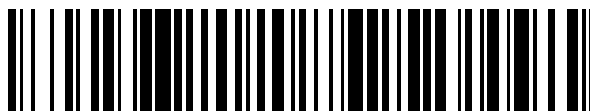


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 818 104**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/50	(2006.01)
C21D 8/06	(2006.01)	C21D 1/60	(2006.01)
C22C 38/54	(2006.01)	C21D 9/00	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)	C21D 1/18	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)	C21D 7/06	(2006.01)
C22C 38/06	(2006.01)		
C22C 38/42	(2006.01)		
C22C 38/44	(2006.01)		
C22C 38/46	(2006.01)		
C22C 38/48	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.03.2015 PCT/JP2015/001642**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **01.10.2015 WO15146141**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2015 E 15769463 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3124638**

54 Título: **Acero estabilizador que tiene alta resistencia y excelente resistencia a la corrosión, estabilizador del vehículo que lo emplea y método para fabricar el mismo**

30 Prioridad:

24.03.2014 JP 2014060687

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2021

73 Titular/es:

**NHK SPRING CO., LTD. (50.0%)
10, Fukuura 3-chome, Kanazawa-ku
Yokohama-shi, Kanagawa 236-0004, JP y
JFE STEEL CORPORATION (50.0%)**

72 Inventor/es:

**FUKUOKA, KAZUAKI;
TOMITA, KUNIKAZU;
TANGE, AKIRA;
KURIMOTO, KIYOSHI y
GOTO, YURIKA**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 818 104 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

Acero estabilizador que tiene alta resistencia y excelente resistencia a la corrosión, estabilizador del vehículo que lo emplea y método para fabricar el mismo

5

Campo Técnico

La descripción se refiere a un material de acero estabilizador, un estabilizador de vehículo y un método para fabricar un estabilizador de vehículo.

10

Antecedentes

Un estabilizador es una parte importante de seguridad en un mecanismo de suspensión que reduce el balanceo de un vehículo durante el viraje y mejora la calidad del viaje y la estabilidad de conducción. Dado que el estabilizador reduce la inclinación del cuerpo del vehículo mediante la acción del resorte, el acero como materia prima debe tener suficiente resistencia, dureza y durabilidad.

15

Por lo tanto, los estabilizadores convencionales han sido fabricados, después de cortar un material de acero laminado en caliente de acero de carbono tal como S48C o acero para resortes tal como SUP9 en dimensiones predeterminadas, mediante forjado en caliente y doblado del material de acero, y realizando además un enfriamiento-templado en aceite para refinar térmicamente el material de acero a una resistencia predeterminada. Sin embargo, en los últimos años ha aumentado la demanda para omitir el tratamiento térmico y mejorar la productividad y la eficiencia, para reducir los costes.

20

Para satisfacer esta demanda, el documento JP H11-323495 A (PTL 1) describe un acero con una composición química en la que se añaden Nb, Ti y B a un acero de 0,13 % a 0,35 % de C - 0,1 % a 1,8 % de Si - 0,8 % a 1,8 % de Cr, como acero laminado para resortes o acero en barras no tratado térmicamente que, sin sufrir una gran deformación o enfriamiento-templado después del laminado en caliente, tiene una alta resistencia de 120 kgf/mm² a 150 kgf/mm² como laminado en caliente, tiene excelente ductilidad y dureza y capacidad de trabajo de doblado en frío, y puede trabajarse en un resorte, un estabilizador, etc.

25

30

El documento JP 2000-17390 A (PTL 2) describe un material de acero de alta resistencia no tratado térmicamente para un miembro del mecanismo de absorción/recuperación de impactos, tal como un estabilizador, que tiene una resistencia de 1150 MPa o más y buena capacidad de trabajo en frío. Para lograr la resistencia deseada en el estado no tratado térmicamente como el laminado en caliente, un acero con una composición en la que se agregan V como elemento principal y otros elementos de endurecimiento por precipitación en combinación, se lamina en caliente a baja temperatura y después se enfría a una velocidad de enfriamiento adecuada.

35

El documento WO 2011/111623 A1 (PTL 3) describe un estabilizador producido mediante formación en frío y después enfriamiento-templado de un acero obtenido mediante la adición de Ti y B a un acero de 0,24 % a 0,40 % de C - 0,15 % a 0,40 % de Si - 0,50 % a 1,20 % de Mn - 0,30 % o menos de Cr.

40

El documento JP 2012-237040 A (PTL 4) describe un estabilizador usado como temple con agua después de la conformación en frío o conformación en caliente de un acero obtenido mediante la adición de Ti, Nb y Al a un acero de 0,15 % a 0,35 % de C - más de 0,60 % y hasta 1,5 % de Si - 1 % a 3 % de Mn - 0,3 % a 0,8 % de Cr donde el intervalo de Ti + Nb está limitado.

45

El documento JP 2007 131871 A (D1) describe un acero para endurecimiento por inducción. El acero tiene una composición que consiste de 0,35 a 0,65 % de C, ≤0,50 % de Si, 0,65 a 2,00 % de Mn, ≤0,015 % de P, 0,003 a 0,080 % S, 0,05 a 0,50 % de Mo, ≤0,10 % de Al, ≤0,0070 % de N, ≤0,0020 % de O y el resto Fe con impurezas y también tiene una estructura en la que la martensita comprende ≥70 % por fracción de área. Uno o más tipos entre los elementos de los siguientes grupos puede estar contenido: (grupo 1) 0,0005 a 0,0050 % de B, ≤ 0,045 % de Ti y 3,4N a (3,4N+0,02) %; (grupo 2) uno o más tipos entre ≤0,20 % de Cu, ≤0,20 % de Ni, ≤0,20 % de Cr, ≤0,30 % de Nb y ≤0,20 % de V; (grupo 3) uno o más tipos entre ≤0,01 % de Ca, ≤0,30 % de Pb, ≤0,03 % de Bi y ≤0,10 % de Te.

50

El documento EP 2708612 A1 (D2) describe un acero, diseñado para la resistencia a la corrosión y dureza a baja temperatura, para su uso como parte del resorte de la suspensión de un vehículo. El acero comprende 0,15 a 0,35 % en masa de C, más del 0,6 % en masa pero 1,5 % en masa o menos de Si, 1 a 3 % en masa de Mn, 0,3 a 0,8 % en masa de Cr, 0,005 a 0,080 % en masa de Al sol. , 0,005 a 0,060 % en masa de Ti, 0,005 a 0,060 % en masa de Nb, no más de 150 ppm de N, no más de 0,035 % en masa de P, no más de 0,035 % en masa de S, 0,01 a 1,00 % en masa de Cu y, 0,01 a 1,00 % en masa de Ni, el resto que consiste de Fe e impurezas inevitables, con Ti + Nb ≤ 0,07 % en masa, y tiene una resistencia a la tracción no inferior a 1,300 MPa.

55

60

Lista de citas

65

Referencias de patentes

PTL 1: JP H11-323495 A
PTL 2: JP 2000-17390 A
PTL 3: WO 2011/111623 A1
PTL 4: JP 2012-237040 A
5 D1: JP 2007 131871 A
D2: EP 2708612 A1

Resumen

10 Problema técnico

Sin embargo, las técnicas descritas en PTL 1 y PTL 2 tienen dificultades para reducir el coste debido al alto coste de la aleación.

15 La técnica descrita en PTL 3 puede reducir el coste, pero a menudo es problemática en términos de durabilidad y especialmente en términos de resistencia sostenible a la corrosión. Por tanto, la técnica es incapaz de mejorar la durabilidad como se desea.

20 El material de acero descrito en PTL 4 no tiene una dureza mejorada como se desea, y varía en durabilidad.

En los últimos años, la industria ha exigido no sólo la reducción de los costes, sino también procesos de fabricación con menos carga para el entorno global, como la eliminación de desechos líquidos residuales en los sitios de fabricación, a partir de una mayor conciencia de los problemas ambientales globales.

25 Particularmente en el caso de la fabricación de estabilizadores, se necesitan procesos de enfriamiento-templado mediante templado en aceite después de la conformación en caliente, en dependencia de la composición química de la materia prima. La eliminación del aceite de desecho usado en tales procesos impone una carga al entorno global, por lo que son convenientes los procesos que evitan el uso de aceite.

30 Otro método de templado es el templado con agua. Sin embargo, el enfriamiento con agua necesita ser seguido mediante recalentamiento-templado. Este recalentamiento-templado requiere un alto coste de implementación, por lo que es conveniente omitir el recalentamiento-templado.

35 Además, se ha hecho más difícil que antes reducir el peso del vehículo, debido a la instalación de equipos de seguridad, facilidades para un ambiente confortable, y celdas de combustible asociadas con la obtención de la seguridad y el confort y la transformación de los vehículos en vehículos eléctricos o híbridos. Esto ha aumentado la necesidad de partes de la suspensión que aseguren la dureza además de una mayor resistencia. Un estabilizador como parte importante de la seguridad no sólo necesita tener alta resistencia y alta dureza, sino que también necesita hacer frente a los climas fríos y, por lo tanto, es importante asegurar la dureza a bajas temperaturas, así como también la dureza a temperatura normal.

40 Podría ser útil proporcionar un acero estabilizador altamente duradero que tenga una resistencia a la tracción de 1200 MPa o más y una excelente dureza a temperatura normal y a bajas temperaturas y que se use en un proceso de fabricación ambientalmente amistoso a un coste menor, un estabilizador de vehículos que emplee, o use, el acero estabilizador, y un método para la fabricación del estabilizador del vehículo.

45 Solución al problema

50 Como resultado de la realización de un estudio intensivo para resolver los problemas antes mencionados, se descubrió que el uso de agua como medio de enfriamiento puede mejorar la resistencia del estabilizador incluso con un material que tiene una menor capacidad de endurecimiento por enfriamiento, y una alta dureza, así como también se puede lograr una alta resistencia seleccionando una composición de acero específica en vista de este proceso.

55 En el caso de usar enfriamiento con agua, la resistencia del material de acero se determina aproximadamente por el contenido de C, y un contenido de C mayor tiende a provocar una menor dureza. También se llevó a cabo un estudio intensivo sobre este punto, y se descubrió que, al reducir el Si mientras se añade B y al añadir una pequeña cantidad de Mo en la composición del acero, la dureza y, por lo tanto, la durabilidad del material de acero mejoran significativamente mientras se mantiene una alta resistencia.

60 Además, se estudió la resistencia a la corrosión requerida de los estabilizadores, y se descubrió que la inclusión de pequeñas cantidades de Cu y Ni dentro de un intervalo definido mejora aún más la resistencia a la corrosión de la matriz. También se descubrió que, durante el uso del material de acero después del recubrimiento, este efecto de mejora de la resistencia a la corrosión también ralentiza el desarrollo de fosas de corrosión en los sitios de exfoliación del recubrimiento.

65 Esta descripción se basa en los descubrimientos antes mencionados y estudios adicionales.

En un primer aspecto, la invención proporciona un acero estabilizador que consiste en, % en masa: C: 0,21 % a 0,35 %; Si: 0,60 % o menos, pero sin incluir el 0 %; Mn: 0,30 % a 1,50 %; P: 0,035 % o menos; S: 0,035 % o menos; Cu: 0,05 % a 0,35 %; Ni: 0,03 % a 0,15 %; Cr: 0,05 % a 0,80 %; Mo: 0,003 % a 0,050 %; sol. Al: 0,005 % a 0,080 %; y B: 0,0005 % a 0,0100 %, y

5 opcionalmente, en % en masa, uno o más seleccionados de Ca: 0,010 % o menos; Pb: 0,5 % o menos; Ti: 0,005 % a 0,050 %; V: 0,005 % a 0,050 %; y Nb: 0,005 % a 0,050 %, con un resto de Fe e impurezas incidentales, en donde la suma del contenido de Cu y el contenido de Ni es 0,15 % o más, y el tamaño del grano de cristal después del enfriamiento con agua está en un intervalo de 7,5 a 10,5 en número de tamaño del grano de cristal de austenita anterior de acuerdo con JIS G 0551, y el estabilizador de acero tiene una resistencia a la tracción de 1200 MPa o más.

En un segundo aspecto, la invención proporciona un método para fabricar un estabilizador en la producción de estabilizadores de vehículos, el método que comprende: laminar el estabilizador de acero de acuerdo con la reivindicación 1 en una barra de acero o en una varilla de alambre; después de laminar el estabilizador de acero, conformar en frío la barra de acero o la varilla de alambre en forma de estabilizador; y calentar el estabilizador conformado a un intervalo de [una temperatura de austenización + 50 °C] o más y menos de 1050 °C; o calentar la barra de acero o la varilla de alambre a un intervalo de [una temperatura de austenización + 50 °C] o más y menos de 1050 °C, para formar la barra de acero o la varilla de alambre en forma de estabilizador; o calentar la barra de acero o la varilla de alambre a un intervalo de [una temperatura de austenización de + 50 °C] o más y 1250 °C o menos, para formar la barra de acero o la varilla de alambre en una forma de estabilizador, enfriar con aire el estabilizador formado a una temperatura normal; recalentar el estabilizador enfriado a un intervalo de [una temperatura de austenización + 50 °C] y menos de 1050 °C; y después enfriar directamente con agua el estabilizador.

Efectos ventajosos

25 Con la descripción, se obtiene un estabilizador que tiene una resistencia a la tracción de 1200 MPa o más y una excelente dureza a temperatura normal y a bajas temperaturas mediante un proceso de fabricación ambientalmente amistoso a menor coste, que es industrialmente muy útil.

30 Descripción detallada

A continuación, se describen las razones de las limitaciones en la descripción. La representación de % más abajo es % en masa a menos que se indique de cualquier otra manera.

35 C: 0,21 % a 0,35 %

C es un elemento necesario para asegurar una resistencia predeterminada del acero. Para alcanzar una resistencia a la tracción de 1200 MPa o más, el contenido de C debe ser de 0,21 % o más. Si el contenido de C excede de 0,35 %, el carburo se vuelve excesivo, y tanto la resistencia a la corrosión como la dureza disminuyen demasiado. Por tanto, el límite superior es de 0,35 %.

En la descripción, mediante el uso de un material de acero con bajo contenido de carbono como materia prima del estabilizador, se previene la aparición de grietas en el enfriamiento con agua que se espera que ocurran mediante el uso de materias primas estabilizadoras convencionales, y se mejora la dureza y la resistencia a la corrosión del material de acero para lograr un estabilizador más seguro.

Si: 0,60 % o menos (sin incluir 0 %)

50 El Si es necesario para la desoxidación durante la fabricación del acero, y efectivo en el fortalecimiento de la solución sólida para la matriz y la mejora de la resistencia al hundimiento como resorte. En consecuencia, la adición de Si es esencial. Sin embargo, si el contenido de Si supera el 0,60 %, la dureza se degrada y, así se degrada la durabilidad. Por lo tanto, el límite superior del contenido de Si es 0,60 %.

Mn: 0,30 % a 1,50 %

55 El contenido de Mn necesita ser del 0,30 % o más, para mejorar la capacidad de endurecimiento por enfriamiento del acero y asegurar su resistencia. Si el contenido de Mn excede el 1,50 %, aumenta la segregación o microsegregación central, causando que se degrade la dureza del acero. Por lo tanto, el límite superior del contenido de Mn es 1,50 %.

60 P: 0,035 % o menos

El P es un elemento de impureza que incidentalmente permanece o entra en el proceso de fabricación de acero, y se segrega en el límite del grano del cristal para causar la degradación de la dureza. Sin embargo, se permite 0,035 % o menos de P.

65 S: 0,035 % o menos

ES 2 818 104 T3

- 5 El S es un elemento de impureza que incidentalmente permanece o entra en el proceso de fabricación de acero, y se segrega en el límite del grano del cristal para causar degradación de la dureza, como con P. Además, si MnS como inclusión se vuelve excesivo, conduce a disminuir tanto la dureza como la resistencia a la corrosión. Sin embargo, se permite 0,035 % o menos de S.
- Cu: 0,05 % a 0,35 %
- 10 El Cu es un elemento efectivo para mejorar la resistencia a la corrosión. Para lograr el efecto, el contenido de Cu necesita ser del 0,05 % o más. Si el contenido de Cu excede el 0,35 %, el efecto se satura, lo cual no es económico. Por lo tanto, el límite superior del contenido de Cu es 0,35 %.
- Ni: 0,03 % a 0,15 %
- 15 El Ni es un elemento que mejora la resistencia a la corrosión, como con el Cu. Para lograr el efecto, el contenido de Ni necesita ser del 0,03 % o más, además del contenido de Cu en el intervalo antes mencionado. Si el contenido de Ni excede el 0,15 %, el efecto se satura, lo cual no es económico (el Ni es un elemento metálico escaso y caro producido en limitados países). Por lo tanto, el límite superior del contenido de Ni es 0,15 %.
- 20 Cr: 0,05 % a 0,80 %
- 25 El Cr aumenta la capacidad de dureza por enfriamiento y mejora la resistencia, pero también afecta la resistencia a la corrosión. Para asegurar una resistencia a la tracción de 1200 MPa o más, el contenido de Cr necesita ser del 0,05 % o más. Si el contenido de Cr excede el 0,80 %, el carburo que contiene Cr durante el templado precipita excesivamente y la resistencia a la corrosión disminuye significativamente. Por lo tanto, el límite superior del contenido de Cr es 0,80 %.
- Mo: 0,003 % a 0,050 %
- 30 El Mo mejora la capacidad de dureza por enfriamiento. Al mismo tiempo, en el caso del uso de enfriamiento con agua, la adición de al menos una pequeña cantidad de Mo mejora la dureza. El efecto se logra cuando el contenido de Mo es del 0,003 % o más. Sin embargo, dado que el Mo es caro, si el contenido de Mo excede el 0,050 %, sólo aumenta el coste del material, lo cual no es económico. Por lo tanto, el contenido de Mo es 0,050 % o menos.
- sol. Al: 0,005 % a 0,080 %
- 35 sol. Al es una abreviatura para aluminio en solución sólida, e indica Al soluble en sol. ácido. El Al es un elemento importante como desoxidante en la fabricación de acero. Para lograr el efecto, la sol. El contenido de Al necesita ser del 0,005 % o más. Si la sol. El contenido de Al excede el 0,080 %, el óxido y el nitruro se vuelven excesivos, y no sólo disminuye la resistencia a la corrosión sino también la dureza. El límite superior de la sol. Por lo tanto, el contenido de Al es 0,080 %.
- 40 B: 0,0005 % a 0,0100 %
- 45 B es un elemento que contribuye significativamente a la capacidad de dureza por enfriamiento. B aumenta la capacidad de dureza por enfriamiento sin disminuir la dureza, mejorando así la resistencia. B también refuerza el límite del grano del cristal después del enfriamiento, para mejorar la durabilidad. Para lograr estos efectos, el contenido de B necesita ser 0,0005 % o más. Si el contenido de B excede el 0,0100 %, estos efectos se saturan, lo cual es desventajoso en términos de coste. Por lo tanto, el contenido de B está en el intervalo de 0,0005 % a 0,0100 %.
- 50 Contenido de Cu + contenido de Ni: 0,15 % o más
- En la descripción, es esencial que la suma del contenido de Cu y el contenido de Ni en el acero sea de 0,15 % o más.
- 55 Al establecer la suma del contenido de Cu y el contenido de Ni en 0,15 % o más, la resistencia a la corrosión de la matriz del acero mejora aún más, de modo que se ralentiza el desarrollo de fosas de corrosión en los sitios de exfoliación del recubrimiento cuando se usa el acero después del recubrimiento. El límite superior de la suma del contenido de Cu y el contenido de Ni puede ser del 0,50 %, es decir, la suma de los respectivos límites superiores del contenido de Cu y el contenido de Ni.
- 60 Si bien los componentes esenciales del acero se han descrito anteriormente, el material de acero puede contener además los siguientes elementos, según sea apropiado, como componentes que mejoran aún más las propiedades del material de acero industrialmente.
- Ti: 0,005 % a 0,050 %
- 65 El Ti forma un carbonitruro en el acero, y es un elemento efectivo en la mejora de la resistencia y el refinamiento del grano de cristal. Para lograr estos efectos, el contenido de Ti necesita ser de 0,005 % o más. Si el contenido de Ti excede el

ES 2 818 104 T3

0,050 %, el carbonitruro se vuelve excesivo, y ambas la resistencia a la corrosión y la dureza disminuyen. Por lo tanto, el límite superior del contenido de Ti es 0,050 %. En consecuencia, en el caso de añadir Ti, el contenido de Ti está en el intervalo de 0,005 % a 0,050 %.

5 V: 0,005 % a 0,050 %

V está presente en el acero como carburo o nitruro, y sirve para mejorar la resistencia del material. Para lograr el efecto, el contenido de V necesita ser de 0,005 % o más. Sin embargo, como el V es un elemento caro, si el contenido de V excede el 0,050 %, sólo aumenta el coste del material. En consecuencia, en el caso de añadir V, el contenido de V está en el intervalo de 0,005 % a 0,050 %.

Nb: 0,005 % a 0,050 %

15 El Nb refina la estructura y mejora la resistencia del material, y previene también la degradación de la dureza. Para lograr estos efectos, el contenido de Nb necesita ser de 0,005 % o más. Si el contenido de Nb excede el 0,050 %, las propiedades se saturan y sólo aumenta el coste del material. En consecuencia, en el caso de añadir Nb, el contenido de Nb está en el intervalo de 0,005 % a 0,050 %.

Otros elementos aditivos

20 Además de los elementos aditivos antes mencionados, otros elementos que mejoran la maquinabilidad tales como Ca y Pb, pueden añadirse en cantidades mínimas. Al limitar el contenido de Ca al 0,010 % o menos y el contenido de Pb al 0,5 % o menos, se puede mejorar aún más la perforabilidad de los extremos del estabilizador sin perjudicar particularmente los efectos de la descripción.

25 El resto en el material de acero de acuerdo con la descripción es Fe e impurezas incidentales.

Tamaño del grano de cristal de austenita anterior, número de tamaño del grano de cristal: 7,5 a 10,5

30 La resistencia a la tracción deseada en la descripción es alta, es decir, 1200 MPa o más. Para lograr este nivel de resistencia con el enfriamiento, la dureza necesita asegurarse al refinar el tamaño del grano de cristal en un grado predeterminado o más. Por otro lado, si el tamaño del grano de cristal se refina demasiado, la capacidad de dureza por enfriamiento es insuficiente, y no puede alcanzarse la resistencia deseada.

35 En vista de ello, en la descripción, el tamaño del grano de cristal del material de acero se limitó al intervalo de 7,5 a 10,5 en el número del tamaño del grano de cristal de austenita anterior. Preferentemente, el tamaño del grano de cristal del material de acero está en el intervalo de 8,5 a 10,5 en el número del tamaño del grano de cristal de austenita anterior. El tamaño del grano de cristal en la descripción puede medirse como se prescribió en el documento JIS G 0551.

40 En detalle, una imagen de observación microscópica de cada campo de un microscopio óptico con 100 aumentos se compara con los gráficos estándar en el documento JIS G 0551, para determinar el número de tamaño del grano de cristal. Se miden 10 campos por muestra, y su valor promedio se calcula como una medición. En los gráficos estándar, la unidad más pequeña es el número de tamaño del grano de cristal en incrementos de 1. Sin embargo, en el caso que los granos del cristal en un campo del microscopio sean intermedios entre dos gráficos estándar, se usa la expresión 0,5. Por ejemplo, en el caso donde los granos del cristal (imagen de observación) en un campo del microscopio sean intermedios entre el gráfico estándar de tamaño del grano número 7 y el gráfico estándar de tamaño del grano número 8, el número de tamaño del grano de cristal se determina como 7,5. El tamaño del grano de cristal de austenita antes mencionado es el tamaño del grano de la estructura de austenita en el enfriamiento-calentamiento.

50 En la descripción, las condiciones de fabricación del estabilizador no están particularmente limitadas, excepto la temperatura de enfriamiento. El estabilizador puede fabricarse en condiciones convencionales mediante el uso del acero del estabilizador ajustado a la composición preferente antes mencionada. En detalle, el estabilizador puede fabricarse en las condiciones que se describen más abajo.

55 Condición de laminación

60 En lo que respecta a laminación de barras de acero o laminado de varillas de alambre, no se requiere el laminado en la descripción bajo una condición especial. La temperatura de calentamiento del laminado previo no está particularmente limitada, y puede ser la misma que una condición de calentamiento de la varilla de alambre convencional o la barra de acero. En detalle, el calentamiento puede realizarse en el intervalo de temperatura de 900 °C a 1250 °C. La temperatura de suministro del terminador puede estar en el intervalo de 900 °C a 1100 °C, es decir, la misma que la temperatura de suministro del terminador convencional para la varilla de alambre o la barra de acero.

65 Conformado en forma de estabilizador

En la descripción, el acero laminado en una barra de acero o una varilla de alambre como se mencionó anteriormente se conforma en frío en una forma de estabilizador. La condición de formación puede ser una condición de conformación en frío convencional.

5 Condición de calentamiento después de la conformación en frío y antes del enfriamiento

El método de calentamiento después de la conformación del estabilizador y antes del enfriamiento no está particularmente limitado, siempre que se satisfaga la condición de temperatura descrita más abajo. El calentamiento puede realizarse en un horno de enfriamiento convencional bajo una atmósfera de gas inerte, para lograr una dureza suficiente del material de acero de 1200 MPa o más en la resistencia a la tracción después del enfriamiento. Por ejemplo, pueden usarse medios de calentamiento por inducción de alta frecuencia o medios de calentamiento de corriente directa. Los medios de calentamiento por inducción de alta frecuencia incluyen no sólo un horno de calentamiento por inducción de alta frecuencia, sino también un dispositivo de bobina de calentamiento por inducción de alta frecuencia que tiene bobinas para encerrar fácilmente el objeto de calentamiento. Los medios de calentamiento de corriente directa incluyen un calentador de corriente directa que tiene ambos polos terminales para pasar directamente la corriente a través del objeto de calentamiento para causar el calentamiento por resistencia.

Los medios de calentamiento son preferentemente medios de calentamiento de cualquiera de los sistemas de calentamiento eléctrico, calentamiento de horno y calentamiento por inducción de alta frecuencia, para la productividad y similares.

Temperatura de calentamiento antes del enfriamiento: [temperatura de austenización + 50 °C] o más y menos de 1050 °C

Para optimizar el tamaño del grano de austenita anterior que afecta la capacidad de dureza por enfriamiento, el límite inferior de la temperatura de calentamiento es [la temperatura de austenización (A_{c3}) + 50 °C]. Si el límite superior es demasiado alto, los granos de cristal se vuelven más gruesos, lo que puede tener efectos adversos tales como que el número de tamaño del grano de cristal de austenita anterior no esté dentro del intervalo descrito o que la descarburación sea insuficiente. Por lo tanto, el límite superior de la temperatura de calentamiento es inferior a 1050 °C. El límite superior es preferentemente 1030 °C, y con mayor preferencia 1000 °C.

30 Condición de enfriamiento después del calentamiento

Después del calentamiento, se realiza directamente el enfriamiento con agua.

35 En la descripción el enfriamiento con agua puede realizarse mediante el uso de un método convencional. Por ejemplo, es preferente una condición como el enfriamiento por inmersión en un tanque de agua o el enfriamiento por ducha.

Condición de calentamiento en el conformado por flexión en caliente

40 En la descripción, el conformado en forma de estabilizador puede ser conformado en caliente en lugar de conformado en frío.

La condición de calentamiento en este caso puede ser la condición de calentamiento antes mencionada después del conformado en frío y antes del enfriamiento.

45 Conformado en forma de estabilizador

El acero se conforma en caliente en forma de estabilizador. La condición aquí es convencionalmente conocida conformado en troquel mediante el uso de un troquel específico.

50 Condición de enfriamiento después del calentamiento

Después del calentamiento y el conformado, se realiza directamente el enfriamiento con agua. La condición de enfriamiento antes mencionada (medios) después del calentamiento puede usarse aquí.

55 Típicamente, es económico realizar el enfriamiento inmediatamente después del conformado en caliente como se mencionó anteriormente. Sin embargo, debido a las limitaciones de tiempo o ubicación, el estabilizador se enfría una vez a temperatura normal después del conformado en caliente y después se recalienta y se enfría en algunos casos.

60 La condición de calentamiento para el conformado en caliente en tal caso puede ser la condición de calentamiento antes mencionada para el conformado en caliente, pero el límite superior permitido es aproximadamente 1250 °C.

Temperatura de recalentamiento: [temperatura de austenización + 50 °C] o más y menos de 1050 °C

65 En el caso de enfriar el estabilizador a temperatura normal una vez después del conformado en caliente y después recalentar y enfriar el estabilizador, el recalentamiento se realiza preferentemente con un límite inferior de [la temperatura

de austenización + 50 °C], y un límite superior de 1050 °C en consideración de efectos adversos tales como el engrosamiento del grano de cristal y la descarburación.

5 Los medios de calentamiento pueden ser cualquiera de los hornos de calentamiento, calentamiento por inducción de alta frecuencia, y calentamiento por corriente directa, como con la condición de calentamiento para el conformado en caliente.

Condición de enfriamiento después del recalentamiento

10 Después del recalentamiento, se realiza directamente el enfriamiento con agua. La condición de enfriamiento antes mencionada (medios) después del calentamiento puede usarse aquí.

15 En la descripción, el estabilizador enfriado puede someterse adicionalmente a uno o más seleccionados de un proceso de martilleo por impacto, un proceso de granallado, un proceso de recubrimiento y un proceso de secado en horno. La condición, instalación, etc. usada en cada uno de los procesos de martilleo por impacto, el proceso de granallado, los procesos de recubrimiento, y los procesos de secado en horno pueden cumplir con los métodos convencionales.

EJEMPLOS

20 Primer ejemplo

Los aceros que tienen las composiciones químicas que se muestran en las Tablas 1-1 y 1-2 se obtuvieron cada uno por fabricación de acero (150 kg) mediante disolución de prueba, hecho en un lingote de acero, soldado para formar un tocho que mide 160 mm por lado, y laminado en caliente en una materia prima de 20 mm de diámetro. El material laminado se cortó y se sometió a un proceso de enfriamiento, y se llevaron a cabo una prueba de tracción, una prueba de impacto, una prueba de anticorrosión y una determinación previa del tamaño del grano de cristal de austenita. El resto en cada una de las composiciones de acero mostradas en las Tablas 1-1 y 1-2 fue Fe e impurezas incidentales.

25 (1) El proceso de enfriamiento se realizó de la siguiente manera: Cada material de acero se calentó durante 30 minutos a la temperatura obtenida añadiendo 50 °C a la temperatura de austenización (A_{c3}) calculada mediante el uso de la composición química del acero y la siguiente ecuación (redondeada a un número entero), y después se enfrió. Después de esto, cada material de acero, excepto el acero No. 22, se calentó a 180 °C que es el límite superior de temperatura en el proceso de recubrimiento, y después se enfrió al aire. El acero No. 22, después de templado con una temperatura de 550 °C, se calentó a 180 °C y se enfrió al aire.

$$35 \quad A_{c3} (\text{°C}) = 908 - 2,237 \times \%C \times 100 + 0,4385 \times \%P \times 1000 + 0,3049 \times \%Si \times 100 - 0,3443 \times \%Mn \times 100 - 0,23 \times \%Ni \times 100 + 2 \times (\%C \times 100 - 54 + 0,06 \times \%Ni \times 100)$$

(De: Tecnología de Tratamiento con Calor, P81).

(2) La prueba de tracción se realizó mediante el uso de una pieza de prueba JIS No. 4.

40 (3) La prueba de impacto se realizó mediante el uso de una pieza JIS No. 3 (profundidad de muesca U: 2 mm) a temperaturas de prueba de 20 °C y -40 °C.

La evaluación de la dureza en la Tabla 2 se hizo en base a los resultados de la prueba de impacto Charpy, donde cada muestra cuya medición de energía absorbida fue menor a 80 (J/cm²) a 20 °C o menos de 40 (J/cm²) a -40 °C se determinó como rechazada, y cada muestra cuya medición de energía absorbida fue de 80 (J/cm²) o más a 20 °C y 40 (J/cm²) o más a -40 °C se determinó como aceptado.

45 (4) La prueba de anticorrosión se realizó de la siguiente manera: Se recogió una pieza de prueba en forma de placa de 20 mm de ancho, 50 mm de longitud y 5 mm de grosor de cada material de barra redonda tratado con calor a una resistencia predeterminada, y se llevó a cabo una prueba de corrosión mediante secado y humidificación repetidos con un intervalo de 15 mm en ancho y 40 mm en longitud en la pieza de prueba en forma de placa, que se fijó como superficie de corrosión (mientras se enmascararan las otras partes), para medir la pérdida de peso por la corrosión.

50 En el secado y la humidificación repetidos, se realizó un ciclo = "<NaCl al 5 %, 35 °C> x 8 horas + <RH al 50 %, 35 °C> x 16 horas" durante 10 ciclos. La pérdida de peso por corrosión se calculó midiendo el peso antes y después de la prueba de corrosión y dividiendo la diferencia de peso por el área de corrosión. Aquí, la eliminación de herrumbre se realizó mediante el uso de una solución acuosa de citrato de hidrógeno de amonio al 20 % a 80 °C.

55 En la evaluación de la anticorrosión en las Tablas 2-1 y 2-2, cada muestra cuya pérdida de peso por corrosión fue 1000 (g/m²) o más se determinó como rechazada, y cada muestra cuya pérdida de peso por corrosión fue inferior a 1000 (g/m²) se determinó como aceptada.

60 (5) La determinación anterior del tamaño del grano de cristal de austenita (número del tamaño del grano) se realizó como sigue: De acuerdo con el documento JIS G 0551, los granos de cristal se desarrollaron por enfriamiento-templado (Gh), y la determinación se realizó por comparación con los gráficos estándar.

Además, se realizó una prueba de fatiga por torsión en forma de barra para evaluar la durabilidad (resistencia a la fatiga) de la materia prima del estabilizador. En la prueba de fatiga por torsión, se obtuvo una barra de 20 mm de diámetro en sección transversal mediante el laminado del lingote de acero de cada composición, el corte a una longitud de 220 mm, y someterlo a calentamiento eléctrico, enfriamiento y templado por calentamiento en horno bajo las condiciones de

ES 2 818 104 T3

temperatura mostradas en las Tablas 2-1 y 2-2, produciendo de este modo una pieza de prueba. La parte de 100 mm de longitud que se extiende desde el centro hacia ambas caras extremas de la pieza de prueba por 50 mm se puso bajo la misma condición de secado y humificación repetida que la prueba de corrosión, específicamente, un ciclo = "< NaCl al 5 %, 35 °C> × 8 horas + <RH al 50 %, 35 °C> × 16 horas ", para un total de 3 ciclos. Después de esto, se realizó una prueba de fatiga por torsión pulsante con un extremo fijo. La evaluación se realizó en base al esfuerzo máximo después de 100 000 repeticiones.

Tabla 1-1

% en masa																
Acero No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	sol.Al	B	Ti	Nb	V	Cu+Ni	Categoría
1	0,19*	0,23	0,78	0,021	0,032	0,15	0,06	0,06	0,030	0,021	0,0032	0,025	-	-	0,21	Acero comparativo
2	0,36*	0,21	0,68	0,025	0,025	0,14	0,04	0,08	0,011	0,023	0,0031	0,024	-	-	0,18	Acero comparativo
3	0,22	0,64*	0,77	0,022	0,024	0,13	0,05	0,07	0,012	0,025	0,0033	0,021	-	-	0,18	Acero comparativo
4	0,21	0,22	0,28*	0,024	0,008	0,17	0,10	0,10	0,032	0,025	0,0025	0,022	-	-	0,27	Acero comparativo
5	0,26	0,21	1,52*	0,023	0,007	0,13	0,11	0,11	0,013	0,031	0,0021	0,028	-	-	0,24	Acero comparativo
6	0,28	0,26	0,65	0,036*	0,015	0,15	0,09	0,11	0,004	0,031	0,0015	0,022	-	-	0,24	Acero comparativo
7	0,26	0,24	0,87	0,033	0,037*	0,11	0,08	0,14	0,022	0,033	0,0015	0,024	-	-	0,19	Acero comparativo
8	0,24	0,35	0,98	0,034	0,016	0,02*	0,15	0,12	0,033	0,031	0,0016	0,031	-	-	0,17	Acero comparativo
9	0,24	0,35	0,65	0,028	0,031	0,15	0,01*	0,11	0,014	0,028	0,0018	0,033	-	-	0,16	Acero comparativo
10	0,23	0,41	0,68	0,027	0,033	0,08	0,08	0,03*	0,050	0,026	0,0016	0,038	-	-	0,16	Acero comparativo
11	0,22	0,44	0,74	0,028	0,008	0,08	0,08	0,85*	0,024	0,028	0,0018	0,022	-	-	0,16	Acero comparativo
12	0,29	0,25	1,35	0,029	0,015	0,07	0,08	0,55	0,001*	0,025	0,0020	0,025	-	-	0,15	Acero comparativo
13	0,27	0,55	0,87	0,032	0,014	0,11	0,08	0,14	0,032	0,002*	0,0025	0,028	-	-	0,19	Acero comparativo
14	0,28	0,23	0,98	0,033	0,013	0,14	0,07	0,12	0,031	0,087*	0,0025	-	-	-	0,21	Acero comparativo
15	0,24	0,21	0,88	0,028	0,014	0,09	0,07	0,15	0,012	0,025	0,0003*	-	-	-	0,16	Acero comparativo
16	0,23	0,22	1,03	0,025	0,015	0,09	0,08	0,35	0*	0,028	0*	0,021	0,021	-	0,17	Acero comparativo

17	0,25	0,21	0,54	0,027	0,014	0,12	0,08	0,14	0,004	0,031	0,0016	0,002*	-	-	0,20	Acero comparativo
18	0,27	0,26	0,87	0,021	0,013	0,33	0,06	0,11	0,021	0,033	0,0031	0,058*	-	-	0,39	Acero comparativo
19	0,22	0,27	1,01	0,022	0,027	0,32	0,07	0,33	0,008	0,033	0,0031	0,022	0,003*	-	0,39	Acero comparativo
20	0,23	0,27	0,77	0,024	0,023	0,31	0,07	0,11	0,009	0,032	0,0025	0,031	-	0,001*	0,38	Acero comparativo
21	0,23	0,27	0,89	0,024	0,023	0,08	0,04	0,11	0,005	0,032	0,0025	0,024	-	-	0,12*	Acero comparativo
22	0,57*	0,18	0,83	0,015	0,018	0,13	0,02*	0,82*	0,004	0,025	0*	-	-	-	0,15	Acero comparativo
23	0,21	0,23	0,97	0,023	0,015	0,08	0,08	0,25	0,012	0,035	0,0021	0,022	-	-	0,16	Acero descrito
24	0,35	0,26	0,87	0,024	0,018	0,15	0,04	0,15	0,022	0,010	0,0025	0,028	-	-	0,19	Acero descrito
25	0,22	0,60	0,86	0,024	0,021	0,13	0,04	0,21	0,014	0,011	0,0015	0,029	-	-	0,17	Acero descrito
26	0,28	0,54	0,30	0,022	0,016	0,06	0,15	0,64	0,021	0,015	0,0010	0,024	-	-	0,21	Acero descrito

*: Componente que no está dentro del intervalo descrito.

Tabla 1-2

% en masa																
Acero No.	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	sol.Al	B	Ti	Nb	V	Cu+Ni	Categoría
27	0,21	0,23	1,50	0,022	0,014	0,13	0,05	0,06	0,012	0,031	0,0010	0,031	-	-	0,18	Acero descrito
28	0,27	0,53	0,77	0,035	0,014	0,15	0,06	0,18	0,031	0,078	0,0007	-	-	-	0,21	Acero descrito
29	0,24	0,55	0,78	0,024	0,035	0,12	0,06	0,25	0,033	0,006	0,0007	0,035	-	-	0,18	Acero descrito
30	0,25	0,42	0,81	0,033	0,027	0,05	0,10	0,25	0,011	0,008	0,0008	0,022	-	-	0,15	Acero descrito
31	0,25	0,22	1,13	0,031	0,026	0,35	0,07	0,11	0,040	0,007	0,0012	0,023	-	-	0,42	Acero descrito
32	0,26	0,21	1,12	0,031	0,024	0,13	0,03	0,15	0,020	0,006	0,0013	0,023	-	-	0,16	Acero descrito
33	0,24	0,25	1,25	0,032	0,031	0,14	0,08	0,05	0,004	0,073	0,0021	-	-	-	0,22	Acero descrito
34	0,21	0,08	0,54	0,028	0,024	0,21	0,08	0,80	0,031	0,065	0,0025	-	-	-	0,29	Acero descrito
35	0,27	0,42	0,71	0,026	0,016	0,23	0,09	0,25	0,003	0,055	0,0023	0,015	-	-	0,32	Acero descrito
36	0,26	0,53	0,67	0,025	0,015	0,25	0,09	0,22	0,038	0,005	0,0025	0,035	-	-	0,34	Acero descrito
37	0,25	0,11	1,31	0,020	0,015	0,33	0,10	0,11	0,022	0,080	0,0010	-	-	-	0,43	Acero descrito
38	0,22	0,55	1,08	0,018	0,014	0,31	0,11	0,15	0,008	0,072	0,0005	-	-	-	0,42	Acero descrito
39	0,23	0,21	1,45	0,015	0,017	0,34	0,10	0,08	0,008	0,024	0,0007	0,005	-	-	0,44	Acero descrito
40	0,26	0,25	1,25	0,015	0,017	0,31	0,12	0,11	0,011	0,021	0,0008	0,050	-	-	0,43	Acero descrito
41	0,24	0,26	1,00	0,016	0,016	0,28	0,13	0,18	0,016	0,065	0,0009	-	0,005	-	0,41	Acero descrito
42	0,25	0,25	0,87	0,021	0,014	0,15	0,12	0,30	0,017	0,043	0,0015	0,043	-	0,005	0,27	Acero descrito
43	0,34	0,34	0,88	0,019	0,021	0,10	0,14	0,10	0,024	0,065	0,0014	-	-	-	0,24	Acero descrito
44	0,24	0,31	0,95	0,017	0,025	0,11	0,14	0,16	0,031	0,066	0,0016	-	0,012	-	0,25	Acero descrito
45	0,22	0,12	0,65	0,018	0,024	0,10	0,13	0,74	0,006	0,052	0,0020	0,044	-	-	0,23	Acero descrito
46	0,23	0,21	0,94	0,021	0,023	0,15	0,14	0,31	0,013	0,045	0,0021	0,021	-	0,040	0,29	Acero descrito
47	0,27	0,25	0,65	0,022	0,015	0,16	0,04	0,55	0,014	0,031	0,0025	0,021	-	-	0,20	Acero descrito
48	0,23	0,53	0,93	0,021	0,021	0,15	0,04	0,23	0,004	0,033	0,0042	0,041	0,028	0,050	0,19	Acero descrito
49	0,26	0,43	0,83	0,023	0,015	0,21	0,05	0,28	0,018	0,067	0,0035	-	-	-	0,26	Acero descrito
50	0,25	0,24	0,95	0,025	0,014	0,12	0,04	0,34	0,008	0,031	0,0021	0,025	0,024	0,030	0,16	Acero descrito
51	0,24	0,25	0,86	0,034	0,016	0,22	0,05	0,33	0,013	0,054	0,0025	0,015	-	-	0,27	Acero descrito

*: Componente que no está dentro del intervalo descrito.

Tabla 2-1

Prueba núm.	Acero No.	Ac ₃ (°C)	Enfriamiento (°C)	T.S. (MPa)	EL. (%)	RA. (%)	uE ₂₀ (J/cm ²)	uE ₄₀ (J/cm ²)	Evaluación de dureza	Número de tamaño del grano	Pérdida de peso por corrosión (g/m ²)	Evaluación de la anticorrosión	Fatiga por torsión (MPa)	Categoría
1	1	844	900	758	15,9	75,1	105	61	Aceptado	10,5	561	Aceptado	550	Comp. Ejemplo. 1
2	2	845	900	1551	8,3	25,4	50	16	Rechazado	10,5	1353	Rechazado	540	Comp. Ejemplo. 2
3	3	857	920	1365	10,3	30,5	41	12	Rechazado	10,5	555	Aceptado	520	Comp. Ejemplo. 3
4	4	862	920	945	17,2	65,3	84	42	Aceptado	10,5	531	Aceptado	540	Comp. Ejemplo. 4
5	5	817	870	1640	6,4	23,5	55	28	Rechazado	10,5	503	Aceptado	530	Comp. Ejemplo. 5
6	6	854	910	1508	3,7	20,3	52	22	Rechazado	10,5	605	Aceptado	550	Comp. Ejemplo. 6
7	7	845	900	1501	8,8	24,0	46	16	Rechazado	10,5	1503	Rechazado	530	Comp. Ejemplo. 7
8	8	845	900	1456	15,0	65,7	73	45	Rechazado	10,0	1524	Rechazado	540	Comp. Ejemplo. 8
9	9	855	910	1320	13,3	67,2	84	44	Aceptado	10,0	1241	Rechazado	500	Comp. Ejemplo. 9
10	10	855	910	610	23,1	63,1	88	43	Aceptado	10,0	556	Aceptado	360	Comp. Ejemplo. 10
11	11	854	910	1522	6,4	22,1	64	38	Rechazado	10,5	1256	Rechazado	520	Comp. Ejemplo. 11
12	12	826	880	1652	4,8	22,5	67	34	Rechazado	9,0	806	Aceptado	540	Comp. Ejemplo. 12

13	Prueba núm.	Acero No.	854	910	1521	9,6	36,5	36	14		Rechazado	10,0	1300	Rechazado	530	Comp. Ejemplo. 13
									uE ₂₀ (J/cm ²)	uE ₄₀ (J/cm ²)						
14	14	14	840	900	1425	9,3	35,2	41	12	Rechazado	10,0	1235	Rechazado	500	Comp. Ejemplo. 14	
15	15	15	842	900	667	23,4	69,3	103	46	Aceptado	10,0	608	Aceptado	390	Comp. Ejemplo. 15	
16	16	16	836	890	1236	6,4	23,5	46	9	Rechazado	10,5	603	Aceptado	460	Comp. Ejemplo. 16	
17	17	17	853	910	1050	8,9	29,3	58	32	Rechazado	7,5	510	Aceptado	510	Comp. Ejemplo. 17	
18	18	18	840	900	1511	8,9	29,8	44	15	Rechazado	10,0	1300	Rechazado	530	Comp. Ejemplo. 18	
19	19	19	845	900	1153	9,3	31,0	56	12	Rechazado	7,5	608	Aceptado	570	Comp. Ejemplo. 19	
20	20	20	846	900	1063	15,3	56,4	85	43	Aceptado	11,0	641	Aceptado	540	Comp. Ejemplo. 20	
21	21	21	842	900	1333	18,7	53,3	108	43	Aceptado	11,0	1344	Rechazado	510	Comp. Ejemplo. 21	
22	22	22	830	880	1256	9,9	36,4	64	32	Rechazado	10,5	1318	Rechazado	640	Comp. Ejemplo. 22	
23	23	23	838	890	1294	22,6	68,5	128	79	Aceptado	10,5	472	Aceptado	710	Ejemplo. 1	
24	24	24	840	890	1346	21,3	66,6	120	74	Aceptado	10,5	461	Aceptado	710	Ejemplo. 2	

25	25	854	910	1345	21,3	66,7	120	74	Aceptado	10,5	432	Aceptado	720	Ejemplo.3
26	26	867	920	1308	22,3	68,0	126	78	Aceptado	10,0	478	Aceptado	720	Ejemplo.4

Tabla 2-2

Prueba núm.	Acero No.	Ac ₃ (°C)	Enfriamiento (°C)	T.S. (MPa)	EL. (%)	R.A. (%)	uE ₂₀ (J/cm ²)	uE ₄₀ (J/cm ²)	Dureza		Número de tamaño del grano	Pérdida de peso por corrosión (g/m ²)	Anticorrosión	Fatiga por torsión (MPa)	Categoría
									evaluación	Aceptado					
27	27	819	870	1323	21,9	67,5	123	76	Aceptado	10,5	426	Aceptado	710	Ejemplo. 5	
28	28	858	910	1346	21,3	66,7	120	74	Aceptado	10,0	460	Aceptado	710	Ejemplo. 6	
29	29	854	910	1437	18,9	63,4	105	64	Aceptado	10,0	497	Aceptado	710	Ejemplo. 7	
30	30	852	910	1362	20,9	66,1	117	72	Aceptado	10,0	425	Aceptado	730	Ejemplo. 8	
31	31	835	890	1363	20,8	66,0	117	72	Aceptado	10,5	449	Aceptado	720	Ejemplo. 9	
32	32	835	890	1375	20,5	65,6	115	71	Aceptado	10,5	498	Aceptado	720	Ejemplo. 10	
33	33	832	890	1319	22,0	67,6	124	76	Aceptado	10,5	427	Aceptado	710	Ejemplo. 11	
34	34	850	910	1458	18,4	62,6	102	62	Aceptado	10,5	485	Aceptado	720	Ejemplo. 12	
35	35	852	910	1422	19,3	63,9	108	66	Aceptado	10,5	461	Aceptado	720	Ejemplo. 13	
36	36	857	910	1319	22,0	67,6	124	77	Aceptado	10,0	434	Aceptado	710	Ejemplo. 14	
37	37	820	870	1423	19,3	63,9	108	66	Aceptado	10,0	454	Aceptado	720	Ejemplo. 15	
38	38	841	900	1458	18,4	62,6	102	62	Aceptado	10,0	464	Aceptado	730	Ejemplo. 16	
39	39	817	870	1405	19,8	64,5	110	68	Aceptado	10,5	455	Aceptado	730	Ejemplo. 17	
40	40	824	880	1435	19,0	63,5	106	65	Aceptado	10,0	412	Aceptado	720	Ejemplo. 18	
41	41	833	890	1315	22,1	67,8	125	77	Aceptado	10,5	425	Aceptado	720	Ejemplo. 19	
42	42	840	890	1420	19,4	64,0	108	66	Aceptado	10,0	444	Aceptado	710	Ejemplo. 20	
43	43	839	890	1323	21,8	67,4	123	76	Aceptado	10,5	462	Aceptado	720	Ejemplo. 21	
44	44	837	890	1331	21,7	67,2	122	75	Aceptado	10,5	435	Aceptado	720	Ejemplo. 22	
45	45	843	900	1544	16,2	59,6	88	54	Aceptado	10,5	429	Aceptado	720	Ejemplo. 23	
46	46	836	900	1444	18,8	63,1	104	64	Aceptado	10,5	410	Aceptado	710	Ejemplo. 24	
47	47	848	900	1540	16,3	59,7	89	54	Aceptado	10,5	419	Aceptado	710	Ejemplo. 25	
48	48	847	900	1414	19,5	64,2	109	67	Aceptado	9,5	417	Aceptado	710	Ejemplo. 26	
49	49	848	900	1454	18,5	62,8	103	63	Aceptado	9,5	423	Aceptado	720	Ejemplo. 27	
50	50	839	900	1503	17,3	61,0	95	58	Aceptado	9,0	432	Aceptado	740	Ejemplo. 28	
51	51	847	900	1401	19,9	64,7	111	68	Aceptado	9,0	411	Aceptado	720	Ejemplo. 29	

5 En las Tablas 1-1, 1-2, 2-1 y 2-2, los aceros núms. 23 a 51 eran materiales de acero cuyas composiciones químicas y números de tamaño del grano de cristal de austenita anterior estaban dentro de los intervalos respectivos descritos, y tenían alta resistencia y alta dureza con una resistencia a la tracción de 1200 MPa o más, y excelente resistencia a la corrosión con una pérdida de peso por corrosión de menos de 1000 (g/m²). Con respecto a la resistencia a la fatiga, se demostró que los aceros núms 23 a 51 tenían mayor resistencia que el acero núm. 22 (JIS SUP9) como material convencional en la prueba de fatiga por torsión.

10 Por otro lado, en la Tabla 1-1, los aceros núms. 1 a 22 fueron materiales de acero cuyas composiciones químicas no estaban dentro del intervalo descrito, y en particular el acero núm. 22 tenía la composición química de acuerdo con el documento JIS SUP9.

El Ejemplo Comparativo 1 tuvo una resistencia a la tracción de 758 MPa debido a su contenido de C demasiado bajo, por lo tanto, no pudo alcanzar la resistencia deseada y una baja resistencia a la fatiga.

15 El Ejemplo Comparativo 2 tuvo una precipitación excesiva de carburo debido a su contenido de C demasiado alto de 0,36 %, por lo que fue baja tanto en resistencia a la corrosión como en dureza y baja resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 3 fue de baja dureza debido a su contenido de Si demasiado alto de 0,64 %, y por lo tanto fue de baja resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 4 tuvo una resistencia a la tracción de 945 MPa debido a su contenido de Mn demasiado bajo, por lo que no pudo alcanzar la resistencia deseada y una baja resistencia a la fatiga.

20 El Ejemplo Comparativo 5, aunque alcanzó la resistencia deseada, fue de baja dureza debido a su contenido demasiado alto de Mn, y por lo tanto fue bajo en propiedad de fatiga.

El Ejemplo Comparativo 6 fue de baja dureza debido a su contenido de P demasiado alto y, por lo tanto, de baja resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 7 fue bajo en dureza y resistencia a la corrosión debido a su contenido de S demasiado alto, y por lo tanto fue bajo en resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 8 fue de baja resistencia a la corrosión debido a su contenido demasiado bajo de Cu, y por lo tanto fue de baja resistencia a la fatiga a medida que progresaba la corrosión de la pieza en la prueba de fatiga.

El Ejemplo Comparativo 9 fue de baja resistencia a la corrosión debido a su contenido de Ni demasiado bajo, y por lo tanto fue de baja resistencia a la fatiga a medida que progresaba la corrosión de la pieza en la prueba de fatiga.

30 El Ejemplo Comparativo 10 tuvo una resistencia a la tracción de 610 MPa debido a su contenido de Cr demasiado bajo, por lo que no pudo alcanzar la resistencia deseada y una baja resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 11 tuvo exceso de carburo debido a su contenido de Cr demasiado alto, por lo que era bajo tanto en dureza como en resistencia a la corrosión y bajo en resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 12 careció de dureza debido a su contenido de Mo demasiado bajo, por lo que su resistencia a la fatiga era baja.

El Ejemplo Comparativo 13 careció de suficiente desoxidación y tenía un exceso de óxido debido a su demasiado bajo sol. El contenido de Al, por lo que era bajo tanto en dureza como en resistencia a la corrosión y bajo en resistencia a la fatiga como resultado de la progresión de la corrosión y la concentración de tensión causada por el óxido.

El Ejemplo Comparativo 14 tuvo un exceso de óxido de Al₂O₃ o un exceso de nitruro tal como AlN debido a su demasiado alto sol. El contenido de Al, por lo que era bajo tanto en dureza y resistencia a la corrosión y bajo en resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 15 tenía una baja capacidad de dureza por enfriamiento y una resistencia a la tracción excesivamente baja de 667 MPa debido a su contenido de B demasiado bajo, por lo que tenía una baja resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 16 no contenía ni B ni Mo, por lo que era bajo en dureza y bajo en resistencia a la fatiga.

45 El Ejemplo Comparativo 17 tuvo una resistencia a la tracción de 1050 MPa y no pudo alcanzar la resistencia deseada debido a su contenido de Ti demasiado bajo, y también tenía una baja dureza causada por la estructura gruesa y, por lo tanto, una resistencia a la fatiga baja.

El Ejemplo Comparativo 18 tuvo una precipitación excesiva de carbonitruro debido a su contenido de Ti demasiado alto, por lo que era bajo en dureza y resistencia a la corrosión y bajo en resistencia a la fatiga.

50 El Ejemplo Comparativo 19 no pudo alcanzar la resistencia deseada debido a su contenido de Nb demasiado bajo, y también fue bajo en dureza porque los granos de cristal no se refinaron.

El Ejemplo Comparativo 20 no pudo alcanzar la resistencia deseada debido a su contenido de V demasiado bajo y, por lo tanto, fue bajo en su resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 21, aunque el contenido de Cu y el contenido de Ni estaba dentro del intervalo descrito, tenía una resistencia a la corrosión insuficiente porque el contenido total de Cu y Ni era demasiado bajo y, por lo tanto, era bajo en resistencia a la fatiga.

El Ejemplo Comparativo 22 fue un ejemplo de JIS SUP9 usado convencionalmente para estabilizadores, pero fue menor en dureza, resistencia a la corrosión y propiedad de fatiga por torsión que los aceros descritos porque la composición química no estaba dentro del intervalo descrito.

60 Segundo ejemplo

La Tabla 3 muestra los resultados de un ejemplo que indica el efecto del tamaño del grano de cristal.

Se produjeron piezas de prueba con diferentes tamaños del grano de austenita anterior (números de tamaño del grano) ajustando la temperatura de enfriamiento después del conformado mediante el uso del acero No. 49. Las otras condiciones eran las mismas que las del primer Ejemplo.

Tabla 3

Prueba núm.	Acero No.	Enfriamiento (°C)	Número de tamaño del grano	TS (MPa)	EL (%)	RA (%)	uE ₂₀ (J/cm ²)	uE ₄₀ (J/cm ²)	Dureza	Fatiga torsión (MPa)	por	
											Categoría	
52	49	900	9,5	1454	18,5	62,8	103	63	Aceptado	720	Ejemplo. 2-1	
53	49	950	9,5	1423	18,4	64,7	98	60	Aceptado	740	Ejemplo. 2-2	
54	49	970	9,5	1428	18,0	65,8	93	58	Aceptado	730	Ejemplo. 2-3	
55	49	1000	9,0	1431	17,6	64,1	90	54	Aceptado	730	Ejemplo. 2-4	
56	49	1030	8,0	1456	17,3	63,8	87	51	Aceptado	710	Ejemplo. 2-5	
57	49	1040	7,5	1481	17,3	61,2	80	40	Aceptado	700	Ejemplo. 2-6	
58	49	850	11,0	1083	20,3	71,1	128	87	Aceptado	530	Comp. Ejemplo. 2-1	
59	49	1050	7,0	1594	12,3	30,1	54	28	Rechazado	520	Comp. Ejemplo. 2-2	
60	49	1070	Granos mixtos (7,5+10,0)	1603	7,3	24,1	48	19	Rechazado	490	Comp. Ejemplo. 2-3	

Por otro lado, el Ejemplo Comparativo 2-1 tuvo baja capacidad de dureza por enfriamiento y baja resistencia a la tracción y, por lo tanto, era bajo en resistencia a la fatiga, porque el número de tamaño del grano de cristal de austenita anterior era mayor que el intervalo descrito y los granos de cristal eran más finos.

5

El Ejemplo Comparativo 2-2 fue de baja dureza y, por lo tanto, de baja resistencia a la fatiga, debido a que el número de tamaño del grano de cristal de austenita anterior era menor que el intervalo descrito y los granos de cristal eran más gruesos.

10

El Ejemplo Comparativo 2-3 fue de baja dureza y, por lo tanto, de baja resistencia a la fatiga, porque los granos de cristal eran granos mixtos.

REIVINDICACIONES

1. Un acero estabilizador que consiste en, en % en masa:
- 5 C: 0,21 % a 0,35 %;
 Si: 0,60 % o menos, pero sin incluir el 0 %;
 Mn: 0,30 % a 1,50 %;
 P: 0,035 % o menos;
 S: 0,035 % o menos;
 10 Cu: 0,05 % a 0,35 %;
 Ni: 0,03 % a 0,15 %;
 Cr: 0,05 % a 0,80 %;
 Mo: 0,003 % a 0,050 %;
 sol. Al: 0,005 % a 0,080 %; y
 B: 0,0005 % a 0,0100 %, y
 15 opcionalmente, en % en masa, uno o más seleccionados de
 Ca: 0,010 % o menos;
 Pb: 0,5 % o menos;
 Ti: 0,005 % a 0,050 %;
 V: 0,005 % a 0,050 %; y
 20 Nb: 0,005 % a 0,050 %, con un resto de Fe e impurezas incidentales, en donde una suma del contenido de Cu y el contenido de Ni es 0,15 % o más, y un tamaño del grano de cristal después del enfriamiento con agua en un intervalo de 7,5 a 10,5 en el número de tamaño del grano de cristal de austenita anterior de acuerdo con el documento JIS G 0551, y
 25 el acero estabilizador tiene una resistencia a la tracción de 1200 MPa o más.
2. Un método para fabricar un estabilizador en la producción de estabilizadores para vehículos, el método comprende: laminar el estabilizador de acero de acuerdo con la reivindicación 1 en una barra de acero o una varilla de alambre; después de laminar el estabilizador de acero,
 30 conformar en frío la barra de acero o la varilla de alambre en forma de un estabilizador; y calentar el estabilizador conformado a un intervalo de [una temperatura de austenización + 50 °C] o más y menos de 1050 °C; o calentar la barra de acero o la varilla de alambre a un intervalo de [una temperatura de austenización + 50 °C] o más y menos de 1050 °C, para formar la barra de acero o la varilla de alambre en forma de estabilizador; o
 35 calentar la barra de acero o la varilla de alambre a un intervalo de [una temperatura de austenización + 50 °C] o más y 1250 °C o menos, para formar la barra de acero o la varilla de alambre en una forma de estabilizador, enfriar con aire el estabilizador conformado hasta una temperatura normal; recalentar el estabilizador enfriado a un intervalo de [una temperatura de austenización + 50 °C] y menos de 1050 °C; y después, directamente enfriar con agua el estabilizador.
- 40 3. El método para fabricar un estabilizador de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende, además realizar uno o más seleccionados de un proceso de martilleo por impacto, un proceso de granallado, un proceso de recubrimiento y un proceso de secado en horno.