

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 909**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)	C22C 38/54	(2006.01)
C21D 9/00	(2006.01)	C22C 38/20	(2006.01)		
C22C 38/60	(2006.01)	C22C 38/22	(2006.01)		
C21D 9/46	(2006.01)	C22C 38/24	(2006.01)		
C21D 1/84	(2006.01)	C22C 38/26	(2006.01)		
C21D 6/00	(2006.01)	C22C 38/28	(2006.01)		
C21D 8/02	(2006.01)	C22C 38/32	(2006.01)		
C21D 8/04	(2006.01)	C22C 38/38	(2006.01)		
C22C 38/02	(2006.01)	C22C 38/48	(2006.01)		
C22C 38/04	(2006.01)	C22C 38/50	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2014 PCT/JP2014/065151**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.12.2014 WO14196645**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2014 E 14808254 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 3006586**

54 Título: **Material de acero tratado térmicamente y método de fabricación del mismo**

30 Prioridad:
07.06.2013 JP 2013120973

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2020

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

72 Inventor/es:
**TABATA, SHINICHIRO;
HIKIDA, KAZUO;
KOJIMA, NOBUSATO y
MIZUI, NAOMITSU**

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 744 909 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

Material de acero tratado térmicamente y método de fabricación del mismo

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un material de acero tratado térmicamente usado para automóviles y similares y a un método de fabricación del mismo.

Técnica anterior

10 Se requiere que las chapas de acero para automóviles consigan mejoras de eficiencia de combustible y resistencia frente a colisiones. Por consiguiente, se están llevando a cabo intentos para aumentar la resistencia de las chapas de acero para automóviles. No obstante, la mejora de resistencia generalmente viene acompañada de una disminución de la ductilidad tal como aptitud de conformación en prensa y, por consiguiente, se hace difícil fabricar un componente que tenga forma complicada. Por ejemplo, de acuerdo con la disminución de ductilidad, la parte altamente procesada se parte, o la elasticidad residual tras plegado y la deformación de pared se vuelven significativas para deteriorar la precisión dimensional. Por tanto, no resulta sencillo fabricar un componente por medio de conformación en prensa de una chapa de acero de alta resistencia, especialmente, una chapa de acero que tenga una resistencia de tracción de 780 MPa o más. La conformación con rodillos en lugar de la conformación en prensa puede procesar fácilmente una chapa de acero de alta resistencia, pero su aplicación únicamente se limita a un componente que tenga un corte transversal uniforme en la dirección longitudinal.

20 La publicación de patente 1 divulga un método de prensado en caliente que tiene el objetivo de obtener una elevada aptitud de conformación en una chapa de acero de alta resistencia. Por medio de prensado en caliente, es posible formar una chapa de acero de elevada resistencia de forma altamente precisa para lograr un material de chapa de acero prensado en caliente que tenga elevada resistencia.

25 La publicación de patente 2 divulga un método de conformación en caliente que tiene un objetivo para obtener una resistencia estable y tenacidad, y la publicación de patente 3 divulga una chapa de acero que persigue una aptitud de conformación y templabilidad mejoradas. La publicación de patente 4 divulga una chapa de acero cuyo objetivo es lograr tanto resistencia como aptitud de conformación, la publicación de patente 5 divulga una técnica que tiene el objetivo de preparar chapas de acero que tengan una pluralidad de niveles de resistencia a partir del mismo tipo de acero, y la publicación de patente 6 divulga un método de preparación de una tubería de acero que tiene el objetivo de mejorar la aptitud de conformación y la resistencia a la fatiga torsional. La publicación de patente 7 divulga una técnica para mejorar la tasa de enfriamiento en la conformación en caliente. La publicación que no es patente 1 divulga una relación entre la tasa de enfriamiento durante el templado y la dureza y la estructura de un material de acero prensado en caliente.

35 Por cierto, la resistencia a colisiones de un automóvil depende no solo de la resistencia de tracción sino también del límite aparente de fluencia y la tenacidad apropiadas para la resistencia de tracción. Por ejemplo, para el refuerzo de un parachoques, un eje central, y similares, se requiere que la deformación plástica se evite lo máximo posible para que tenga lugar la fractura temprana, incluso si existe deformación.

No obstante, resulta difícil obtener excelente resistencia a la corrosión por medio de las técnicas anteriormente mencionadas.

40 La publicación de patente 8 se refiere a chapas de acero específicas para estampación en caliente. Estas chapas contienen en porcentaje en masa, de un 0,05 a un 0,40 % de C, no más de un 0,02 % de Si, de un 0,1 a un 3 % de Mn, no más de un 0,02 % de S, no más de un 0,03 % de P, no más de un 0,005 % de Al, no más de un 0,01 % de Ti, no más de un 0,01 % de N, un total de un 0,005 a un 1 % de Cr y/o Mo, y de un 0,003 a un 0,03 % de O. El resto comprende componentes químicos de Fe e impurezas inevitables.

45 La publicación de patente 9 se refiere a un método específico de producción de una chapa de acero laminada en frío que tiene una resistencia de tracción de 980 MPa o más por medio de recocido continuo de una chapa de acero tras el laminado en frío, presentando dicha chapa de acero una composición de componente que contiene, en % en masa, un 0,05-0,40 % de C, un 2,0 % o menos de Si, un 0,05 % o menos de P, un 0,02 % o menos de S, un 0,01-0,05 % de Al, menos de un 0,005 % de N y un 1,0-3,0 % de Mn, siendo el resto Fe e impurezas inevitables. En el recocido continuo, la chapa de acero se enfría principalmente a partir de una temperatura de inmersión que no es menor que el punto de transformación A_{c3} hasta el intervalo de temperaturas desde el punto M_s hasta el punto $M_s + 200$ °C a una tasa promedio de enfriamiento de 20 °C/segundo o más, y tras mantener la chapa de acero resultante dentro del intervalo de temperaturas descrito anteriormente durante 0,1-60 segundos. La chapa de acero se enfría de forma secundaria hasta 100 °C o menos a una tasa promedio de enfriamiento de 100 °C/segundo o más, obteniéndose de este modo una chapa de acero laminada en frío que tiene una planitud de 10 mm o menos.

Listado de citas

Publicaciones de patentes

Publicación de patente 1: patente japonesa abierta a inspección pública N° publicación 2002-102980.

Publicación de patente 2: patente japonesa abierta a inspección pública N° publicación 2004-353026.

5 Publicación de patente 3: patente japonesa abierta a inspección pública N° publicación 2002-180186.

Publicación de patente 4: patente japonesa abierta a inspección pública N° publicación 2009-203549.

Publicación de patente 5: patente japonesa abierta a inspección pública N° publicación 2007-291464.

Publicación de patente 6: patente japonesa abierta a inspección pública N° publicación 2010-242164.

Publicación de patente 7: patente japonesa abierta a inspección pública N° publicación 2005-169394.

10 Publicación de patente 8: documento WO 2012/120692 A1.

Publicación de patente 9: documento WO 2011/118459 A1.

Publicación que no es patente

Publicación que no es patente 1: *Tetsu-to-Hagane*, Vol. 96 (2010) N° 6 378

Sumario de la invención

15 **Problema técnico**

Es un objetivo de la presente invención proporcionar un material de acero tratado térmicamente posible para obtener una excelente resistencia a la corrosión y un método de fabricación del mismo.

Solución al problema

20 Los presentes inventores han llevado a cabo estudios detallados con el fin de investigar la causa que dificulta la obtención de una resistencia de tracción suficiente, y límite aparente de fluencia y tenacidad apropiados para la resistencia de tracción en un material de acero tratado térmicamente convencional fabricado a través de tratamiento térmico tal como estampación en caliente. Como resultado de ello, se ha encontrado que el material de acero tratado térmicamente, incluso se somete a termo-tratamiento de manera apropiada, contiene de manera inevitable austenita retenida en su estructura, de manera que el límite aparente de fluencia disminuye a medida que aumenta la fracción
25 en volumen de la austenita retenida, y que la disminución del límite aparente de fluencia está provocada principalmente por la austenita retenida.

Los presentes inventores han encontrado también que, con el fin de reducir la austenita retenida, es importante una tasa de enfriamiento en el templado, especialmente, una tasa de enfriamiento dentro de un intervalo de temperaturas de un punto de transformación martensítico (punto Ms) o menor.

30 Los presentes inventores también han encontrado que, incluso si la chapa de acero para tratamiento térmico usada para la fabricación del material de acero tratado térmicamente contiene Cr y B, lo cual contribuye en gran medida a una mejora de la templabilidad, la tenacidad del material de acero tratado térmicamente fabricado a partir de esta chapa de acero no se ve deteriorada. Un material de acero tratado térmicamente convencional contiene Mn con el fin de mejorar la templabilidad, pero Mn provoca el deterioro de la tenacidad. Si la chapa de acero para tratamiento
35 térmico contiene Cr y B, es posible garantizar la templabilidad incluso si se evita que el contenido de Mn sea bajo, de forma que la tenacidad del material de acero tratado térmicamente se vea mejorada.

A continuación, los inventores de la presente solicitud han alcanzado las siguientes formas variadas de la invención como se define en las reivindicaciones, basándose en los presentes descubrimientos. Además, se divulga:

(1) Un material de acero tratado térmicamente que incluye:

40 una composición química expresada, en % en masa:

- C: de un 0,16 % a un 0,38 %;
- Mn: de un 0,6 % a un 1,5 %;
- Cr: de un 0,4 % a un 2,0 %;
- Ti: de un 0,01 % a un 0,10 %;
- B: de un 0,001 % a un 0,010 %;

Si: un 0,20 % o menos;
P: un 0,05 % o menos;
S: un 0,05 % o menos;
N: un 0,01 % o menos;
Ni: de un 0 % a un 2,0 %;
Cu: de un 0 % a un 1,0 %;
Mo: de un 0 % a un 1,0 %;
V: de un 0 % a un 1,0 %;
Al: de un 0 % a un 1,0 %;
Nb: de un 0 % a un 1,0 %;
REM: de un 0 % a un 0,1 % y
Resto: Fe e impurezas; y

una estructura expresada por medio de:

austenita retenida: un 1,5 % en volumen o menos; y

el resto: martensita.

5 (2) El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con (1), en el que C: de un 0,16 a un 0,25 % en la composición química.

(3) El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con (1) o (2), que incluye una propiedad mecánica expresada en límite de elasticidad: 0,70 o más.

10 (4) El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con una cualquiera de (1) a (3), en el que la composición química cumple:

Ni: de un 0,1 % a un 2,0 %;
Cu: de un 0,1 % a un 1,0 %;
Mo: de un 0,1 % a un 1,0 %;
V: de un 0,1 % a un 1,0 %;
Al: de un 0,01 % a un 1,0 %;
Nb: de un 0,01 % a un 1,0 %; o
REM: de un 0,001 % a un 0,1 % o

cualquier combinación de los mismos.

(5) Un método de fabricación de un material de chapa de acero tratado térmicamente, que incluye:

calentar la chapa de acero a una temperatura de un punto Ac_3 o mayor;

15 a continuación, enfriar la chapa de acero hasta un punto Ms a una tasa de enfriamiento igual a la tasa de enfriamiento crítica o más; y

posteriormente enfriar la chapa de acero desde el punto Ms hasta 100 °C a una tasa promedio de enfriamiento de 35 °C/minuto o más, en el que

la chapa de acero incluye una composición química expresada en % en masa:

C: de un 0,16 % a un 0,38 %;
Mn: de un 0,6 % a un 1,5 %;
Cr: de un 0,4 % a un 2,0 %;
Ti: de un 0,01 % a un 0,10 %;
B: de un 0,001 % a un 0,010 %;
Si: un 0,20 % o menos;

P: un 0,05 % o menos;
 S: un 0,05 % o menos;
 N: un 0,01 % o menos;
 Ni: de un 0 % a un 2,0 %;
 Cu: de un 0 % a un 1,0 %;
 Mo: de un 0 % a un 1,0 %;
 V: de un 0 % a un 1,0 %;
 Al: de un 0 % a un 1,0 %;
 Nb: de un 0 % a un 1,0 %;
 REM: de un 0 % a un 0,1 % y
 Resto: Fe e impurezas; y

(6) El método de fabricación del material de acero tratado térmicamente de acuerdo con (5), en el que C: de un 0,16 a un 0,25 % en la composición química.

(7) El método de fabricación del material de acero tratado térmicamente de acuerdo con (5) o (6), en el que la composición química cumple:

Ni: de un 0,1 % a un 2,0 %;
 Cu: de un 0,1 % a un 1,0 %;
 Mo: de un 0,1 % a un 1,0 %;
 V: de un 0,1 % a un 1,0 %;
 Al: de un 0,01 % a un 1,0 %;
 Nb: de un 0,01 % a un 1,0 %; o
 REM: de un 0,001 % a un 0,1 % o

5

cualquier combinación de los mismos.

(8) El método de fabricación del material de chapa de acero termo-tratada de acuerdo con uno cualquiera de (5) a (7), incluyendo la formación de la chapa de acero tras el calentamiento de la misma hasta una temperatura del punto A_{c3} o mayor antes de que la temperatura de la chapa de acero alcance el punto M_s .

10 Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la presente invención, es posible obtener una resistencia a la colisión excelente.

Descripción de las realizaciones

15 En lo sucesivo, se describe una realización de la presente invención. Se fabrica un material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la realización de la presente invención, que se describe con detalle a continuación, por medio de templado de una chapa de acero predeterminada para tratamiento térmico. Por tanto, la templabilidad y la condición de templado de la chapa de acero para tratamiento térmico afectan al material de acero tratado térmicamente.

20 En primer lugar, se describe la composición química del material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la realización de la presente invención y la chapa de acero para tratamiento térmico usada para la fabricación del mismo. En la siguiente descripción, “%” como una unidad del contenido de cada elemento presente en el material de acero tratado térmicamente y la chapa de acero usada para la fabricación del mismo significa “% en masa” a menos que se mencione lo contrario. El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la realización y la chapa de acero usada para la fabricación del mismo tiene una composición química que consiste en C: de un 0,16 % a un 0,38 %, Mn: de un 0,6 % a un 1,5 %, Cr: de un 0,4 % a un 2,0 %, Ti: de un 0,01 % a un 0,10 %, B: de un 0,001 a un 0,010 %, Si: un 0,20 % o menos, P: un 0,05 % o menos, S: un 0,05 % o menos, N: un 0,01 % o menos, Ni: de un 0 % a un 2,0 %, Cu: de un 0 % a un 1,0 %, Mo: de un 0 % a un 1,0 %, V: un 0 % o un 1,0 %, Al: de un 0 % a un 1,0 %, Nb: de un 0 % a un 1,0 %, REM (metales de las tierras raras): de un 0 % a un 0,1 %, y el resto: Fe e impurezas. Los ejemplos de las impurezas son aquellas presentes en la materia prima tal como un mineral y chatarra de hierro, y las presentes durante las etapas de fabricación.

30

ES 2 744 909 T3

(C: de un 0,16 % a un 0,38 %)

5 C es un elemento muy importante que mejora la templabilidad de la chapa de acero para el tratamiento térmico y principalmente afecta a la resistencia del material de acero tratado térmicamente. Cuando el contenido de C es menor que un 0,16 %, la resistencia del material de acero tratado térmicamente no resulta suficiente. Por tanto, el contenido de C es de un 0,16 % o más. Cuando el contenido de C está por encima de un 0,38 %, la resistencia del material de acero tratado térmicamente es demasiado elevada, lo cual conduce a un gran deterioro de la tenacidad. Por tanto, el contenido de C es de un 0,38 % o menos. El contenido de C es preferentemente de un 0,36 % o menos.

10 El contenido de C es preferentemente de un 0,16 % a un 0,25 % para obtener una resistencia de tracción no menor que 1400 MPa y no mayor que 1700 MPa, y el contenido de C es preferentemente de más de un 0,25 % y un 0,38 % o menos para obtener una resistencia de tracción de más de 1700 MPa y 2200 MPa o menos.

(Mn: de un 0,6 % a un 1,5 %)

15 Mn tiene una función de mejora de la templabilidad de la chapa de acero para tratamiento térmico, y permite garantizar de forma estable la resistencia del material de acero tratado térmicamente. Cuando el contenido de Mn es menor que un 0,6 %, en ocasiones no resulta posible obtener de manera suficiente el efecto por la función anterior. Por tanto, el contenido de Mn es de un 0,6 % o más. Cuando el contenido de Mn está por encima de un 1,5 %, la segregación es significativa, lo que tiene como resultado un deterioro de la uniformidad de una propiedad mecánica para deteriorar la tenacidad. Por tanto, el contenido de Mn es de un 1,5 % o menos. Preferentemente, el contenido de Mn es de un 1,3 % o menos.

20 (Cr: de un 0,4 % a un 2,0 %)

25 Cr tiene la función para mejorar la templabilidad de la chapa de acero para tratamiento térmico, y permite garantizar de forma estable el material de acero tratado térmicamente. Cuando el contenido de Cr es menor que un 0,4 %, en ocasiones no resulta posible obtener de forma suficiente el efecto por la función anterior. Por tanto, el contenido de Cr es de un 0,4 % o más. Cuando el contenido de Cr es mayor que un 2,0 %, Cr se concentra como carburo en la chapa de acero para tratamiento térmico, de manera que la templabilidad disminuye. Esto es porque, a medida que Cr se concentra, la disolución de sólidos del carburo se vuelve lenta durante el calentamiento para el templado. Por tanto, el contenido de Cr es de un 2,0 % o menos. El contenido de Cr es preferentemente de un 1,0 % o menos.

(Ti: de un 0,01 % a un 0,10 %)

30 Ti tiene la función de mejorar en gran medida la tenacidad del material de acero tratado térmicamente. Es decir, Ti evita la recristalización y forma además carburos finos para evitar el crecimiento de grano de austenita en el tratamiento térmico a una temperatura igual a un punto A_{c3} o mayor para el templado. Debido a la supresión del crecimiento de grano, se obtienen granos de austenita finos, lo que se traduce en una gran mejora de la tenacidad. Ti también tiene una función para unirse preferentemente con N en la chapa de acero para el tratamiento térmico, evitando de este modo el consumo de B por medio de precipitación de BN. Como se describe a continuación, B también tiene una función de mejora de la templabilidad, y, por tanto, evitando el consumo de B, es posible obtener de forma segura el efecto de mejora de la templabilidad por medio de B. Cuando el contenido de Ti es menor que un 0,01 %, en ocasiones no resulta posible obtener de forma suficiente el efecto por medio de la función anterior. Por tanto, el contenido de Ti es de un 0,01 % o más. Cuando el contenido de Ti está por encima de un 0,10 %, aumenta la cantidad de precipitación de TiC, de forma que se consume C y, por tanto, en ocasiones no resulta posible obtener una resistencia suficiente. Por tanto, el contenido de Ti es de un 0,10 % o menos. El contenido de Ti es preferentemente de un 0,08 % o menos.

(B: de un 0,001 % a un 0,010 %)

45 B es un elemento muy importante que tiene la función de mejorar en gran medida la templabilidad de la chapa de acero para tratamiento térmico. B también tiene la función de consolidar la frontera de grano para aumentar la tenacidad por medio de la segregación en la frontera de grano. B también tiene una función de evitar el crecimiento de grano de austenita para mejorar la tenacidad, de forma similar a Ti. Cuando el contenido de B es menor que un 0,001 %, en ocasiones no resulta posible obtener de forma suficiente el efecto por medio de la función anterior. Por tanto, el contenido de B es de un 0,001 % o más. Cuando el contenido de B está por encima de un 0,010 %, se produce la precipitación de una cantidad grande de boruro bruto para deteriorar la tenacidad. Por tanto, el contenido de B es de un 0,010 % o menos. El contenido de B es preferentemente de un 0,006 % o menos.

(Si: un 0,20 % o menos)

55 Si no es un elemento esencial, pero está presente en forma de impurezas en el acero, por ejemplo. Si provoca el deterioro del límite aparente de fluencia que viene acompañado de un aumento de la austenita retenida. Además, cuanto más elevado es el contenido de Si, mayor es la temperatura a la cual tiene lugar la transformación de austenita. Cuanto más elevada es esta temperatura, mayor es el coste requerido para el calentamiento para el templado, o mayor es la probabilidad de que el templado sea insuficiente debido a un calentamiento insuficiente.

ES 2 744 909 T3

Además, a medida que el contenido de Si aumenta, la humectabilidad y la aptitud de tratamiento de aleación de la chapa de acero para tratamiento térmico disminuyen, lo cual reduce la estabilidad de la inmersión en caliente y del tratamiento de aleación. Por tanto, cuanto menor sea el contenido de Si, mejor. Especialmente cuando el contenido de Si está por encima de un 0,20 %, la disminución del límite aparente de fluencia es significativa. Por tanto, el contenido de Si es de un 0,20 % o menos. Preferentemente, el contenido de Si es de un 0,15 % o menos.

(P: un 0,05 % o menos)

P no es un elemento esencial, pero está presente en forma de impurezas en el acero, por ejemplo. P deteriora la tenacidad del material de acero tratado térmicamente. Por tanto, cuanto menor sea el contenido de P, mejor. Especialmente, cuando el contenido de P está por encima de un 0,05 %, la disminución de tenacidad es significativa. Por tanto, el contenido de P es de un 0,05 % o menos. El contenido de P es preferentemente de un 0,005 % o menos.

(S: un 0,05 % o menos)

S no es un elemento esencial, pero está presente en forma de impurezas en el acero, por ejemplo. S deteriora la tenacidad del material de acero tratado térmicamente. Por tanto, cuanto menor sea el contenido de S, mejor. Especialmente, cuando el contenido de S está por encima de un 0,05 %, la disminución de tenacidad es significativa. Por tanto, el contenido de S es de un 0,05 % o menos. El contenido de P es preferentemente de un 0,02 % o menos.

(N: un 0,01 % o menos)

N no es un elemento esencial, pero está presente en forma de impurezas en el acero, por ejemplo. N contribuye a la formación de nitruros brutos y deteriora la aptitud de deformación local y la tenacidad del material de acero tratado térmicamente. Por tanto, cuanto menor sea el contenido de N, mejor. Especialmente, cuando el contenido de N está por encima de un 0,01 %, la disminución de la aptitud de deformación local y la tenacidad es significativa. Por tanto, el contenido de N es de un 0,01 % o menos. Se requiere un coste considerable para reducir el contenido de N a menos de un 0,0008 %, y en ocasiones requiere un coste más enorme la disminución del mismo a menos de un 0,0002 %.

Ni, Cu, Mo, V, Al, Nb y REM no son elementos esenciales, pero son elementos opcionales que pueden estar presentes de en la chapa de acero para tratamiento térmico y el material de acero tratado térmicamente, dentro de intervalos de cantidades límite predeterminadas.

(Ni: de un 0 % a un 2,0 %, Cu: de un 0 % a un 1,0 %, Mo: de un 0 % a un 1,0 %, V: de un 0 a un 1,0 %, Al: de un 0 % a un 1,0 %, Nb: de un 0 % a un 1,0 %, REM: de un 0 % a un 0,1 %)

Ni, Cu, Mo, V, Al, Nb y REM tienen la función de mejorar la templabilidad y/o la tenacidad de la chapa de acero para tratamiento térmico. Por tanto, puede estar presente una o cualquier combinación seleccionada entre el grupo que consiste en estos elementos. No obstante, cuando el contenido de Ni está por encima de un 2,0 %, el efecto de la función anterior se satura, teniendo como resultado únicamente un aumento de coste excesivo. Por tanto, el contenido de Ni es de un 2,0 % o menos. Cuando el contenido de Cu está por encima de un 1,0 %, el efecto de la función anterior se satura, teniendo como resultado únicamente un aumento de coste excesivo. Por tanto, el contenido de Cu es de un 1,0 % o menos. Cuando el contenido de Mo está por encima de un 1,0 %, el efecto de la función anterior se satura, teniendo como resultado únicamente un aumento de coste excesivo. Por tanto, el contenido de Mo es de un 1,0 % o menos. Cuando el contenido de V está por encima de un 1,0 %, el efecto de la función anterior se satura, teniendo como resultado únicamente un aumento de coste excesivo. Por tanto, el contenido de V es de un 1,0 % o menos. Cuando el contenido de Al está por encima de un 1,0 %, el efecto de la función anterior se satura, teniendo como resultado únicamente un aumento de coste excesivo. Por tanto, el contenido de Al es de un 1,0 % o menos. Cuando el contenido de Nb está por encima de un 1,0 %, el efecto de la función anterior se satura, teniendo como resultado únicamente un aumento de coste excesivo. Por tanto, el contenido de Nb es de un 1,0 % o menos. Cuando el contenido de REM está por encima de un 0,1 %, el efecto de la función anterior se satura, teniendo como resultado únicamente un aumento de coste excesivo. Por tanto, el contenido de REM es de un 0,1 % o menos. Para obtener de forma segura el efecto de la función anterior, el contenido de Ni, el contenido de Cu, el contenido de Mo, y el contenido de V son todos preferentemente de un 0,1 % o más, el contenido de Al y el contenido de Nb son ambos preferentemente de un 0,01 % o más, y el contenido de REM es preferentemente de un 0,001 % o más. Es decir, es preferible que "Ni: de un 0,1 % a un 2,0 %", "Cu: de un 0,1 % a un 1,0 %", "Mo: de un 0,1 % a un 1,0 %", "V: de un 0,1 % a un 1,0 %", "Al: de un 0,01 % a un 1,0 %", "Nb: de un 0,01 % a un 1,0 %" o "REM: de un 0,001 % a un 0,1 %" o cualquier combinación de los mismos se cumple. REM se añade al acero fundido usando una aleación de Fe-Si-REM, por ejemplo, y esta aleación contiene Ce, La, Nd y Pr, por ejemplo.

A continuación, se describe una estructura del material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la realización. El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la realización tiene una estructura que consiste en: austenita retenida: un 1,5 % en volumen o menos; y el resto: martensita. La martensita es, por ejemplo, martensita auto-atemperada, pero no se limita a martensita auto-atemperada.

(Austenita retenida: un 1,5 % en volumen o menos)

- La austenita retenida no es una estructura esencial, pero está presente inevitablemente en la invención en la estructura del material de acero tratado térmicamente. La austenita retenida provoca una disminución del límite aparente de fluencia como se ha descrito anteriormente, y por consiguiente dado que la fracción en volumen de la austenita retenida es más elevada, el límite aparente de fluencia es menor. Especialmente cuando la fracción en volumen de la austenita retenida está por encima de un 1,5 % en volumen, la disminución del límite aparente de fluencia es significativa, lo cual dificulta la aplicación del material de acero tratado térmicamente a un refuerzo de parachoques, un eje central, y similares. Por tanto, la fracción en volumen de la austenita retenida es de un 1,5 % en volumen o menos.
- 5 A continuación, se describe la propiedad mecánica del material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la realización. El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la invención incluye una propiedad mecánica expresada por medio de un límite de elasticidad: 0,70 o más. Se puede evaluar la resistencia a la colisión en base a la resistencia de tracción, y el límite aparente de fluencia y la tenacidad apropiadas para la resistencia de tracción, y el límite aparente de fluencia apropiado para la resistencia de tracción se expresa por medio del límite de elasticidad.
- 10 A continuación, bajo una condición en la que la resistencia de tracción o el límite aparente de fluencia sea comparable, cuanto mayor sea el límite de elasticidad, mejor. Cuando el límite de elasticidad es menor que 0,70, en ocasiones es posible que no se obtenga la resistencia a colisiones suficiente en la aplicación en un refuerzo de parachoques o un eje central. Por tanto, el límite de elasticidad es de 0,70 o más.
- 15 A continuación, se describe un método de fabricación del material de acero tratado térmicamente, es decir, un método de tratamiento de la chapa de acero para tratamiento térmico. En el tratamiento de la chapa de acero para tratamiento térmico, la chapa de acero para tratamiento térmico se calienta hasta un intervalo de temperaturas del punto Ac_3 o mayor, posteriormente se enfría hasta el punto Ms a una tasa de enfriamiento igual a la tasa de enfriamiento crítico o más, y posteriormente se enfría desde el punto Ms hasta 100 °C a una tasa promedio de enfriamiento de 35 °C/segundo o más.
- 20 Una vez que la chapa de acero para tratamiento térmico se ha calentado hasta el intervalo de temperaturas del punto Ac_3 o más, la estructura se convierte en una fase individual de austenita. Si posteriormente se enfría hasta el punto Ms a una tasa de enfriamiento igual a la tasa de enfriamiento crítica o más, la estructura de la fase individual de austenita se mantiene sin aparición alguna de transformación por difusión. Una vez que se enfría posteriormente desde el punto Ms hasta 100 °C a una tasa promedio de enfriamiento de 35 °C/segundo o más, se obtiene la estructura en la cual la fracción en volumen de la austenita retenida es de 1,5 % en volumen o menos y el resto es la martensita.
- 25 De la forma descrita anteriormente, es posible fabricar el material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la presente realización con excelente resistencia a colisiones.
- 30 Durante la serie de calentamiento y enfriamiento, se lleva a cabo la conformación en caliente tal como estampación en caliente. Específicamente, la chapa de acero para tratamiento térmico se somete a la conformación en un troquel hasta que la temperatura alcanza el punto Ms después del calentamiento hasta el intervalo de temperaturas del punto Ac_3 o mayor. Se pueden ejemplificar el plegado, trefilado, pandeo, expansión de orificios y rebordeado como conformación en caliente. Estos pertenecen a la conformación en prensa, pero si resulta posible el enfriamiento de la chapa de acero en paralelo con la conformación en caliente o inmediatamente después de la conformación en caliente, tal como conformación por rodillos, se puede llevar a cabo otro tipo de conformación diferente de la conformación en prensa.
- 35 En un caso en el que se lleva a cabo la conformación en caliente, es preferible que se proporcionen una tubería y un orificio de inyección para el medio de enfriamiento en la boquilla, y el medio de enfriamiento se pulveriza directamente sobre la chapa de acero para tratamiento térmico durante el enfriamiento desde el punto Ms hasta 100 °C, o al tiempo que se mantiene en un centro muerto de la parte inferior de la prensa, por ejemplo. Como medio de enfriamiento, se pueden ejemplificar agua, poli(alcoholes hídricos), poliglicol, aceite mineral cuyo punto inflamación es de 120 °C o más, éster sintético, aceite de silicona, aceite de flúor, grasa cuya temperatura de goteo es de 120 °C o más, aceite mineral, y emulsión de agua en la que se somete un agente tensioactivo a formación de compuestos con un éter sintético. Se pueden usar uno o cualquier combinación de los mismos. El uso del troquel y el medio de enfriamiento que se ha descrito anteriormente posibilita llevar a cabo de forma sencilla la tasa de enfriamiento de 35 °C/segundo o más. Dicho método de enfriamiento se describe en la publicación de patente 7, por ejemplo. Como serie de calentamiento y enfriamiento, se puede llevar a cabo el endurecimiento por medio de calentamiento de alta frecuencia.
- 40 El tiempo de retención en el intervalo de temperaturas del punto Ac_3 o mayor es un minuto o más con el fin de provocar la transformación en la austenita de manera suficiente. Generalmente, por medio de retención de diez minutos, la estructura se vuelve fase individual de austenita, y la retención durante más de diez minutos rebaja la productividad. Por tanto, a la vista de la productividad, el tiempo de retención es preferentemente de diez minutos o menos.
- 45
- 50
- 55

La chapa de acero para tratamiento térmico puede ser una chapa de acero laminada en caliente, o puede ser una chapa de acero laminada en frío. Como chapa de acero para tratamiento térmico, se puede usar una chapa de acero laminada en caliente recocida o una chapa de acero laminada en frío recocida que es una chapa de acero laminada en caliente o una chapa de acero laminada en frío que se han sometido a recocido.

- 5 La chapa de acero para tratamiento térmico puede ser una chapa de acero con tratamiento superficial tal como una chapa de acero metalizada. Es decir, se puede proporcionar una capa de metalizado sobre la chapa de acero para tratamiento térmico. La capa de metalizado contribuye a una mejora de la resistencia frente a la corrosión, por ejemplo. La capa de metalizado puede ser una capa de electrometalizado, o puede ser una capa de metalizado por inmersión en caliente. La capa de electrogalvanizado y la capa de electrometalizado de aleación de Zn-Ni se pueden ejemplificar como capa de electrometalizado. Como capa de metalizado por inmersión en caliente, se pueden ejemplificar una capa de galvanizado por inmersión en caliente, una capa de galvanizado por inmersión en caliente aleada, una capa de metalizado de aleación de Zn-Al por inmersión en caliente, una capa de metalizado de aleación de Zn-Al-Mg por inmersión en caliente y una capa de metalizado de aleación de Zn-Al-Mg-Si por inmersión en caliente. El peso de revestimiento de la capa de metalizado no está particularmente limitado, y es un peso de revestimiento dentro de un intervalo común, por ejemplo. Similarmente a la chapa de acero para tratamiento térmico, el material de acero tratado térmicamente puede estar provisto de una capa de metalizado.

A continuación, se describe un ejemplo de un método de fabricación de la chapa de acero para tratamiento térmico. En el presente método de fabricación, se llevan a cabo laminado en caliente, decapado, laminado en frío, recocido y metalizado, por ejemplo.

- 20 En el laminado en caliente, se lamina en caliente un lingote de acero o un tocho de acero que tiene la composición química anteriormente mencionada cuya temperatura es de 1050 °C o más, se enrolla en un intervalo de temperaturas no menor que 400 °C y no mayor que 700 °C.

- En ocasiones, el lingote de acero o tocho de acero contiene inclusiones no metálicas que son causa de deterioro de la tenacidad y la aptitud de deformación local del material de acero tratado térmicamente obtenido por medio de templado de la chapa de acero para tratamiento térmico. Por tanto, cuando el lingote de acero o tocho de acero se somete a laminado en caliente, es preferible someter a disolución de sólidos suficientes estas inclusiones no metálicas. La disolución de sólidos de las inclusiones no metálicas anteriormente mencionadas se favorece cuando la temperatura del lingote de acero o tocho de acero que tiene la composición anteriormente mencionada alcanza 1050 °C o más, cuando se somete a laminado en caliente. Por tanto, la temperatura del lingote de acero o tocho de acero que se somete a laminado en caliente es preferentemente de 1050 °C o más. Es suficiente que la temperatura del lingote de acero o tocho de acero sea de 1050 °C o más cuando se somete a laminado en caliente. Es decir, después de la colada o similar, el lingote de acero o tocho de acero cuya temperatura se vuelve menor que 1050 °C se puede calentar a 1050 °C o más, o el lingote de acero después de la colada continua o el tocho de acero después del laminado con cilindro desbastador, se pueden someter al laminado en caliente sin disminuir su temperatura a un valor por debajo de 1050 °C.

- Fijando la temperatura de enrollado en 400 °C o más, es posible obtener una relación de área de ferrita elevada. A medida que aumenta la relación de área de ferrita, se reduce la resistencia de la chapa de acero laminada en caliente obtenida por medio de laminado en caliente y, por tanto, resulta sencillo controlar la carga y controlar la planitud y el espesor de la chapa de acero en el momento del laminado en frío posterior, lo cual mejora la eficacia de fabricación. Por tanto, la temperatura de enrollado es preferentemente de 400 °C o mayor.

- 45 Cuando la temperatura de enrollado es de 700 °C o más, es posible evitar la proliferación de incrustaciones tras el enrollado, con el fin de evitar la generación de un defecto por incrustación. Cuando la temperatura de enrollado es de 700 °C o menos, también se evita la deformación debida al propio peso de la bobina tras el enrollado, y se evita la generación de defectos de rayado sobre la superficie de la bobina debido a esta deformación. Por tanto, la temperatura de enrollado es preferentemente de 700 °C o menos. La deformación anteriormente mencionada ocurre porque, cuando la austenita no transformada permanece tras el enrollado del laminado en caliente y esta austenita no transformada se convierte en ferrita tras el enrollado, se pierde la tensión de enrollado de la bobina de acuerdo con una expansión debida a la transformación de ferrita y la siguiente contracción térmica.

- 50 El decapado se puede llevar a cabo por medio de un procedimiento común. Se puede llevar a cabo un laminado de ajuste antes del decapado o después del decapado. El laminado de ajuste corrige la planitud o favorece el despegado de las incrustaciones, por ejemplo. El porcentaje de estiramiento cuando se lleva a cabo el laminado de ajuste no está particularmente limitado y, por ejemplo, no es menor que un 0,3 % y no mayor que un 3,0 %.

- 55 En un caso en el que la chapa de acero laminada en frío se fabrica como chapa de acero para tratamiento térmico, se lleva a cabo el laminado en frío de la chapa de acero decapada obtenida por medio de decapado. El laminado en frío se puede llevar a cabo por medio de un procedimiento común. La relación de reducción del laminado en frío no está particularmente limitada, y es una relación de reducción dentro de un intervalo ordinario, por ejemplo, no menor que un 30 % y no mayor que un 80 %.

En un caso en el que se fabrica la chapa de acero laminada en caliente recocida o la chapa de acero laminada en

frío recocida como chapa de acero para tratamiento térmico, la chapa de acero laminada en caliente o la capa de acero laminada en frío se somete a recocido. En el recocido, la chapa de acero laminada en caliente o la chapa de acero laminada en frío se mantiene en un intervalo de temperatura de no menos de 550 °C y no más de 950 °C, por ejemplo.

5 Cuando la temperatura de retención en el recocido es de 550 °C o más, es posible reducir una diferencia en la propiedad que acompaña una diferencia en la condición de laminado en caliente para estabilizar de forma adicional la propiedad tras el templado, cualquiera que sea la chapa de acero laminada en caliente recocida o la chapa de acero laminada en frío recocida que se fabrique. Además, en caso de que la chapa de acero laminada en frío se someta a recocido a 550 °C o más, la chapa de acero laminada en frío se reblandece debido a la recristalización, lo
10 cual puede mejorar la operabilidad. Es decir, es posible obtener la chapa de acero laminada en frío recocida con buena operabilidad. Por tanto, la temperatura de retención en el recocido es preferentemente de 550 °C o más.

15 Cuando la temperatura de retención en el recocido es mayor que 950 °C, en ocasiones la estructura se vuelve basta. Cuando la estructura se vuelve basta, en ocasiones la tenacidad tras el templado se ve deteriorada. Además, incluso si la temperatura de retención durante el recocido es mayor que 950 °C, el efecto merece la pena, aunque el aumento de temperatura no se obtenga, lo que tiene como único resultado un aumento de coste y una disminución de la productividad. Por tanto, la temperatura de retención en el recocido es preferentemente de 950 °C o menos.

20 Después del recocido, el enfriamiento se lleva a cabo preferentemente hasta 550 °C a una tasa promedio de enfriamiento de no menos de 3 °C/segundo y no más de 20 °C/segundo. Cuando la tasa promedio de enfriamiento anterior es de 3 °C/segundo o más, se evita la generación de perlita basta y cementita basta, y es posible mejorar la propiedad tras el templado. Cuando la tasa promedio de enfriamiento anteriormente mencionada es de 20 °C/segundo o menos, se evita la aparición de irregularidades de resistencia o similares, y se facilita la estabilización de la calidad de la chapa de acero laminada en caliente recocida o la chapa de acero laminada en frío recocida.

25 En caso de fabricar la chapa de acero metalizada como chapa de acero para tratamiento térmico, se lleva a cabo el electrometalizado o la inmersión en caliente, por ejemplo. El electrometalizado y la inmersión en caliente se pueden llevar a cabo ambos por medio de un procedimiento común. Por ejemplo, en caso de que se lleve a cabo el galvanizado por inmersión en caliente, se puede usar una instalación de galvanizado por inmersión en caliente continuo, para llevar a cabo de forma continua el metalizado después del templado anteriormente mencionado. Alternativamente, el metalizado se puede llevar a cabo de forma independiente del templado anteriormente
30 mencionado. En el galvanizado por inmersión en caliente, el tratamiento de aleación se puede llevar a cabo para formar una capa de metalizado por inmersión en caliente aleada. En caso de llevar a cabo el tratamiento de aleación, la temperatura de aleación es preferentemente no menor que 480 °C y no mayor que 600 °C. Cuando la temperatura de aleación es de 480 °C o más, se pueden evitar las irregularidades del tratamiento de aleación. Cuando la temperatura de aleación es de 600 °C o menos, es posible garantizar una elevada productividad, así como también se puede evitar el coste de fabricación. El laminado de ajuste se puede llevar a cabo después del galvanizado por inmersión en caliente. El laminado de ajuste corrige la planitud, por ejemplo. El porcentaje de estiramiento cuando se lleva a cabo el laminado de ajuste no está particularmente limitado y puede ser un porcentaje de estiramiento similar al de un procedimiento común.

40 Nótese que todas las realizaciones anteriormente descritas solo presentan ejemplos concretos para llevar a cabo la presente invención, y el alcance técnico de la presente invención no se debería interpretar de forma limitada por las mismas. Es decir, la presente invención se puede realizar de diversas formas sin apartarse de su idea técnica o su característica técnica.

Ejemplos

A continuación, se describen los experimentos llevados a cabo por los inventores de la presente solicitud.

45 Primer Experimento

En un primer experimento, se fabricaron chapas de acero laminado en frío con un espesor de 1,4 mm cada una, incluyendo las composiciones químicas que se recogen en la Tabla 1, como chapas de acero para tratamiento térmico. Estas chapas de acero se fabricaron por medio de laminado en caliente y laminado en frío de planchas preparadas por medio de fundición en laboratorio. Los subrayados de la Tabla 1 indican que los valores numéricos
50 estuvieron fuera de los intervalos de la presente invención.

Tabla 1

Tipo de Acero N°	COMPONENTE QUIMICO (% EN MASA)														PUNTO Ac3 (°C)	PUNTO Ms (°C)		
	C	Mn	Cr	Ti	B	Si	P	S	N	Cu	Ni	Mo	V	Al			Nb	REM
1	0,20	1,10	0,45	0,015	0,0022	0,08	0,010	0,0018	0,0032	-	-	-	-	-	-	-	777	392
2	0,21	1,00	0,41	0,020	0,0025	0,10	0,013	0,0020	0,0035	-	-	-	-	0,04	-	0,0025	758	393
3	0,18	1,20	0,42	0,025	0,0028	0,01	0,008	0,0011	0,0032	0,10	-	-	0,10	-	-	-	785	396
4	0,22	1,05	0,45	0,015	0,0028	0,05	0,015	0,0015	0,0032	-	0,1	-	-	0,07	-	-	741	388
5	0,19	0,71	0,63	0,019	0,0030	0,12	0,012	0,0014	0,0037	-	0,1	-	-	-	-	-	790	403
6	0,18	0,65	0,72	0,025	0,0025	0,18	0,011	0,0016	0,0027	-	-	0,05	-	-	0,02	-	795	406
7	0,20	0,81	0,41	0,021	0,0023	0,10	0,009	0,0010	0,0030	-	-	0,35	-	-	-	0,0035	785	402
8	0,21	1,20	0,62	0,018	0,0022	0,09	0,012	0,0012	0,0026	-	-	-	-	-	0,10	-	769	382
9	0,19	1,31	0,40	0,030	0,0026	2,05	0,011	0,0009	0,0025	-	-	-	0,10	0,04	-	-	838	367
10	0,18	2,00	0,20	0,020	0,0022	0,01	0,013	0,0020	0,0035	0,05	-	-	-	-	0,02	0,0019	747	374

5 A continuación, se tomaron muestras cada una de ellas con un espesor de 1,4 mm, una anchura de 30 mm y una longitud de 200 mm a partir de chapas de acero laminadas en frío, y se trataron térmicamente (se calentaron y se enfriaron) en las condiciones listadas en la Tabla 1. Este tratamiento imita el tratamiento térmico de la conformación en caliente. El calentamiento en este experimento se llevó a cabo por medio de calentamiento óhmico. Tras el tratamiento térmico, se tomaron las partes de inmersión de las muestras, y se sometieron estas partes de inmersión a ensayo de difracción por rayos-X, ensayo de tracción y ensayo de impacto de Charpy. La tasa de enfriamiento (80 °C/segundo) hasta el punto Ms fue igual a la tasa de enfriamiento crítico o más.

10 En el ensayo de difracción de rayos-X, se pulieron químicamente las partes hasta 1/8 de profundidad del espesor a partir de las superficies de las partes de inmersión usando ácido fluorhídrico o una disolución de agua oxigenada, de modo que se prepararon las muestras de ensayo para el ensayo de difracción de rayos-X, y se encontraron las fracciones en volumen (% en volumen) de austenita requerida (y retenida) en estas muestras de ensayo. Nótese que el resto además de austenita retenida fue martensita.

15 En el ensayo de tracción, se procesaron las partes sumergidas para dar lugar a muestras de ensayo con forma de placa de ASTM E8 que tenían un espesor de 1,2 mm, y se llevó a cabo el ensayo de tracción de las muestras de ensayo, y se midieron sus resistencias de tracción y los límites aparentes de fluencia. La longitud de la parte paralela de cada una de las muestras de ensayo con forma de placa de tamaño medio es de 32 mm y la anchura de la parte paralela es de 6,25 mm. Además, se calcularon las relaciones de rendimiento a partir de las resistencias de tracción y los límites aparentes de fluencia.

20 En el ensayo de impacto de Charpy, se pulieron las partes de inmersión hasta que su espesor fue de 1,2 mm, y se prepararon muestras de ensayo con marca en forma de V en las que se apilaron tres piezas, y se sometieron estas muestras a ensayo de impacto de Charpy, y se encontraron los valores de impacto a -80 °C.

25 Los resultados de estos ensayos se muestran en la Tabla 2. Los valores subrayados de la Tabla 2 indican que los valores numéricos estuvieron fuera de los intervalos de la presente invención o estuvieron fuera de los intervalos preferidos.

Tabla 2

MUESTRA N°	TIPO DE ACERO N°	TASA DE CALENTAMIENTO HASTA 900 °C (°C/segundo)	TIEMPO DE RETENCIÓN (segundos)	TASA DE ENFRÍAMIENTO HASTA PUNTO M _s (°C/segundo)	TASA PROMEDIO DE ENFRÍAMIENTO DESDE PUNTO M _s HASTA 100 °C (°C/segundo)	FRACCIÓN EN VOLUMEN DE AUSTENITA RETENIDA (% VOLUMEN)	RESISTENCIA DE TRACCIÓN (MPa)	LÍMITE APARENTE DE FLUENCIA (MPa)	LÍMITE DE ELASTICIDAD	VALOR DE IMPACTO (J/cm ² , -80 °C)	OBSERVACIONES
1	1				197,5	1,24	1543	1093	0,71	81	EJEMPLO DE LA INVENCION
2					38,5	1,40	1489	1045	0,70	82	EJEMPLO DE LA INVENCION
3					25,1	1,69	1478	1020	0,69	83	EJEMPLO COMPARATIVO
4					2,1	2,82	1462	986	0,67	85	EJEMPLO COMPARATIVO
5	2				194,9	1,25	1537	1093	0,71	80	EJEMPLO DE LA INVENCION
6					38,5	1,45	1488	1041	0,70	83	EJEMPLO DE LA INVENCION
7					29,1	1,62	1476	1018	0,69	84	EJEMPLO COMPARATIVO
8					2,4	2,80	1468	989	0,67	86	EJEMPLO COMPARATIVO
9	3				200,4	1,22	1545	1095	0,71	80	EJEMPLO DE LA INVENCION
10					36,2	1,42	1478	1043	0,71	82	EJEMPLO DE LA INVENCION
11					30,1	1,61	1474	1019	0,69	83	EJEMPLO COMPARATIVO
12					2,2	2,77	1470	991	0,67	85	EJEMPLO COMPARATIVO
13	4				180,2	1,32	1540	1102	0,72	80	EJEMPLO DE LA INVENCION
14					42,4	1,40	1475	1041	0,71	82	EJEMPLO DE LA INVENCION
15					2,8	2,76	1472	988	0,67	86	EJEMPLO COMPARATIVO
16					46,8	1,32	1515	1070	0,71	83	EJEMPLO DE LA INVENCION
17	5				42,3	1,42	1469	1058	0,71	82	EJEMPLO DE LA INVENCION
18					174,9	1,75	1467	981	0,67	82	EJEMPLO COMPARATIVO
19					46,5	2,08	1442	932	0,65	85	EJEMPLO COMPARATIVO
20					190,4	1,10	1511	1095	0,72	40	EJEMPLO COMPARATIVO
21	10				43,0	1,20	1505	1065	0,71	43	EJEMPLO COMPARATIVO

5 Como se recoge en la Tabla 2, en las muestras Nº 1, Nº 2, Nº 5, Nº 6, Nº 10, Nº 13, Nº 14, Nº 16 y Nº 17, dado que las composiciones químicas y las estructuras estuvieron dentro de los intervalos de la presente invención, se obtuvieron resistencias de tracción iguales o mayores que 1400 MPa, límites de elasticidad excelentes iguales o mayores que 0,70 y valores de impacto iguales o mayores que 50 J/cm², lo cual resulta preferido para la resistencia de tracción de 1400 MPa o más.

En las muestras Nº 3, Nº 4, Nº 7, Nº 8, Nº 11, Nº 12 y Nº 15, aunque sus composiciones químicas estuvieran dentro del intervalo de la presente invención, sus estructuras estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, y por tanto sus límites de elasticidad fueron bajos y menores que 0,70.

10 En las muestras Nº 1, Nº 2, Nº 5, Nº 6, Nº 9, Nº 10, Nº 13, Nº 14, Nº 16 y Nº 17, dado que las tasas promedio de enfriamiento desde los puntos Ms hasta 100 °C fueron todas de 35 °C/s o más y sus condiciones de fabricación estuvieron dentro del intervalo de la presente invención, se obtuvieron las estructuras deseadas. Por otra parte, en las muestras Nº 3, Nº 4, Nº 7, Nº 8, Nº 11, Nº 12 y Nº 15, dado que las tasas promedio de enfriamiento desde los puntos Ms hasta 100 °C fueron todas menores que 35 °C/s y sus condiciones de fabricación estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, no fue posible obtener la estructura deseada.

15 En las muestras Nº 18 y Nº 19, dado que sus contenidos de Si estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, sus fracciones en volumen de austenita retenida estuvieron por encima de un 1,5 % en volumen y sus límites de elasticidad fueron menores que 0,70, aunque sus tasas promedio de enfriamiento desde los puntos Ms hasta 100 °C fueran de 35 °C/s o más.

20 En las muestras Nº 20 y Nº 21, dado que sus contenidos de Mn estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, sus valores de impacto fueron menores que 50 J/cm² y no fue posible obtener la tenacidad deseada.

Segundo Experimento

25 En un segundo experimento, se fabricaron chapas de acero laminadas en frío con un espesor cada una de 1,4 mm que tenían las composiciones químicas que se recogen en la Tabla 3, en forma de chapas de acero para tratamiento térmico. Se fabricaron estas chapas de acero por medio de laminado y laminado en frío de placas preparadas por medio de fundición en un laboratorio. Los valores subrayados de la Tabla 3 indican que los valores numéricos estuvieron fuera de los intervalos de la presente invención.

Tabla 3

Tipo de Acero Nº	COMPONENTE QUIMICO (% EN MASA)													PUNTO Ac3 (°C)	PUNTO Ms (°C)			
	C	Mn	Cr	Ti	B	Si	P	S	N	Cu	Ni	Mo	V			Al	Nb	REM
11	0,30	1,20	0,45	0,015	0,0022	0,08	0,010	0,0018	0,0033	-	-	-	-	-	-	-	818	389
12	0,34	1,00	0,40	0,020	0,0025	0,10	0,013	0,0020	0,0034	-	-	-	-	0,04	-	0,0027	812	377
13	0,28	1,20	0,42	0,025	0,0028	0,10	0,008	0,0011	0,0032	0,10	-	-	0,10	-	-	-	819	394
14	0,31	1,10	0,45	0,015	0,0028	0,05	0,015	0,0015	0,0032	-	0,1	-	-	0,07	-	-	816	387
15	0,29	0,71	0,63	0,020	0,0030	0,12	0,012	0,0014	0,0038	-	0,1	-	-	-	-	-	827	404
16	0,28	0,65	0,72	0,025	0,0025	0,18	0,011	0,0016	0,0026	-	-	0,05	-	-	0,02	-	831	408
17	0,30	0,82	0,41	0,021	0,0023	0,10	0,009	0,0010	0,0030	-	-	0,35	-	-	-	0,0042	825	400
18	0,31	1,20	0,63	0,018	0,0022	0,09	0,012	0,0012	0,0026	-	-	-	-	-	0,10	-	811	377
19	0,32	1,31	0,40	0,030	0,0026	2,10	0,011	0,0009	0,0024	-	-	-	0,10	0,04	-	-	872	359
20	0,28	2,00	0,10	0,020	0,0022	0,01	0,013	0,0020	0,0034	0,05	-	-	-	-	0,02	0,0021	806	368

5 A continuación, se llevaron a cabo ensayos de tratamiento térmico y ensayos de evaluación similares a los del primer experimento. Los resultados de estos se listan en la Tabla 4. Los valores subrayados de la Tabla 4 indican que los valores numéricos estuvieron fueran de los intervalos de la presente invención o estuvieron fuera de los intervalos preferidos.

Tabla 4

MUESTRA Nº	TIPO DE ACERO Nº	TASA DE CALENTAMIENTO HASTA 900 °C (°C/segundo)	TIEMPO DE RETENCION (segundos)	TASA PROMEDIO DE ENFRAMIENTO HASTA PUNTO M _s (°C/segundo)	TASA PROMEDIO DE ENFRAMIENTO DESDE PUNTO M _s HASTA 100 °C (°C/segundo)	FRACCIÓN EN VOLUMEN DE AUSTENITA RETENIDA (% VOLUMEN)	RESISTENCIA DE TRACCIÓN (MPa)	LÍMITE APARENTE DE FLUENCIA (MPa)	LÍMITE DE ELASTICIDAD	VALOR DE IMPACTO (J/cm ² , -80 °C)	OBSERVACIONES
31	11	10	210	80	193,5	1,34	1943	1399	0,72	42	EJEMPLO DE LA INVENCION
32					34,8	1,44	1886	1319	0,70	43	EJEMPLO DE LA INVENCION
33					2,0	2,93	1697	1154	0,68	46	EJEMPLO COMPARATIVO
34	12	10	210	80	197,8	1,35	2110	1519	0,72	41	EJEMPLO DE LA INVENCION
35					35,3	1,46	2049	1435	0,70	42	EJEMPLO DE LA INVENCION
36					2,3	2,92	1853	1223	0,66	45	EJEMPLO COMPARATIVO
37	13	10	210	80	200,1	1,25	1851	1351	0,73	42	EJEMPLO DE LA INVENCION
38					35,5	1,43	1800	1270	0,71	43	EJEMPLO DE LA INVENCION
39					2,3	2,88	1626	1106	0,68	45	EJEMPLO COMPARATIVO
40	14	10	210	80	179,9	1,31	1979	1484	0,74	41	EJEMPLO DE LA INVENCION
41					43,3	1,41	1810	1277	0,71	43	EJEMPLO DE LA INVENCION
42					2,7	2,82	1635	1079	0,66	47	EJEMPLO COMPARATIVO
43	17	10	210	80	45,1	1,32	1868	1364	0,73	43	EJEMPLO DE LA INVENCION
44					41,9	1,43	1944	1372	0,71	42	EJEMPLO DE LA INVENCION
45					174,9	1,63	2184	1462	0,67	41	EJEMPLO COMPARATIVO
46	19	10	210	80	45,9	2,11	2141	1434	0,67	43	EJEMPLO COMPARATIVO
47					182,1	1,13	1626	1406	0,73	30	EJEMPLO COMPARATIVO
48					43,4	1,25	1884	1319	0,70	32	EJEMPLO COMPARATIVO

5 Tal y como se recoge en la Tabla 4, en las muestras N° 31, N. 32, N° 34, N° 35, N° 37, N° 38, N° 40, N° 41, N° 43 y N° 44, dado que sus composiciones químicas y estructuras estuvieron dentro de los intervalos de la presente invención, se obtuvieron resistencias de tracción iguales o mayores que 1800 MPa, excelentes límites de elasticidad iguales o mayores que 0,70, y cuando la resistencia de tracción fue de 1800 MPa o mayor, se obtuvieron valores de impactos iguales o mayores que 40 J/cm², lo cual resulta preferido para la resistencia de tracción de 1800 MPa o más.

En las muestras N° 33, N° 36, N° 39 y N° 42, aunque sus composiciones químicas estuvieron dentro del intervalo de la presente invención, sus estructuras estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, y por tanto sus límites de elasticidad fueron bajos y menores que 0,70.

10 En las muestras N° 31, N° 32, N° 34, N° 35, N° 37, N° 38, N° 40, N° 41, N° 43 y N° 44, dado que sus tasas promedio de enfriamiento desde los puntos Ms hasta 100 °C fueron todas de 35 °C/s o más y sus condiciones de fabricación estuvieron todas dentro del intervalo de la presente invención, se obtuvieron las estructuras deseadas. Por otra parte, en las muestras N° 33, N° 36, N° 39 y N° 42, dado que sus tasas promedio de enfriamiento desde los puntos Ms hasta 100 °C fueron todas menores que 35 °C/s y sus condiciones de fabricación estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, no fue posible obtener la estructura deseada.

15 En las muestras N° 45 y N° 45, dado que sus contenidos de Si estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, las fracciones en volumen de austenita retenida estuvieron por encima de un 1,5 % en volumen, y los límites de elasticidad fueron menores que 0,70, incluso aunque sus tasas promedio de enfriamiento desde los puntos Ms hasta 100 °C fueran de 35 °C/s o más.

20 En las muestras N° 47 y N° 48, dado que sus contenidos de Mn estuvieron fuera del intervalo de la presente invención, sus valores de impactos fueron menores que 40 J/cm² y no fue posible obtener la tenacidad deseada.

Aplicabilidad industrial

25 La presente invención se puede utilizar para industrias de fabricación de miembros tratados térmicamente y similares usados en automóviles, tales como, por ejemplo, un refuerzo de parachoques y un eje central, y en industrias que emplean los mismos. La presente invención también se puede utilizar para industrias que fabrican otros componentes mecánicos estructurales, las industrias que los usan y similares.

REIVINDICACIONES

1.- Un material de acero tratado térmicamente que comprende:

una composición química que consiste en, en % en masa:

C: de un 0,16 % a un 0,38 %;
Mn: de un 0,6 % a un 1,5 %;
Cr: de un 0,4 % a un 2,0 %;
Ti: de un 0,01 % a un 0,10 %;
B: de un 0,001 % a un 0,010 %;
Si: un 0,20 % o menos;
P: un 0,05 % o menos;
S: un 0,05 % o menos;
N: un 0,01 % o menos;
Ni: de un 0 % a un 2,0 %;
Cu: de un 0 % a un 1,0 %;
Mo: de un 0 % a un 1,0 %;
V: de un 0 % a un 1,0 %;
Al: de un 0 % a un 1,0 %;
Nb: de un 0 % a un 1,0 %;
REM: de un 0 % a un 0,1 % y
el resto: Fe e impurezas; y

5 una estructura que consiste en:

austenita retenida: un 1,5 % en volumen o menos; en la que austenita retenida está presente en la estructura de material tratado térmicamente; y

el equilibrio: martensita; y

una propiedad mecánica expresada por medio de un límite de elasticidad: 0,70 o más.

10 2.- El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con 1, en el que C: de un 0,16 a un 0,25 % está presente en la composición química.

3.- El material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la composición química cumple:

Ni: de un 0,1 % a un 2,0 %;
Cu: de un 0,1 % a un 1,0 %;
Mo: de un 0,1 % a un 1,0 %;
V: de un 0,1 % a un 1,0 %;
Al: de un 0,01 % a un 1,0 %;
Nb: de un 0,01 % a un 1,0 %; o
REM: de un 0,001 % a un 0,1 % o

15 cualquier combinación de los mismos.

4.- Un método de fabricación de un material de chapa de acero tratado térmicamente, que comprende:

calentar una chapa de acero a una temperatura de un punto A_{c3} o mayor; en el que el tiempo de retención dentro del intervalo de temperaturas del punto A_{c3} o mayor es un minuto o más;

20 a continuación, enfriar la chapa de acero hasta un punto M_s a una tasa de enfriamiento igual a la tasa de enfriamiento crítica o más; y

posteriormente enfriar la chapa de acero desde el punto Ms hasta 100 °C a una tasa promedio de enfriamiento de 35 °C/minuto o más,

- 5 en el que, durante la serie de calentamiento y enfriamiento, se lleva a cabo la conformación en caliente, en el que la chapa de acero se somete a conformación en un troquel hasta que la temperatura alcanza el punto Ms y tratándose después hasta el intervalo de temperaturas del punto Ac3 o mayor; en el que

la chapa de acero comprende una composición química que consiste, en % en masa:

C:	de un 0,16 % a un 0,38 %;
Mn:	de un 0,6 % a un 1,5 %;
Cr:	de un 0,4 % a un 2,0 %;
Ti:	de un 0,01 % a un 0,10 %;
B:	de un 0,001 % a un 0,010 %;
Si:	un 0,20 % o menos;
P:	un 0,05 % o menos;
S:	un 0,05 % o menos;
N:	un 0,01 % o menos;
Ni:	de un 0 % a un 2,0 %;
Cu:	de un 0 % a un 1,0 %;
Mo:	de un 0 % a un 1,0 %;
V:	de un 0 % a un 1,0 %;
Al:	de un 0 % a un 1,0 %;
Nb:	de un 0 % a un 1,0 %;
REM:	de un 0 % a un 0,1 % y
el resto:	Fe e impurezas; y

5.- El método de fabricación del material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la reivindicación 4, en el que C: de un 0,16 a un 0,25 % está presente en la composición química.

- 10 6.- El método de fabricación del material de acero tratado térmicamente de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que la composición química cumple:

Ni:	de un 0,1 % a un 2,0 %;
Cu:	de un 0,1 % a un 1,0 %;
Mo:	de un 0,1 % a un 1,0 %;
V:	de un 0,1 % a un 1,0 %;
Al:	de un 0,01 % a un 1,0 %;
Nb:	de un 0,01 % a un 1,0 %; o
REM	de 0,001% a 0,1%; o
cualquier combinación de los mismos.	