0,021	0,15	0,0025	
K-2	0,090	0,01	2,60	0,004	0,0029	0,028	0,0026	0,041	0,016	0,15	0,0023	
L-1	0,081	0,61	2,49	0,011	0,0027	0,029	0,0027	0,020	0,022	0,14	0,0025	
L-2	0,082	0,60	2,50	0,008	0,0031	0,027	0,0028	0,022	0,020	0,15	-	
M-1	0,074	0,55	2,65	0,003	0,0020	0,024	0,0021	0,023	0,040	0,30	0,0032	Sn = 0,03
M-2	0,076	0,55	2,66	0,005	0,0019	0,025	0,0028	0,020	0,068	0,29	0,0026	
N-1	0,089	0,60	2,44	0,004	0,0021	0,027	0,0026	0,018	0,022	0,15	0,0019	
N-2	0,091	0,60	2,45	0,004	0,0018	0,030	0,0022	0,122	0,021	0,16	0,0022	Cr = 0,11
O-1	0,079	0,58	2,51	0,004	0,0026	0,033	0,0028	0,015	0,016	0,15	0,0016	V = 0,07
O-2	0,150	0,51	2,62	0,006	0,0022	0,026	0,0033	-	-	-	-	V = 0,044
P-1	0,096	0,58	3,03	0,008	0,0023	0,007	0,0030	0,029	0,020	0,40	0,0029	Ca = 0,0022
P-2	0,153	0,72	2,98	0,007	0,0026	0,011	0,0025	0,016	-	0,09	-	

Tabla 2

	Tasa de reducción en laminado de endurecimiento %	TS MPa	YS MPa	EI %	YR	TS x EI ^{1/2}	YR x TS x EI ^{1/2}	(110)*	Soldabilidad por puntos
A-1	0,5	855	712	17	0,83	3525	2936	2,6	MB
A-2	0,5	822	536	17	0,65	3399	2210	1,5	MB
B-1	0,5	861	738	16	0,86	3444	2952	2,8	MB
B-2	0,5	939	555	16	0,66	3356	2220	2,9	B
C-1	0,5	880	717	15	0,81	3408	2777	2,7	MB
C-2	0,5	904	582	14	0,64	3382	2178	1,8	B
D-1	0,5	848	723	17	0,85	3496	2981	2,4	MB
D-2	0,5	827	519	17	0,63	3410	2140	2,5	B
E-1	0,5	861	684	16	0,79	3444	2736	2,4	MB
E-2	0,5	836	487	17	0,58	3447	2008	1,7	P
E-3	0,5	866	701	11	0,81	2872	2325	2,6	MB
F-1	0,5	845	702	17	0,83	3484	2894	1,9	MB
F-2	0,5	853	545	12	0,64	2955	1888	1,9	B
G-1	0,5	902	494	14	0,55	3375	1848	1,7	P
G-2	0,5	965	543	9	0,56	2895	1629	1,9	P
H-1	0,5	1059	846	12	0,80	3668	2931	2,6	MB
H-2	0,5	1065	663	13	0,62	3840	2390	1,9	P
I-1	0,5	1033	920	13	0,89	3725	3317	3,0	MB
I-2	0,5	991	588	12	0,59	3433	2037	2,1	P
J-1	0,5	1070	865	12	0,81	3707	2996	3,1	MB
J-2	0,5	1243	945	4	0,76	2486	1890	1,6	P
K-1	0,3	1167	879	12	0,75	4043	3045	2,9	MB
K-2	0,3	1211	956	4	0,79	2422	1912	3,0	MB
L-1	0,3	1110	887	14	0,80	4153	3319	2,6	MB
L-2	0,3	1105	712	9	0,64	3315	2136	2,6	MB
M-1	0,3	1238	906	10	0,73	3915	2865	3,6	MB
M-2	0,3	1252	970	6	0,77	3067	2376	2,5	P
N-1	0,3	1180	977	12	0,83	4088	3384	2,3	MB
N-2	0,3	1196	1126	3	0,94	2072	1950	2,1	B
O-1	0,3	1204	969	11	0,80	3993	3214	2,6	MB
O-2	0,3	1281	965	8	0,78	3623	2729	1,4	P
P-1	0,2	1513	1218	7	0,81	4003	3223	2,3	MB
P-2	0,2	1553	1201	5	0,77	3473	2686	1,4	P

(110)* es la relación de intensidad de los rayos X a 1/8 del espesor de la chapa.

Ejemplo 2 (fuera del alcance de la invención)

- 5 Se hizo pasar cada una de las chapas de acero laminado en caliente del Ejemplo 1 a través de una instalación de galvanización aleante por inmersión en caliente, en continuo, para su tratamiento térmico y galvanizado por inmersión en caliente. En ese momento, la temperatura máxima del pico fue de 850°C. Se elevó la temperatura de la chapa a una velocidad de calentamiento de 20°C/s hasta 740°C, luego se elevó la temperatura a una velocidad de elevación de la temperatura de 2°C/s hasta 850°C, luego se enfrió a una velocidad de enfriamiento de 0,2°C/s hasta 830°C, luego se enfrió a una velocidad de enfriamiento de 2°C/s hasta 460°C.
- 10 A continuación, se sumergió la chapa en un depósito de revestimiento (composición del baño: 0,11% Al-Zn, temperatura del baño: 460°C), luego se calentó a una velocidad de elevación de la temperatura de 3°C/s hasta una temperatura de 520°C a 550°C, mostrado en la Tabla 3, se mantuvo durante 30 segundos para el tratamiento de aleación, luego se enfrió.
- 15 El peso base del revestimiento que se hizo por ambos lados fue de aproximadamente 50 g/m². La tasa de reducción del laminado de endurecimiento fue como se muestra en la Tabla 3.
- 20 Se obtuvieron piezas para el ensayo de resistencia a la tracción, JIS N° 5, a partir de estas chapas de acero y se midieron las propiedades de tracción en una dirección perpendicular a la dirección del laminado. Las propiedades de tracción, capacidad de revestimiento, reactividad aleante y soldabilidad por puntos de las chapas de acero se muestran en la Tabla 3.
- 25 La soldabilidad por puntos se evaluó de la misma manera que en el Ejemplo 1. La capacidad de revestimiento y la reactividad aleante se evaluaron de la siguiente manera:
 Capacidad de revestimiento:
 B (buena): no hay ausencia de revestimiento
 R (regular): alguna ausencia de revestimiento
 P: (pobre): mucha ausencia de revestimiento
- 30 Reactividad aleante
 B (buena): no hay aleación irregular en el aspecto superficial
 R(regular): hay algo de aleación irregular en el aspecto superficial
 P (pobre): mucha aleación irregular en el aspecto superficial

Tabla 3

	Temperatura de aleación, °C	Tasa de reducción del laminado de endurecimiento, %	TS MPa	YS MPa	EI %	YR	TS x EI ^{1/2}	YR x TS x EI ^{1/2}	(110)*	Soldabilidad por puntos	Capacidad de revestimiento	Reacción aleante
A-1	520	1,0	811	674	18	0,83	3441	2860	2,3	MB	B	B
A-2	520	1,0	754	506	19	0,67	3287	2206	0,9	B	B	B
B-1	520	1,0	815	699	17	0,86	3360	2882	2,5	MB	B	B
B-2	520	1,0	781	512	17	0,66	3220	2111	2,5	B	B	B
C-1	520	1,0	843	700	17	0,83	3476	2886	2,6	MB	B	B
C-2	520	1,0	822	529	16	0,64	3288	2116	1,5	B	B	B
D-1	520	1,0	819	683	18	0,83	3415	2898	2,4	MB	B	B
D-2	520	1,0	788	495	18	0,63	3343	2100	1,8	B	B	R
E-1	520	1,0	820	695	17	0,85	3381	2866	2,5	MB	B	B
E-2	520	1,0	765	448	19	0,59	3335	1953	1,3	P	B	R
E-3	520	1,0	856	691	9	0,81	2568	2073	2,6	MB	B	B
F-1	520	1,0	807	657	18	0,81	3424	2787	1,7	MB	B	B
F-2	520	1,0	816	511	15	0,63	3160	1979	1,5	B	B	R
G-1	520	1,0	859	506	15	0,59	3327	1960	1,4	P	P	P
G-2	520	1,0	802	492	14	0,61	3001	1841	1,8	P	B	R
H-1	540	0,7	1014	821	13	0,81	3656	2960	2,3	MB	B	B
H-2	540	0,7	980	558	14	0,57	3667	2088	1,6	P	P	P
I-1	540	0,7	993	824	14	0,83	3715	3083	2,9	MB	B	B
I-2	540	0,7	944	505	14	0,53	3532	1890	1,4	B	B	B
J-1	540	0,7	1067	866	12	0,81	3696	3000	2,9	MB	B	B
J-2	540	0,7	1015	618	13	0,61	3660	2228	1,2	P	B	P
K-1	550	0,3	1247	943	11	0,76	4136	3128	3,0	MB	B	B
K-2	550	0,3	1266	956	4	0,76	2532	1912	2,6	MB	B	B
L-1	550	0,3	1183	895	12	0,76	4098	3100	2,5	MB	B	B
L-2	550	0,3	1122	714	10	0,64	3548	2258	2,2	B	B	B
M-1	550	0,3	1276	971	9	0,76	3828	2913	3,4	MB	B	B
M-2	550	0,3	1304	1218	3	0,93	2259	2110	2,2	MB	B	B
N-1	550	0,3	1227	989	12	0,81	4250	3426	2,1	MB	B	B
N-2	550	0,3	1179	1058	4	0,90	2358	2116	1,9	B	B	R
O-1	550	0,3	1234	1000	10	0,81	3902	3162	2,5	MB	B	B
O-2	550	0,3	941	612	13	0,65	3393	2207	1,1	P	B	R
P-1	550	0,2	1568	1251	7	0,80	4149	3310	2,3	MB	B	B
P-2	550	0,2	1480	1157	6	0,78	3625	2834	1,2	P	R	P

(110)* es la relación de intensidad de los rayos X a 1/8 del espesor de la chapa

Ejemplo 3 (Fuera del alcance de la invención)

5 Entre las chapas de acero laminado en caliente del Ejemplo 1, se hizo pasar una chapa de cada uno de los tres tipos de B-1, E-2, y L-1 a través de una instalación de galvanización aleante por inmersión en caliente, en continuo, para su tratamiento térmico y galvanizado por inmersión en caliente.
En ese momento, la temperatura máxima del pico se cambió de 700 a 970°C.

10 Se elevó la temperatura de la chapa de acero mediante una velocidad de calentamiento de 20°C/s hasta una (temperatura máxima de pico – 100)°C, luego se elevó la temperatura a una velocidad de elevación de temperatura de 2°C/s hasta la temperatura máxima del pico, luego se enfrió a una velocidad de enfriamiento de 0,2°C/s hasta (temperatura máxima de pico – 20)°C, luego mediante una velocidad de enfriamiento de 2°C/s hasta 460°C.

15 A continuación, se sumergió la chapa en un depósito de revestimiento (composición del baño: 0,11% Al-Zn, temperatura del baño: 460°C), luego se elevó la temperatura a una velocidad de elevación de la temperatura de 3°C/s hasta una temperatura de 520°C a 550°C, mostrado en la Tabla 4, se mantuvo durante 30 segundos para el tratamiento de aleación, luego se enfrió.

20 El peso base del revestimiento que se hizo por ambos lados fue de aproximadamente 50 g/m². La tasa de reducción del aminado de endurecimiento fue como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

	Temperatura máxima de pico, °C	Temperatura de aleación, °C	Tasa de reducción en laminado de endurecimiento, %	TS MPa	YS MPa	EI %	YR	TS x EI ^{1/2}	YR x TS x EI ^{1/2}	(110)*	Soldabilidad por puntos
B-1	700	520	0,5	784	687	18	0,88	3326	2915	2,4	MB
	800	520	0,5	822	716	17	0,87	3389	2952	2,6	MB
	840	520	0,5	819	704	17	0,86	3377	2903	2,5	MB
	880	520	0,5	795	655	18	0,82	3373	2779	2,4	MB
	970	520	0,5	747	495	20	0,66	3341	2214	2,0	MB
E-2	700	550	0,5	714	447	21	0,63	3272	2048	1,6	P
	800	550	0,5	746	478	19	0,64	3252	2084	1,5	P
	840	550	0,5	766	469	18	0,61	3250	1990	1,4	P
	880	550	0,5	703	423	20	0,60	3144	1892	1,2	P
	970	550	0,5	668	382	22	0,57	3133	1792	0,9	P
L-1	700	550	0,3	1054	894	14	0,85	3944	3345	2,4	MB
	800	550	0,3	1184	921	13	0,78	4269	3321	2,7	MB
	840	550	0,3	1179	902	12	0,77	4084	3125	2,6	MB
	880	550	0,3	1196	920	12	0,77	4143	3187	2,5	MB
	970	550	0,3	1042	668	13	0,64	3757	2409	2,5	MB

(110)* es la relación de intensidad de los rayos X a 1/8 del espesor de la chapa

Ejemplo 4 (Fuera del alcance de la invención)

5 Cada una de las muestras E-1, E-2, I.1, I.2, L-1 y L-2 de la Tabla 1 se trataron de la misma manera que en el Ejemplo 2 hasta sumergirlas en el depósito de revestimiento, luego se enfriaron al aire hasta temperatura ambiente. El peso base del revestimiento que se hizo por ambos lados fue de aproximadamente 45 g/m^2 . La tasa de reducción del laminado de endurecimiento fue como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

	Tasa de reducción en lamina- do de endurecimiento, %	TS MPa	YS MPa	EI %	YR	TS x EI ^{1/2}	YR x TS x EI ^{1/2}	(110)*	Soldadura por puntos	Capacidad de revestimiento
E-1	1,0	833	708	17	0,85	3435	2919	2,6	MB	B
E-2	1,0	771	428	18	0,56	3271	1816	1,3	P	B
I-1	0,7	1015	802	14	0,79	3798	3001	2,8	MB	B
I-2	0,7	956	486	14	0,51	3577	1818	1,3	P	B
L-1	0,3	1211	925	12	0,76	4195	3204	2,5	MB	B
L-2	0,3	1144	715	10	0,63	3618	2261	2,3	P	B

(110)* es la relación de intensidad de los rayos X a 1/8 del espesor de la chapa

Ejemplos 5 a 7 relacionados con chapas de acero laminado en frío.

Ejemplo 5 (Ejemplo de la invención)

- 5 Cada una de las composiciones químicas mostradas en la Tabla 6 se ajustó en el convertidor para obtener un planchón. Se calentó el planchón a 1250°C, se laminó en caliente finalizando a una temperatura superior a la temperatura de transformación A_{r3} , es decir, 880°C a 910°C, para dar una chapa de acero de un espesor de 3,0 mm, y se bobinó a 550°C.
- 10 Esta chapa de acero se decapó, luego se laminó en frío hasta un espesor de chapa de 1,4 mm.
- A continuación, se realizó un tratamiento térmico bajo las condiciones mostradas en la Tabla 7. La chapa se mantuvo a la temperatura máxima del pico durante 90 segundos y se enfrió a la (temperatura máxima del pico – 130)°C a 5°C/s. Después de esto, se enfrió la chapa hasta la temperatura del tratamiento térmico adicional a 30°C/s y se sometió al tratamiento térmico adicional durante aproximadamente 250 segundos. La tasa de reducción del laminado de endurecimiento es como se muestra en la Tabla 7.
- 15
- A partir de esta chapa de acero se obtuvieron piezas para el ensayo de resistencia a la tracción, JIS N° 5, y se midieron las propiedades de tracción en una dirección perpendicular a la dirección del laminado. La soldadura por puntos se realizó bajo las siguientes condiciones (a) a (e).
- 20
- (a) Electrodo (tipo cúpula): diámetro de la punta 6 mm
 (b) Presión aplicada: 4,3 kN.
 (c) Corriente de soldadura: corriente (CE) justo antes de la expulsión y desprendimiento superficial de chispas y (CE + 1,5) kA
 (d) Tiempo de soldadura: 15 ciclos
 (e) Tiempo de mantenimiento: 10 ciclos
- 25
- Después de la soldadura, se usó JIS Z 3137 para un ensayo de tracción en junta transversal. Cuando está referida al valor mínimo de CTS al soldar piezas de ensayo mediante una corriente de soldadura de CE 10 veces como "1", el valor mínimo de la CTS al soldar mediante una corriente de soldadura de la región en la que se produce la expulsión y el desprendimiento superficial de chispas, es decir, (CE + 1,5) kA, de menos de 0,7, se valora como P (pobre), de 0,7 a menos de 0,8 como B (buena), y de 0,8 o más como MB (muy buena).
- 30
- 35 La chapa de acero de la presente invención es superior en soldabilidad, alto límite de elasticidad, y también relativamente superior en ductilidad.

	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	Nb	Mo	B	Otros	Observaciones
A-1	0,033	0,59	2,10	0,005	0,0022	0,031	0,0026	0,022	0,019	0,29	0,0030		Ej. invención
A-2	0,034	0,57	2,09	0,004	0,0028	0,030	0,0025	0,003	0,020	0,30	0,0028		Ej. comparativo
B-1	0,035	0,54	2,10	0,004	0,0028	0,026	0,0024	0,017	0,030	0,20	0,0020		Ej. invención
B-2	0,035	0,55	2,12	0,005	0,0025	0,029	0,0030	0,019	0,020	0,30	-		Ej. comparativo
C-1	0,052	0,54	2,13	0,006	0,0031	0,028	0,0020	0,019	0,022	0,14	0,0019		Ej. invención
C-2	0,050	0,54	2,08	0,005	0,0020	0,024	0,0025	0,020	-	0,15	0,0020		Ej. comparativo
D-1	0,044	0,55	2,14	0,004	0,0026	0,025	0,0031	0,022	0,021	0,15	0,0022		Ej. invención
D-2	0,042	0,56	2,16	0,005	0,0025	0,027	0,0022	0,015	0,019	0,15	0,0033		Ej. comparativo
E-1	0,050	0,55	2,00	0,003	0,0024	0,030	0,0025	0,025	0,018	-	0,0030		Ej. invención
E-2	0,050	0,55	2,01	0,004	0,0024	0,027	0,0023	0,023	0,021	-	-		Ej. comparativo
E-3	0,049	0,28	1,98	0,004	0,0026	0,030	0,0028	0,024	0,019	0,15	0,0027		Ej. comparativo
F-1	0,047	0,60	1,84	0,005	0,0019	0,034	0,0026	0,021	0,026	0,25	0,0024	Cr = 0,46	Ej. invención
F-2	0,046	0,62	1,66	0,006	0,0030	0,024	0,0028	0,024	0,024	0,30	0,0030	Cr = 0,67	Ej. comparativo
G-1	0,062	0,84	2,09	0,011	0,0016	0,029	0,0028	0,020	0,042	0,14	-		Ej. comparativo
G-2	0,111	0,01	1,74	0,008	0,0026	0,030	0,0025	0,011	0,042	-	-		Ej. comparativo
H-1	0,070	0,55	2,41	0,008	0,0023	0,022	0,0024	0,020	0,052	0,09	0,0011		Ej. invención
H-2	0,075	1,33	2,25	0,008	0,0024	0,020	0,0029	0,020	0,020	0,08	0,0009		Ej. comparativo
I-1	0,060	0,60	2,10	0,007	0,0020	0,034	0,0026	0,020	0,020	0,30	0,0030		Ej. invención
I-2	0,061	0,58	2,08	0,006	0,0024	0,030	0,0034	-	-	0,35	0,0033		Ej. comparativo
J-1	0,050	0,59	2,49	0,007	0,0021	0,030	0,0030	0,020	0,050	0,15	0,0031		Ej. invención
J-2	0,123	0,52	2,51	0,007	0,0022	0,021	0,0027	-	-	-	-		Ej. comparativo
K-1	0,085	0,60	2,52	0,004	0,0032	0,029	0,0023	0,019	0,021	0,15	0,0025		Ej. invención
K-2	0,090	0,01	2,60	0,004	0,0029	0,028	0,0026	0,041	0,016	0,15	0,0023		Ej. comparativo
L-1	0,081	0,61	2,49	0,011	0,0027	0,029	0,0027	0,020	0,022	0,14	0,0025	Cr = 0,40	Ej. invención
L-2	0,082	0,60	2,50	0,008	0,0031	0,027	0,0028	0,022	0,020	0,15	-	Cr = 0,40	Ej. comparativo
M-1	0,074	0,55	2,65	0,003	0,0020	0,024	0,0021	0,023	0,040	0,30	0,0032	Sn = 0,03	Ej. invención
M-2	0,076	0,55	2,66	0,005	0,0019	0,025	0,0028	0,020	0,068	0,29	0,0026		Ej. comparativo
N-1	0,089	0,60	2,44	0,004	0,0021	0,027	0,0026	0,018	0,022	0,15	0,0019		Ej. invención
N-2	0,091	0,60	2,45	0,004	0,0019	0,030	0,0022	0,122	0,021	0,16	0,0022	Cr = 0,11	Ej. comparativo
O-1	0,079	0,58	2,51	0,004	0,0026	0,033	0,0028	0,015	0,016	0,15	0,0016	V = 0,07	Ej. invención
O-2	0,150	0,51	2,62	0,006	0,0022	0,026	0,0033	-	-	-	-	V = 0,040	Ej. comparativo
P-1	0,096	0,58	3,05	0,006	0,0016	0,007	0,0028	0,034	0,019	0,40	0,0028	Ca = 0,0022	Ej. invención
P-2	0,153	0,72	2,98	0,007	0,0026	0,011	0,0025	0,016	-	0,09	-		Ej. comparativo

Tabla 7

	Temperatura máxima de pico, °C	Temperatura del tratamiento térmico adicional, °C	Tasa de reducción en laminado de endurecimiento, %	TS MPa	YS MPa	EI %	TS x EI ^{1/2}	YR	YR x TS x EI ^{1/2}	(110)*	Soldabilidad por puntos	Observaciones
A-1	840	400	1,0	844	697	17	3480	0,83	2874	0,4	MB	Ej. invención
A-2	840	400	1,0	825	522	17	3402	0,63	2152	0,4	B	Ej. comparativo
B-1	840	380	1,0	820	665	17	3381	0,81	2742	0,5	MB	Ej. invención
B-2	840	380	1,0	835	544	17	3443	0,65	2243	0,8	P	Ej. comparativo
C-1	850	250	1,0	879	702	15	3404	0,80	2719	0,3	MB	Ej. invención
C-2	850	250	1,0	894	566	16	3576	0,83	2264	0,6	B	Ej. comparativo
D-1	820	400	1,0	825	683	17	3402	0,63	2816	0,4	MB	Ej. invención
D-2	820	400	1,0	817	502	18	3466	0,61	2130	0,4	B	Ej. comparativo
E-1	850	350	1,0	864	689	15	3346	0,80	2668	0,5	MB	Ej. invención
E-2	850	350	1,0	850	499	17	3505	0,59	2057	U	P	Ej. comparativo
E-3	850	350	1,0	878	694	11	2912	0,79	2302	0,5	MB	Ej. comparativo
F-1	780	300	1,0	845	708	17	3484	0,84	2919	0,5	MB	Ej. invención
F-2	780	300	1,0	847	535	13	3054	0,63	1929	0,6	B	Ej. comparativo
G-1	800	400	1,0	932	479	15	3610	0,51	1855	0,6	B	Ej. comparativo
G-2	800	400	1,0	953	528	14	3566	0,55	1976	U	P	Ej. comparativo
H-1	880	240	0,7	1066	810	11	3536	0,76	2686	0,7	MB	Ej. invención
H-2	880	240	0,7	1085	522	13	3912	0,48	1882	0,8	P	Ej. comparativo
I-1	840	400	0,7	1089	947	12	3772	0,87	3281	0,3	MB	Ej. invención
I-2	840	400	0,7	1051	604	11	3486	0,57	2003	0,5	B	Ej. comparativo
J-1	840	250	0,7	1058	846	12	3665	0,80	2931	0,2	MB	Ej. invención
J-2	840	250	0,7	1144	882	5	2558	0,77	1972	0,4	P	Ej. comparativo
K-1	800	400	0,3	1237	954	11	4103	0,77	3164	0,4	MB	Ej. invención
K-2	800	400	0,3	1242	942	4	2484	0,76	1884	0,6	MB	Ej. comparativo
L-1	860	400	0,3	1244	954	10	3934	0,77	3017	0,5	MB	Ej. invención
L-2	860	400	0,3	1276	910	4	2552	0,71	1820	0,8	B	Ej. comparativo
M-1	850	350	0,3	1240	900	10	2921	0,73	2846	0,4	MB	Ej. invención
M-2	850	350	0,3	1255	963	5	2806	0,77	2153	0,5	P	Ej. comparativo
N-1	840	200	0,3	1264	1005	11	4192	0,80	3333	0,4	MB	Ej. invención
N-2	840	200	0,3	1331	1210	3	2305	0,91	2096	0,4	B	Ej. comparativo
O-1	880	250	0,3	1258	972	11	4172	0,77	3224	0,3	MB	Ej. invención
O-2	880	250	0,3	1270	931	9	3810	0,73	2793	U	P	Ej. comparativo
P-1	870	160	0,2	1619	1356	6	3966	0,84	3322	0,2	MB	Ej. invención
P-2	870	160	0,2	1538	1206	2	3439	0,78	2697	0,9	P	Ej. comparativo

(110)* es la relación de intensidad de los rayos X a 1/8 del espesor de la chapa

Ejemplo 6 (Ejemplo de referencia)

5 Se trató el acero mediante el mismo procedimiento que en el Ejemplo 5 hasta el laminado en frío. Se hizo pasar cada chapa de acero laminado en frío a través de una instalación de galvanización aleante por inmersión en caliente, en continuo, para su tratamiento térmico y galvanizado por inmersión en caliente. En este momento, la temperatura máxima del pico se cambió de diversas maneras.

10 Se elevó la temperatura de cada chapa con una velocidad de calentamiento de 20°C/s hasta (la temperatura máxima del pico – 120)°C, luego se elevó la temperatura a una velocidad de elevación de la temperatura de 2°C/s hasta la temperatura máxima del pico, luego se enfrió a una velocidad de enfriamiento de 0,2°C/s hasta (la temperatura máxima del pico – 20)°C, luego se enfrió a una velocidad de enfriamiento de 2°C/s hasta 620°C, luego se enfrió más a una velocidad de enfriamiento de 4°C/s hasta 500°C, luego se enfrió a una velocidad de enfriamiento de 2°C/s hasta 470°C.

15 A continuación, la chapa se sumergió en un depósito de revestimiento (composición del baño: 0,11% Al-Zn, temperatura del baño: 470°C), luego se calentó a una velocidad de elevación de la temperatura de 3°C/s hasta una temperatura de 520°C a 550°C, y se mantuvo allí durante 30 segundos para el tratamiento de aleación, luego se enfrió. El peso base del revestimiento que se hizo por ambos lados fue de aproximadamente 60 g/m². La tasa de reducción del laminado de endurecimiento fue como se muestra en la Tabla 8.

20 A partir de estas chapas de acero se obtuvieron piezas para el ensayo de resistencia a la tracción, JIS N° 5, y se midieron las propiedades de tracción en una dirección perpendicular a la dirección del laminado. Las propiedades de tracción, capacidad de revestimiento, reactividad aleante, y soldabilidad por puntos de las chapas de acero se muestran en la Tabla 8. La soldabilidad por puntos se evaluó de la misma manera que en Ejemplo 5. La capacidad de revestimiento y la reactividad aleante se evaluaron como sigue:

Capacidad de revestimiento:
 B (buena): no hay ausencia de revestimiento
 R (regular): alguna ausencia de revestimiento
 P: (pobre): mucha ausencia de revestimiento

30 Reactividad aleante
 B (buena): no hay aleación irregular en el aspecto superficial
 R(regular): hay algo de aleación irregular en el aspecto superficial
 35 P (pobre): mucha aleación irregular en el aspecto superficial

Tabla 8

	Temperatura máxima de pico, °C	Temperatura de aleación, °C	Tasa de reducción en laminación de endurecimiento, %	TS MPa	YS MPa	EI %	TS x EL ^{1/2}	YR	YR x TS x EL ^{1/2}	(110)*	Soldabilidad por puntos	Capacidad de revestimiento	Reacción aleante
A-1	840	520	1,0	823	640	17	3393	0,78	2639	0,3	MB	B	B
A-2	840	520	1,0	819	518	18	3475	0,63	2198	0,4	B	B	B
B-1	870	520	1,0	813	621	18	3449	0,76	2635	0,4	MB	B	B
B-2	870	520	1,0	816	516	18	3462	0,63	2189	0,6	P	B	R
C-1	870	520	1,0	848	653	16	3392	0,77	2612	0,5	MB	B	B
C-2	870	520	1,0	841	521	16	3364	0,62	2084	0,7	B	B	B
D-1	820	520	1,0	815	645	18	3458	0,79	2737	0,5	MB	B	B
D-2	820	520	1,0	796	483	19	3470	0,61	2105	0,6	P	B	B
E-1	850	520	1,0	834	638	16	3336	0,76	2552	0,5	MB	B	B
E-2	850	520	1,0	815	479	18	3458	0,59	2032	1,2	P	B	R
E-3	850	520	1,0	831	635	13	2996	0,76	2290	0,6	MB	B	B
F-1	790	520	1,0	827	622	18	3509	0,75	2639	0,3	MB	B	B
F-2	790	520	1,0	820	545	14	3068	0,66	2039	0,5	B	B	B
G-1	860	520	1,0	868	516	15	3362	0,59	1998	0,4	P	R	R
G-2	860	520	1,0	852	509	16	3408	0,60	2036	1,1	P	B	B
H-1	850	540	0,7	1032	670	12	3575	0,65	2321	0,5	MB	B	B
H-2	850	540	0,7	1017	524	14	3805	0,52	1961	0,6	P	P	P
I-1	840	540	0,7	999	806	13	3602	0,81	2906	0,3	MB	B	B
I-2	840	540	0,7	889	539	13	3205	0,61	1943	0,6	B	B	B
J-1	840	540	0,7	1028	820	12	3561	0,80	2841	0,2	MB	B	B
J-2	840	540	0,7	1056	602	14	3951	0,57	2252	0,4	P	B	R
K-1	800	550	0,3	1215	919	11	4030	0,76	3048	0,3	MB	B	B
K-2	800	550	0,3	1193	901	7	3156	0,76	2384	0,6	MB	B	B
L-1	860	550	0,3	1250	963	10	3953	0,77	3045	0,7	MB	B	B
L-2	860	550	0,3	1185	701	10	3747	0,59	2217	1,1	B	B	R
M-1	810	550	0,3	1218	886	11	4040	0,73	2939	0,2	MB	B	B
M-2	810	550	0,3	1227	954	7	3246	0,878	2524	0,4	P	B	B
N-1	820	550	0,3	1204	933	13	4341	0,77	3364	0,3	MB	B	B
N-2	820	550	0,3	1316	1185	4	2632	0,90	2370	0,4	B	B	B
O-1	880	550	0,3	1092	816	14	4086	0,75	3053	0,7	MB	B	B
O-2	880	550	0,3	1170	696	14	4218	0,59	2509	1,2	P	B	R
P-1	870	550	0,2	1526	1204	7	4037	0,79	3185	0,3	MB	B	B
P-2	870	550	0,2	1471	901	7	3892	0,61	2384	0,9	B	B	R

(110)* es la relación de intensidad de los rayos X a 1/8 del espesor de la chapa

Ejemplo 7 (Ejemplo de referencia)

5 Cada una de las muestras E-1, E-2, I-1, I-2, L-1, y L-2 de la Tabla 6 se trató de la misma manera que en el Ejemplo 6 hasta la inmersión en el depósito de revestimiento, luego se enfrió al aire, hasta temperatura ambiente. El peso base del revestimiento que se hizo por ambos lados fue de aproximadamente 45 g/m². La tasa de reducción del laminado de endurecimiento fue como se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9

	Temperatura máxima de pico, °C	Tasa de reducción en laminado de endurecimiento, %	TS MPa	YS MPa	EI %	TS x EI ^{1/2}	YR	YR x TS x EI ^{1/2}	(110)*	Soldabilidad por puntos	Capacidad de revestimiento
E-1	850	1,0	846	632	16	3384	0,75	2528	0,4	MB	B
E-2	850	1,0	822	449	18	3487	0,55	1905	1,1	P	B
I-1	840	0,7	1008	816	13	23634	0,81	2942	0,4	MB	B
I-2	840	0,7	916	565	13	3303	0,62	2037	0,6	B	B
L-1	860	0,3	1248	944	10	3947	0,76	2985	0,6	MB	B
L-2	860	0,3	1190	677	10	3763	0,57	2131	0,9	P	B

(110)* es la relación de intensidad de los rayos X a 1/8 del espesor de la chapa

Según la presente invención, es posible obtener una chapa de acero laminado en frío, de alta resistencia y alto límite de elasticidad con una resistencia a la tracción (TS) máxima de 780 MPa, o más, y superior en soldabilidad y ductilidad, chapa de acero galvanizado por inmersión en frío, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, chapa de acero recocido y galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia y alto límite de elasticidad.

5

Por lo tanto, la presente invención expande las aplicaciones de la chapa de acero y contribuye a la mejora de la industria del acero y de las industrias que usan materiales de acero.

REIVINDICACIONES

1. Una chapa delgada de acero laminado en frío, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, superior en la soldabilidad por puntos y ductilidad, caracterizada por:
comprender acero que contiene, en % en masa:
C: por encima de 0,030% a menos de 0,10%,
Si: 0,30 a 0,80%,
Mn: 1,7 a 3,2%,
P: 0,001 a 0,02%,
S: 0,0001 a 0,006%,
Al: 0,060% o menos,
N: 0,0001 a 0,0070%,
que contiene además,
Ti: 0,01 a 0,055%,
Nb: 0,012 a 0,055%,
Mo: 0,07 a 0,55%,
B: 0,0005 a 0,0040%, y
que satisface simultáneamente que,
 $1,1 \leq 14 \times \text{Ti}(\%) + 20 \times \text{Nb}(\%) + 3 \times \text{Mo}(\%) + 300 \times \text{B}(\%) \leq 3,7$,
opcionalmente uno o dos de
Cr: 0,01 a 1,5%, y
Cu: 0,001 a 2,0%,
opcionalmente además, uno o más de Zr, Hf, Ta y V, en una cantidad total de 0,001% a 1%, opcionalmente uno o más de Ca, Mg, La, Y, y Ce, en una cantidad total de 0,0001% a 0,5%, opcionalmente REM que no sean La, Y, y Ce, en una cantidad total de 0,0001% a 0,5%,
siendo el resto hierro y la impurezas inevitables, y que tienen un límite de elasticidad de 0,64 a menos de 0,90, un $\text{TS} \times \text{EI}^{1/2}$ de 3320 o más, un $\text{YR} \times \text{TS} \times \text{EI}^{1/2}$ de 2320 o más, y una resistencia máxima a la tracción (TS) de 780 MPa o más, en el que la relación de intensidad de los rayos X de un plano {100}, paralelo a la superficie de la chapa, a 1/8 del espesor de la chapa de acero es inferior a 1,0.
2. Una chapa de acero galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, superior en soldabilidad por puntos y ductilidad, caracterizado porque una chapa de acero laminado en frío, descrita en la reivindicación 1, se galvaniza por inmersión en caliente.
3. Una chapa de acero galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, superior en soldabilidad por puntos y ductilidad, caracterizado porque una chapa de acero laminado en frío, descrita en la reivindicación 1, se galvaniza por inmersión en caliente, y se alea.
4. Un método de producción de una chapa de acero laminado en frío, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, superior en soldabilidad por puntos y ductilidad, caracterizado por:
calentar un planchón colado que contiene los componentes químicos descritos en la reivindicación 1, a 1160°C, o más, directamente o después de enfriar una vez,
laminarlo en caliente finalizando a la temperatura de transformación Ar_3 o más,
enfriar la chapa desde el final del laminado en caliente hasta 650°C a una velocidad media de enfriamiento de 25 a 70°C/s,
bobinarla a una temperatura de 750°C o menos, y luego decaparla,
laminar en frío a una tasa de reducción del 30 al 80%,
hacerla pasar a través de una línea de recocido continuo haciendo que durante la cual la velocidad media de calentamiento hasta 700°C sea de 10 a 30°C/s y haciendo que la temperatura máxima de calentamiento sea de 750°C a 950°C,
enfriarla en el proceso de enfriamiento, después de calentar, con una velocidad media de enfriamiento de 5°C/s o más, en el intervalo de 500 a 600°C, mantener opcionalmente la chapa de acero en el intervalo de 100 a 500°C durante 60 segundos o más,
darla un laminado de endurecimiento con una tasa de reducción de 0,1% a 4,0%.
5. Un método de producción de una chapa de acero galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, superior en soldabilidad por puntos y ductilidad, según la reivindicación 4, comprendiendo el método los pasos de:
hacer pasar dicha chapa de acero laminado en frío a través de una línea de galvanización por inmersión en frío, como la línea de recocido continuo, haciendo que durante el cual la velocidad media de calentamiento, hasta 700°C, sea de 10 a 30 °C/s, y haciendo que la temperatura máxima de calentamiento sea de 750°C a 950°C,
enfriarla en el proceso de enfriamiento, después de calentar, con una velocidad media de enfriamiento de 5°C/s o más, en el intervalo de 500 a 600°C,
enfriarla a (temperatura del baño de revestimiento de cinc - 40°C) a (temperatura del baño de revestimiento de cinc + 50°C),

sumergirla en el baño de revestimiento de cinc, y
darla un laminado de endurecimiento con una tasa de reducción de 0,1% a 4,0%.

- 5 6. Un método de producción de una chapa de acero recocido y galvanizado por inmersión en caliente, de alta resistencia y alto límite de elasticidad, superior en soldabilidad por puntos y ductilidad, según la reivindicación 5, comprendiendo el método además el paso de, después de la inmersión en el baño de revestimiento de cinc, alearla a una temperatura de 480°C, o más,