

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 806**

51 Int. Cl.:

<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)
<b>B21B 3/00</b>	(2006.01)
<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/38</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/06</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/40</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.01.2011 PCT/JP2011/050440**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2011 WO2011087057**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2011 E 11732927 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2524972**

54 Título: **Método para la fabricación de lámina de acero de alta resistencia que tiene una excelente capacidad de conformación**

30 Prioridad:

**13.01.2010 JP 2010004735**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.06.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NONAKA, TOSHIKI;  
MATSUTANI, NAOKI;  
OGAWA, TOSHIO y  
FUJITA, NOBUHIRO**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 614 806 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

Método para la fabricación de lámina de acero de alta resistencia que tiene una excelente capacidad de conformación

### Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación adecuada para una carrocería de vehículo o similar, y un método de fabricación de la misma.

### Antecedentes de la técnica

- 10 En los últimos años, cada vez se requiere una mayor reducción de peso de una carrocería de vehículo por el bien de mejora de la eficiencia del combustible de automóvil. Si bien una lámina de acero con una alta resistencia se utiliza para la reducción de peso de la carrocería del vehículo, el prensado se vuelve difícil, dado que la resistencia se vuelve alta. Esto es porque, por lo general, una tensión de fluencia de una lámina de acero se incrementa y una elongación se reduce a medida que una resistencia de la lámina de acero se vuelve alta. Además, a veces se utiliza tal lámina de acero de alta resistencia para una carrocería de vehículo, sobre la que se lleva a cabo un tratamiento de galvanización o un tratamiento químico tal como un tratamiento de fosfatado, tal como una lámina de acero galvanizado.

15 Por lo tanto, se requiere una lámina de acero de alta resistencia, tal como de una buena propiedad de galvanización y una propiedad de tratamiento químico.

- 20 Con respecto a la mejora de una elongación, una lámina de acero con plasticidad inducida por transformación (TRIP, por su sigla en inglés), en la que se utiliza la transformación inducida por tensión de una austenita retenida, se describe en la Literatura de Patente 1 y la Literatura de Patente 2. Sin embargo, dado que una gran cantidad de C está contenida en una lámina de acero con TRIP, hay un problema en la soldadura tal como el craqueo de pepitas. Además, en una lámina de acero con TRIP con una resistencia a la tracción igual a o más de 980 MPa, en particular, una tensión de fluencia es tan alta que hay un problema con que una capacidad de fijación de forma en un momento de prensado o similar es baja.

- 25 Además, existe la preocupación de que una fractura retardada se produzca en la lámina de acero con TRIP de alta resistencia con la resistencia a la tracción igual a o más de 980 MPa. Dado que la lámina de acero con TRIP contiene una gran cantidad de una austenita retenida, un vacío y una dislocación son propensos a producirse con frecuencia en una interfaz entre una martensita generada por transformación inducida en un tiempo de procesamiento y una fase que rodea la misma. Entonces, el hidrógeno se acumula en tales lugares, lo que genera la fractura retardada.

- 30 Además, con respecto a la reducción de una tensión de fluencia, acero de doble fase (DP, por su sigla en inglés), que incluye una ferrita, se describe en la Literatura de Patentes 3. Sin embargo, con el fin de fabricar el acero de DP, es necesario que una velocidad de enfriamiento después del recocido de recristalización sea tan alto como igual a o más de 30 °C/s. Por consiguiente, la aplicación a la fabricación de una lámina de acero galvanizado por el uso de una línea de fabricación común es difícil.

35 Si bien Literaturas de Patente 3 a 6 describen diversos índices sobre una capacidad de conformación, es difícil hacer una capacidad de conformación de elongación de un componente de automóvil suficiente sólo por medio del ajuste de los índices dentro de intervalos predeterminados.

- 40 La Patente EP 2256224 A1 describe una lámina de acero laminado en frío en la que la microestructura de la lámina de acero comprende ferrita principalmente poligonal.

### Lista de Citas

#### Literatura de Patentes

- Literatura de Patente 1: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Núm. 61-157625
- Literatura de Patente 2: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Núm. 10-130776
- 45 Literatura de Patente 3: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Núm. 57-155329
- Literatura de Patente 4: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Núm. 2001-355043
- Literatura de Patente 5: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Núm. 2007-302918
- Literatura de Patente 6: Publicación de Patente Japonesa Abierta a Inspección Pública Núm. 2008-63604

**Compendio de la invención**

**Problema técnico**

5 Un objetivo de la presente solicitud es proporcionar una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación en la que la capacidad de conformación y una propiedad de tratamiento de galvanización se pueden hacer compatibles entre sí, y un método de fabricación de la misma.

**Solución al problema**

10 Los presentes inventores descubrieron que, con respecto a una lámina de acero de DP que tiene un límite de elasticidad bajo, una capacidad de conformación y una propiedad de tratamiento de galvanización se puedan hacer compatibles entre sí por medio de una relación entre un contenido de Si y un contenido de Al apropiado y por medio de una distribución de dureza apropiada. Entonces, los presentes inventores han alcanzado ideas de realizaciones descritas a continuación. La invención de la presente solicitud se refiere a un método de fabricación de una lámina de acero de alta resistencia de acuerdo con lo mencionado en los puntos (6) a (8) a continuación.

(1) Una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación, que contiene, en % en masa:

15 C: de 0,03% a 0,20%;

Si: de 0,005% a 1,0%;

Mn: de 1,0% a 3,1%; y

Al: de 0,005% a 1,2%,

un contenido de P es de más de 0% e igual a o menos de 0,06%,

20 un contenido de S es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%,

un contenido de N es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%, y

un equilibrio que está compuesto por Fe e impurezas inevitables,

en la que

una estructura metálica incluye una ferrita y una martensita,

25 una relación de una fórmula (A) se establece sobre un contenido de Al (%) y un contenido de Si (%), y

un valor promedio  $Y_{prom}$  definido por una fórmula (B) con respecto a durezas medidas en 100 puntos o más con un nanoindentador es igual o mayor a 40.

$$0,3 \leq 0,7 \times [Si] + [Al] \leq 1,5 \dots (A)$$

$$Y_{prom} = \Sigma(180 \times (X_i - 3)^2 / n) \dots (B)$$

30 ([Al] indica el contenido de Al (%), [Si] indica el contenido de Si (%), n indica un número total de los puntos de medición de las durezas y  $X_i$  indica la dureza. (GPa) en el i-ésimo punto de medición (i es un número natural igual a o menos de n).

(2) La lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con el punto (1), que además contiene:

35 por lo menos uno seleccionado de un grupo que consiste en, en % en masa,

B: de 0,00005% a 0,005%,

Mo: de 0,01% a 0,5%,

Cr: de 0,01% a 1,0%,

V: de 0,01% a 0,1%,

40 Ti: de 0,01% a 0,1%,

Nb: de 0,005% a 0,05%,

Ca: de 0,0005% a 0,005%, y

REM: de 0,0005% a 0,005%.

(3) La lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con el punto (1) o (2), en el que la lámina de acero de alta resistencia es una lámina de acero laminado en frío.

5 (4) La lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con cualquiera de los puntos (1) a (3), en el que la lámina de acero de alta resistencia es una lámina de acero galvanizado.

(5) La lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con cualquiera de los puntos (1) a (4), en el que una fracción de martensita en la estructura de acero es de más de 5%.

(6) Un método de fabricación de una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación, que incluyen:

10 la obtención de una banda de acero laminado en caliente por medio de la realización de laminación en caliente;

luego, la realización del decapado con ácido de la banda de acero laminado en caliente;

luego, la obtención de una banda de acero laminado en frío por medio de la realización de la laminación en frío de la banda de acero laminado en caliente con un tren de laminación en tándem que tiene una pluralidad de soportes;

luego, la realización de recocido continuo de la banda de acero laminado en frío en una línea de recocido continuo; y

15 luego, la realización de laminación de temple de la banda de acero laminado en frío,

en el que

la banda de acero contiene, en % en masa:

C: de 0,03% a 0,20%;

Si: de 0,005% a 1,0%;

20 Mn: de 1,0% a 3,1%; y

Al: de 0,005% a 1,2%,

un contenido de P es de más de 0% e igual a o menos de 0,06%,

un contenido de S es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%,

un contenido de N es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%, y en forma opcional

25 por lo menos uno seleccionado de un grupo que consiste en, en % en masa,

B: de 0,00005% a 0,005%,

Mo: de 0,01% a 0,5%,

Cr: de 0,01% a 1,0%,

V: de 0,01% a 0,1%,

30 Ti: de 0,01% a 0,1%,

Nb: de 0,005% a 0,05%,

Ca: de 0,0005% a 0,005%, y

REM: de 0,0005% a 0,005%

35 y un equilibrio compuesto por Fe y una impureza inevitable, un relación de una fórmula (A) que se ha establecido sobre un contenido de Al (%) y un contenido de Si (%), y

una relación de una fórmula (C) que se ha establecido alrededor de una reducción de laminación en frío en la primera posición entre la pluralidad de los soportes y una tasa de incremento de la temperatura en una primera zona de calefacción en la línea de recocido continuo.

$$0,3 \leq 0,7 \times [\text{Si}] + [\text{Al}] \leq 1,5 \dots (A)$$

40 
$$50 \leq r1^{0,85} \times V \leq 300 \dots (C)$$

(r1 indica la reducción de laminación en frío (%), y V indica la tasa de incremento de la temperatura (°C/s).

(7) El método de fabricación de una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con el punto (6), que además incluye, después de dicha realización del recocido continuo:

la realización de un tratamiento de galvanización de la banda de acero laminado en frío; y

5 Luego, la realización de una laminación de temple de la banda de acero laminado en frío.

(8) El método de fabricación de una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con el punto (7), que además incluye, después de dicha realización del tratamiento de galvanización, el mantenimiento de la banda de acero laminado en frío a una temperatura de 400 °C a 650 °C durante t segundos, en el que se establece una relación de una fórmula (D).

10 
$$t \leq 60 \times [C] + 20 \times [Mn] + 24 \times [Cr] + 40 \times [Mo] \dots (D)$$

([C] indica un contenido de C (%), [Mn] indica un contenido de Mn (%), [Cr] indica un contenido de Cr (%), y [Mo] indica un contenido de Mo (%)).

### Efectos ventajosos de invención

15 De acuerdo con la presente invención, dado que una relación entre un contenido de Al y un contenido de Si se hacen apropiado y una distribución de la dureza se hace apropiada, una capacidad de conformación y una propiedad de tratamiento de galvanización se pueden hacer compatibles entre sí.

### Breve descripción de los dibujos

20 [Fig. 1] La Fig. 1 es un gráfico que representa una relación entre un contenido de Al y un contenido de Si, y una capacidad de conformación, y una propiedad de tratamiento de galvanización y una propiedad de tratamiento químico;

[Fig. 2] La Fig. 2 es un gráfico que representa una relación entre un valor promedio  $Y_{prom}$  de una fórmula (B) y una capacidad de conformación;

[Fig. 3] La Fig. 3 es un diagrama que ilustra una pieza de ensayo utilizada para un ensayo de flexión lateral;

25 [Fig. 4] La Fig. 4 es un gráfico que representa una relación entre una reducción de laminación en frío r y una tasa de incremento de la temperatura V, y una capacidad de conformación; y

[Fig. 5] La Fig. 5 es un gráfico que representa una relación entre un contenido de C, un contenido de Mn, un contenido de Cr y un contenido de Mo, y un tiempo de mantenimiento.

### Descripción de las realizaciones

30 En lo sucesivo, una realización de la presente invención se describirá en detalle con referencia a las figuras adjuntas.

Una lámina de acero de acuerdo con la realización descrita en la presente solicitud contiene, en % en masa, C: de 0,03% a 0,20%, Si: de 0,005% a 1,0%, Mn: de 1,0% a 3,1%, y Al: de 0,005% a 1,2%, un contenido de P es de más de 0% e igual a o menos de 0,06%, un contenido de S es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%, un contenido de N es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%, y el resto está compuesto por Fe y una impureza inevitable.

35 A continuación, se explicará una razón de un límite del contenido de un componente de este tipo.

40 C asegura una resistencia y estabiliza una martensita. Si un contenido de C es de menos de 0,03%, es difícil obtener una resistencia suficiente y la martensita es difícil de formar. Por otra parte, si el contenido de C es de más de 0,2%, la resistencia se vuelve demasiado alta y es difícil de obtener una ductilidad suficiente y es difícil de obtener una capacidad de soldadura suficiente. Por lo tanto, un intervalo del contenido de C es 0,03% a 0,2%. En la presente memoria, se prefiere que el contenido de C sea igual a o más de 0,06%, y se prefiere más que el contenido de C sea igual a o más de 0,07%. Además, se prefiere que el contenido de C sea igual a o menos de 0,15% y se prefiere más que el contenido de C sea igual a o menos de 0,12%.

45 Si asegura una resistencia y una ductilidad, presenta un efecto de desoxidación, y mejora una propiedad de extinción. Si un contenido de Si es de menos de 0,005%, es difícil obtener un efecto de desoxidación suficiente, y es difícil obtener una propiedad de extinción suficiente. Por otra parte, si el contenido de Si es de más de 1,0%, es difícil obtener una propiedad de tratamiento químico suficiente y una propiedad de tratamiento de galvanización. Por lo tanto, un intervalo del contenido de Si es de 0,005% a 1,0%. En la presente memoria, se prefiere que el contenido de Si sea igual a o más de 0,01%, y se prefiere más que el contenido de Si sea igual a o más de 0,05%. Además, en un caso en el que una buena propiedad de tratamiento de galvanización sea considerada como importante, en particular, se prefiere que el contenido de Si sea igual a o menos de 0,7%. Además, se prefiere más que el

contenido de Si sea igual a o menos de 0,6%, y se prefiere además que el contenido de Si sea igual a o menos de 0,1%.

Mn asegura una resistencia, retrasa la generación de un carburo, y es eficaz en la generación de una ferrita. Si un contenido de Mn es de menos de 1,0%, es difícil obtener una resistencia suficiente, y la generación de la ferrita se hace insuficiente, lo que hace difícil obtener una ductilidad suficiente. Por otra parte, si el contenido de Mn es de más de 3,1%, una propiedad de extinción es demasiado alta, lo que genera una martensita en exceso y la resistencia es demasiado alta. En consecuencia, es difícil de obtener una ductilidad suficiente, y es probable que ocurra una gran variación en la propiedad. Por lo tanto, un intervalo del contenido de Mn es 1,0% a 3,1%. En la presente memoria, se prefiere que el contenido de Mn sea igual a o más de 1,2% y se prefiere más que el contenido de Mn sea igual a o más de 1,5%. Además, se prefiere que el contenido de Mn sea igual a o menos de 2,8% y se prefiere más que el contenido de Mn sea igual a o menos de 2,6%.

Al acelera la generación de una ferrita, mejora una ductilidad, y exhibe un efecto de desoxidación. Si un contenido de Al es de menos de 0,005%, es difícil obtener un efecto de desoxidación suficiente. Por otro lado, si el contenido de Al es de más de 1,2%, una inclusión tales como alúmina se incrementa, y es difícil obtener una capacidad de procesamiento suficiente. Por lo tanto, un intervalo del contenido de Al es de 0,005% a 1,2%. En la presente memoria, se prefiere que el contenido de Al sea igual a o más de 0,02% y se prefiere más que el contenido de Al sea igual a o más de 0,1%. Además, se prefiere que el contenido de Al sea igual a o menos de 1,0% y se prefiere más que el contenido de Al sea igual a o menos de 0,8%. Se debe señalar que, incluso si está contenida una gran cantidad de Al, una propiedad de tratamiento químico y una propiedad de tratamiento de galvanización es difícil que se reduzca.

Dado que P contribuye a la mejora de una resistencia, P puede estar contenida en correspondencia con un nivel de resistencia requerido. Sin embargo, si el contenido de P es de más de 0,06%, se produce una segregación en un límite de grano y una ductilidad local es apta para ser reducida, y una capacidad de soldadura tiende a ser reducida. Por lo tanto, el contenido de P es igual a o menos de 0,06%. En la presente memoria, se prefiere que el contenido de P sea igual a o menos de 0,03%, y se prefiere más que el contenido de P sea igual a o menos de 0,02%. Por otra parte, con el fin de hacer que el contenido de P sea de menos de 0,001%, un aumento intensivo de los costos en una etapa de formación de acero es necesario, y con el fin de hacer que el contenido de P sea de 0%, es necesario un aumento adicional intensivo de los costos. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de P sea de más de 0% e igual a o más de 0,001%.

S genera MnS y reduce una ductilidad local y soldabilidad. En particular, si el contenido de S es de más de 0,01%, estos son prominentes. De acuerdo con ello, el contenido de S es 0,01%. En la presente memoria, se prefiere que el contenido de S sea igual a o menos de 0,007%, y se prefiere más que el contenido de S sea igual a o menos de 0,005%. Por otra parte, con el fin de hacer que el contenido de S sea de menos de 0,001%, un aumento intensivo de los costos en una etapa de formación de acero es necesario, y con el fin de hacer que el contenido de S sea de 0%, es necesario un aumento adicional de los costos intensivos. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de S sea de más de 0% e igual a o más de 0,001%.

N está contenida inevitablemente, y un contenido de N por encima de 0,01% reduce una propiedad de envejecimiento. Además, se genera AlN en una gran cantidad y un efecto de Al se reduce. De acuerdo con ello, el contenido de N es igual a o menos de 0,01%. En la presente memoria, se prefiere que el contenido de N sea igual a o menos de 0,007%, y se prefiere más que el contenido de N sea igual a o menos de 0,005%. Por otra parte, con el fin de hacer que el contenido de N sea de menos de 0,0005%, un aumento intensivo de los costos en una etapa de formación de acero es necesario, y con el fin de hacer que el contenido de N sea de 0%, es necesario un aumento adicional de los costos intensivos. Por lo tanto, se prefiere que el contenido de N sea de más de 0% e igual a o más de 0,0005%.

Se debe señalar que la lámina de acero de acuerdo con la presente realización puede contener uno o más seleccionados de un grupo que consiste en B, Mo, Cr, V, Ti, Nb, Ca, y metales de tierras raras (REM, por su sigla en inglés) dentro de un intervalo indicado a continuación.

B contribuye a asegurar la propiedad de extinción, genera BN, y aumenta el Al efectivo. Por lo general, cuando una fracción de ferrita se incrementa, se puede asegurar una elongación superior, pero se hace una estructura en capas y a veces se reduce una ductilidad local. B suprime dicha reducción de la ductilidad local. Si un contenido de B es de menos de 0,00005%, el efecto es difícil de obtener. Por otra parte, si el contenido de B es de más de 0,005%, una elongación en un ensayo de tracción y una cantidad de distorsión de elongación (valor de una distorsión de elongación en la rotura) en un ensayo de flexión lateral se reducen en forma significativa. De acuerdo con ello, se prefiere que un intervalo del contenido de B sea de 0,00005% a 0,005%. En la presente memoria, se prefiere más que el contenido de B sea igual a o más de 0,0001%, e incluso se prefiere más que el contenido de B sea igual a o más de 0,0005%. Además, se prefiere más que el contenido de B sea igual a o menos de 0,003%, e incluso se prefiere más que el contenido de B sea igual a o menos de 0,002%.

Mo contribuye a asegurar de una resistencia y una mejora de una propiedad de extinción. Si un contenido de Mo es de menos de 0,01%, estos efectos son difíciles de obtener. Por otra parte, si el contenido de Mo es de más de 0,5%,

la generación de una ferrita se suprime, de manera tal que se reduzca una ductilidad. Además, si el contenido de Mo es de más de 0,5%, a veces se hace difícil la obtención de una suficiente propiedad de tratamiento químico y una propiedad de tratamiento de galvanización. De acuerdo con ello, se prefiere que un intervalo del contenido de Mo sea de 0,01% a 0,5%. En la presente memoria, se prefiere más que el contenido de Mo sea igual a o más de 0,03%, e incluso se prefiere más que el contenido de Mo sea igual a o más de 0,05%. Cr contribuye a asegurar una resistencia y una mejora de una propiedad de extinción. Si un contenido de Cr es de menos de 0,01%, estos efectos son difíciles de obtener. Por otra parte, si el contenido de Cr es de más de 1,0%, se suprime la generación de una ferrita y se reduce una ductilidad. Además, si el contenido de Cr es de más de 1,0%, a veces se hace difícil la obtención de una suficiente propiedad de tratamiento químico y una propiedad de tratamiento de galvanización. De acuerdo con ello, se prefiere que un intervalo del contenido de Cr sea de 0,01% a 1,0%. En la presente memoria, se prefiere más que el contenido de Cr sea igual a o más de 0,1% e incluso se prefiere más que el contenido de Cr sea igual a o más de 0,2%. Además, se prefiere más que el contenido de Cr sea igual a o menos de 0,7% e incluso se prefiere más que el contenido de Cr sea igual a o menos de 0,5%.

V, Ti, y Nb contribuyen a la aseguración de una resistencia. Si un contenido de V es de menos de 0,01%, un contenido de Ti es de menos de 0,01%, y un contenido de Nb es de menos de 0,005%, el efecto es difícil de obtener. Por otra parte, si el contenido de V es de más de 0,1%, el contenido de Ti es de más de 0,1%, y el contenido de Nb es de más de 0,05%, una elongación en un ensayo de tracción y una cantidad de una distorsión de elongación en un ensayo de flexión lateral se reducen en forma significativa. De acuerdo con ello, se prefiere que un intervalo del contenido de V sea de 0,01% a 0,1%, y se prefiere que un intervalo del contenido de Ti sea de 0,01% a 0,1%, y se prefiere que un intervalo del contenido de Nb sea de 0,005 % a 0,05%.

Ca y REM contribuyen al control de la inclusión y la mejora de una propiedad de expansión de agujeros. Si un contenido de Ca es de menos de 0,0005% y un contenido de REM es menos del 0,0005%, estos efectos son difíciles de obtener. Por otra parte, si el contenido de Ca es de más de 0,005% y el contenido de REM es de más de 0,005%, una elongación en un ensayo de tracción y una cantidad de una distorsión de elongación en un ensayo de flexión lateral se reducen en forma significativa. De acuerdo con ello, se prefiere que un intervalo del contenido de Ca sea de 0,0005% a 0,005%, y se prefiere que un intervalo del contenido de REM sea de 0,0005% a 0,005%.

A propósito, como la impureza inevitable, se pueden citar Sn y similares. Si un contenido de una impureza inevitable tal es igual a o menos de 0,01%, un efecto de la realización no se ve afectado.

En la lámina de acero que se describe en la presente solicitud una relación de una fórmula (A) se establece entre el contenido de Al y el contenido de Si.

$$0,3 \leq 0,7 \times [\text{Si}] + [\text{Al}] \leq 1,5 \dots (A)$$

En este caso, [Al] indica el contenido de Al (%) y [Si] indica el contenido de Si (%).

Una gran cantidad de elementos se añaden al acero de alta resistencia convencional, y se suprime la formación de una ferrita. Por lo tanto, una fracción de ferrita de una estructura es baja y una fracción de otra fase (segunda fase) es alta. Por consiguiente, una elongación se reduce considerablemente en particular en acero de DP con una resistencia a la tracción igual a o más de 980 MPa. Por el contrario, es posible hacer una elongación mayor al incrementar el contenido de Si, por medio de la reducción del contenido de Mn, o similares. Sin embargo, si el contenido de Si se hace alto, una propiedad de tratamiento químico y una propiedad de tratamiento de galvanización son aptos para ser reducidos. Además, si el contenido de Mn se hace bajo, la aseguración de una resistencia se vuelve difícil.

Bajo las circunstancias, los presentes inventores descubrieron el efecto descrito con anterioridad de Al, como resultado de un estudio serio. Además, como resultado de la investigación de una relación entre un contenido de Si y un contenido de Al, una capacidad de conformación, y una propiedad de tratamiento de galvanización (una propiedad de tratamiento de chapado) y una propiedad de tratamiento químico, se obtuvo un resultado representado en la Fig. 1. En otras palabras, si un valor de " $0,7 \times [\text{Si}] + [\text{Al}]$ " era de menos de 0,3, una capacidad de conformación era insuficiente. Además, si un valor de " $0,7 \times [\text{Si}] + [\text{Al}]$ " era más de 1,5, una buena propiedad de tratamiento químico y una propiedad de tratamiento de galvanización no se pudieron obtener. A partir de estos resultados, se puede decir que cuando se satisface la relación de la fórmula (A), es posible asegurar una fracción de ferrita suficiente para obtener con ello una elongación superior, lo que asegura al mismo tiempo una propiedad de tratamiento de chapado y una propiedad de tratamiento químico. Por cierto, un resultado de una investigación de una relación entre una capacidad de conformación y un resultado de un ensayo de tracción indica que cuando la capacidad de conformación era suficiente, con respecto a una elongación EL (%) y una resistencia a la tracción TS (MPa) obtenidos por el ensayo de tracción, un valor de " $\text{EL} \times \text{TS}$ " era igual a o más de 16000% MPa y que, cuando la capacidad de formación era insuficiente el valor de " $\text{EL} \times \text{TS}$ " era de menos de 16000% MPa.

Se debe señalar que una evaluación de la capacidad de conformación y una evaluación de la propiedad de tratamiento químico y la propiedad de galvanización se pueden llevar a cabo en forma similar a una evaluación, por ejemplo, en los ejemplos descritos más adelante Núm. 1 a Núm. 27 y los Ejemplos Comparativos Núm. 28 al Núm. 43.

Además, una estructura metálica de la lámina de acero de acuerdo con la presente realización incluye una ferrita y martensita. La ferrita incluye una ferrita poligonal y una ferrita bainítica. La martensita incluye una martensita normal, obtenida por medio de enfriamiento rápido y una martensita obtenida por medio de un templado llevado a cabo a una temperatura igual a o menos de 600 °C. En la presente realización, debido a una estructura de este tipo de metal, una resistencia a la tracción y una ductilidad se pueden hacer compatibles entre sí.

La fracción de ferrita y la fracción de martensita no se limitan en particular, pero se prefiere que la fracción de martensita sea de más de 5%. Esto es porque una fracción de martensita de menos de 5% hace que sea difícil obtener una resistencia a la tracción de igual a o más de 500 MPa. Se debe tener en cuenta que los intervalos más preferibles de la fracción de ferrita y la fracción de martensita son diferentes en correspondencia con las resistencias a la tracción y las elongaciones requeridas. En otras palabras, dado que la elevación de la fracción de ferrita permite la aseguración de la elongación y la elevación de la fracción de martensita permite la aseguración de la resistencia a la tracción, se prefiere ajustar cada intervalo con base en un equilibrio de la elongación y la resistencia a la tracción. Por ejemplo, si la resistencia a la tracción es de 500 MPa a 800 MPa, se prefiere que el intervalo de la fracción de ferrita sea de 50% a 90%, y se prefiere que el intervalo de la fracción de martensita sea de 10% a 40%. Si la resistencia a la tracción es 800 MPa a 1100 MPa, se prefiere que el intervalo de la fracción de ferrita sea de 20% a 60%, y se prefiere que el intervalo de la fracción de martensita sea de 30% a 60%. Si la resistencia a la tracción es de más de 1100 MPa, se prefiere que la fracción de ferrita sea igual a o menos de 30% y se prefiere que la fracción de martensita sea igual a o más de 40%.

Además, se prefiere que la estructura metálica de la lámina de acero de acuerdo con la presente realización también incluya una bainita, y se prefiere que un intervalo de una fracción de bainita sea de 10% a 40%. Por cierto, con el fin de asegurar una resistencia a la tracción, es más eficaz incrementar la fracción de martensita que incrementar la fracción de bainita, la martensita es capaz de asegurar una resistencia a la tracción requerida por una fracción más pequeña. Por lo tanto, se hace posible incrementar la fracción de ferrita por esa porción, para incrementar de este modo una elongación. Por lo tanto, se prefiere que la fracción de martensita sea más alta que la fracción de bainita. Se debe señalar que si una austenita permanece en una estructura de metal, una fragilidad de procesamiento secundario y una propiedad de fractura retardada son aptos para ser reducidos. Por lo tanto, se prefiere que una austenita retenida no esté contenida sustancialmente, pero la austenita retenida de menos de 3% puede estar contenida inevitablemente.

Además, en la lámina de acero de acuerdo con la presente realización, un valor promedio  $Y_{prom}$  definido por una fórmula (B) con respecto a durezas medido a 100 puntos o más con un nanoindentador es igual a o más de 40.

$$Y_{prom} = \Sigma(180 \times (X_i - 3)^2 / n) \dots (B)$$

En este caso, n indica un número total de puntos de medición de durezas, y  $X_i$  indica una dureza (GPa) en el i-ésimo (i es un número natural igual a o menos de n) punto de medición.

Los presentes inventores hallaron que, como un índice que indica una capacidad de conformación de una lámina de acero utilizada para una carrocería de vehículo o similar una cantidad de distorsión de elongación  $\epsilon$  medida en un ensayo de flexión lateral es superior a una elongación y un valor de expansión de agujeros. Además, los presentes inventores descubrieron que cuanto mayor se haga una cantidad de distorsión de elongación  $\epsilon$ , mejor se vuelve una capacidad de conformación.

Además, los presentes inventores descubrieron que, de acuerdo con lo representado en la Fig. 2, cuanto mayor se haga el valor promedio  $Y_{prom}$  de la fórmula (B), mayor se vuelve el valor de " $\epsilon \times TS$ ", que es un producto de una cantidad de distorsión de elongación  $\epsilon$  (%) y una resistencia a la tracción TS (MPa). Además, cuando el valor de " $\epsilon \times TS$ " era igual a o más de 40 000% MPa, se podría obtener una buena capacidad de conformación. Por lo tanto, se puede decir que si un valor promedio  $Y_{prom}$  es igual a o más de 40, se puede obtener una buena capacidad de conformación. Se debe señalar que un límite superior del valor promedio  $Y_{prom}$  no está limitado en particular, pero un valor máximo del valor promedio  $Y_{prom}$  obtenido en el ensayo llevada a cabo por los presentes inventores es 250.

Además, también se halló que en un caso de que el valor del producto " $\epsilon \times TS$ " sea igual a o más de 40 000% MPa, se prefiere más y superior en términos de una capacidad de conformación si, además, un valor de " $EL \times TS$ ", que es un producto de la elongación EL (%) y la resistencia a la tracción TS (MPa) es igual a o más de 16 000% MPa.

Se debe tener en cuenta que en el ensayo de flexión lateral, una flexión en el plano se aplica a una cara de extremo en la que se forma un recorte, y se mide una cantidad de distorsión de elongación a la vez que se produce una grieta pasante. La Fig. 3 ilustra una forma de una pieza de ensayo. Con el fin de evaluar una propiedad de brida de elongación, un recorte 2 con un gran radio de curvatura se proporciona en la pieza de ensayo 1. Además, con el fin de medir una cantidad de distorsión de elongación después del ensayo, se proporciona una línea de marcado. Una vez que se inicia el ensayo, la pieza de ensayo 1, mientras recibe un esfuerzo de tracción en una dirección circunferencial, se dobla y se fractura. En el ensayo de flexión lateral, se juzga que una "fractura" se produce cuando se produce una grieta pasante en una dirección del espesor. En otras palabras, es improbable que en el ensayo de expansión de agujeros, la distorsión de elongación después de la grieta pasante no se vea influenciada por un tamaño de una grieta. Por lo tanto, no se produce variación del juicio de la grieta.



De acuerdo con la presente realización, dado que la relación entre el contenido de Si y el contenido de Al representado por la fórmula (A) se hace apropiada y una distribución de dureza representada por la fórmula (B) se hace apropiada, la capacidad de conformación, y la propiedad de tratamiento de galvanización y la propiedad de tratamiento químico se pueden hacer compatibles entre sí.

5 Además, la distribución de dureza representada por la fórmula (B) refleja un resultado del ensayo de flexión lateral, y el resultado del ensayo de flexión lateral puede representar una capacidad de conformación de una pieza de automóvil o similar con un mayor grado de precisión que una elongación y una propiedad de expansión de agujeros que son índices convencionales que representan una capacidad de conformación.

10 Se debe señalar que si bien una resistencia de la lámina de acero que se describe en la presente solicitud no está limitada en particular, una resistencia a la tracción de, por ejemplo, aproximadamente 590 MPa a 1500 MPa se puede obtener en correspondencia con una composición. Un efecto de la compatibilidad de la capacidad de conformación, y la propiedad de tratamiento de galvanización y la propiedad de tratamiento químico es prominente en particular en una lámina de acero de alta resistencia de igual a o más de 980 MPa.

15 Para fabricar la lámina de acero descrita en la presente solicitud que se ha descrito con anterioridad, se puede utilizar un acero con la composición descrita con anterioridad, y se puede llevar a cabo un procesamiento similar al de, por ejemplo, un método de fabricación de una lámina de acero laminado en caliente, un método de fabricación de una lámina de acero laminado en frío, o un método de fabricación de una lámina de acero chapada que por lo general se lleva a cabo. En el método reivindicado, se lleva a cabo la obtención de una banda de acero laminado en frío por medio de la laminación en frío de una banda de acero, y por medio del recocido continuo de la banda de  
20 acero laminado en frío. En el método reivindicado, se lleva a cabo la obtención de una banda de acero laminado en caliente por medio de la laminación en caliente de acero, el decapado con ácido de la banda de acero laminado en caliente, la obtención de una banda de acero laminado en frío por medio de laminación en frío de la banda de acero laminado en caliente, el recocido continuo de la banda de acero laminado en frío, y la laminación de temple de la banda de acero laminado en frío, en esa secuencia. Además, es posible llevar a cabo un tratamiento de  
25 galvanización después de recocido continuo. En tal caso, por ejemplo, la laminación de temple se puede llevar a cabo después del tratamiento de galvanización.

Por ejemplo, la laminación en caliente se puede llevar a cabo bajo una condición general. Por cierto, con el fin de evitar la reducción de la capacidad de procesamiento como resultado de que una tensión se aplica en exceso a un grano de ferrita, se prefiere llevar a cabo la laminación en caliente a una temperatura igual a o más de un punto  $A_{r3}$ .  
30 Además, si la laminación en caliente se lleva a cabo a una temperatura de más de 940 °C, un diámetro de grano recristalizado después del recocido a veces se vuelve grueso en exceso. De acuerdo con ello, se prefiere que la laminación en caliente se lleve a cabo a igual a o menos de 940 °C. Cuanto mayor sea la temperatura de bobinado de la laminación en caliente, más recristalización y crecimiento de grano se aceleran, por lo que se mejora la capacidad de procesamiento. Sin embargo, si la temperatura de bobinado es de más de 550 °C, se acelera la  
35 generación de una escala que ocurre en un momento de la laminación en caliente. Por lo tanto, un tiempo necesario para el decapado con ácido a veces es prolongado. Además, una ferrita y una perlita se generan en capas, de manera tal que C sea apto para difundirse. En consecuencia, se prefiere que la temperatura de bobinado sea igual a o menos de 550 °C. Por otro lado, si la temperatura de bobinado es de menos de 400 °C, una lámina de acero se endurece y una carga en un momento de la laminación en frío se vuelve alta. En consecuencia, se prefiere que la  
40 temperatura de bobinado sea igual a o más de 400 °C.

El decapado con ácido se puede llevar a cabo bajo una condición general.

La laminación en frío después del decapado con ácido también se puede llevar a cabo bajo una condición general. Se debe tener en cuenta que se prefiere que un intervalo de una reducción de laminado de la laminación en frío sea de 30% a 70%. Se debe a que si la reducción de laminado es de menos de 30%, la corrección de la forma de una  
45 lámina de acero a veces se hace difícil, y si la reducción de laminado es más del 70%, se produce una grieta en una porción de borde de la lámina de acero o se produce una desviación de la forma.

Además, en el método reivindicado, la laminación en frío se lleva a cabo en forma continua con un tren de laminación en tándem que tiene una pluralidad de soportes y que una reducción de la laminación en frío  $r1$  (%) en la primera posición y una tasa de incremento de la temperatura  $V$  (°C/seg) en una primera zona de calefacción en una línea de recocido continuo satisface una relación de una fórmula (C). En este caso, la línea de recocido continuo incluye una línea de recocido continuo proporcionada en una línea de fabricación de una lámina de acero laminado en frío y una línea de recocido continuo proporcionada en una línea de fabricación de una lámina de acero galvanizado continuo.

$$50 \leq r1^{0.85} \times V \leq 300 \dots (C)$$

55 Como resultado de que los presentes inventores investigaron la relación entre la reducción de la laminación en frío  $r1$  y la tasa de incremento de la temperatura  $V$ , se obtuvo un resultado representado en la Fig. 4. De acuerdo con lo descrito con anterioridad, si el valor de " $\epsilon \times TS$ " es igual a o más de 40 000% MPa, se puede obtener una buena capacidad de conformación. Por lo tanto, en la Fig. 4, una condición bajo la cual el valor de " $\epsilon \times TS$ " es igual a o más

de 40000% MPa se indica por medio de un símbolo "O", mientras que una condición bajo la cual el valor de " $\epsilon \times TS$ " es de menos de 40000% MPa se indica por medio de un símbolo "X". Si el valor de " $r1^{0,85} \times V$ " es de menos de 50, una ferrita se vuelve demasiado blanda y una diferencia de dureza de una fase dura es grande. Por otro lado, si el valor de " $r1^{0,85} \times V$ " es de más de 300, un índice de recristalización es demasiado alto y se reduce una capacidad de conformación. Se debe señalar que se prefiere más que el valor de " $r1^{0,85} \times V$ " sea igual a o más de 100 y que se prefiere más que el valor de " $r1^{0,85} \times V$ " sea igual a o menos de 250.

Se prefiere que el recocido continuo se lleve a cabo en un intervalo igual a o más de un punto  $A_{c1}$  e igual a o menos de un punto  $A_{c3} + 100$  °C. Si el recocido continuo se lleva a cabo a una temperatura menor que el punto  $A_{c1}$ , una estructura es apta para ser desigual. Por otro lado, si el recocido continuo se lleva a cabo a una temperatura sobre el punto  $A_{c3} + 100$  °C, la generación de una ferrita es suprimida por el engrosamiento de una austenita, lo que lleva a la reducción de una elongación. Además, es deseable que la temperatura de recocido sea igual a o menos de 900 °C desde un punto de vista económico. Con respecto a un tiempo de recocido, se prefiere que la temperatura se mantenga durante igual a o más de 30 segundos con el fin de eliminar una estructura en capas. Por otro lado, si la temperatura se mantiene durante más de 30 minutos, un efecto es saturado y se reduce una productividad. De acuerdo con ello, se prefiere que un intervalo del tiempo de recocido sea de 30 segundos a 30 minutos.

En el enfriamiento del recocido continuo, se prefiere que una temperatura de terminación sea igual a o menos de 600 °C. Si la temperatura final es de más de 600 °C, una austenita tiende a permanecer y una fragilidad de procesamiento secundario y una propiedad de fractura retardada son aptas para ser reducidas.

Se debe señalar que un tratamiento de templado a igual a o menos de 600 °C se puede llevar a cabo después del recocido continuo. Por medio de la realización de tal tratamiento de templado, por ejemplo, se pueden hacer mejor una propiedad de expansión de agujeros y una fragilidad.

Los presentes inventores consideran que, cuando se lleva a cabo un tratamiento de galvanización después de recocido continuo, se prefiere que después del tratamiento de galvanización la banda de acero laminado en frío se lleve a cabo a una temperatura de 400 °C a 650 °C durante un tiempo (t segundos) que satisface una relación de una fórmula (D).

$$t \leq 60 \times [C] + 20 \times [Mn] + 24 \times [Cr] + 40 \times [Mo] \dots (D)$$

En la presente memoria, [C] indica un contenido de C (%), [Mn] indica un contenido de Mn (%), [Cr] indica un contenido de Cr (%), y [Mo] indica un contenido de Mo (%).

Los presentes inventores, como resultado de la investigación de un tiempo de mantenimiento en el mantenimiento de la banda de acero laminado en frío a una temperatura de 400 °C a 650 °C después del tratamiento de galvanización, obtuvieron un resultado representado en la Fig. 5. Un símbolo "O" en la Fig. 5 indica que se obtuvo una resistencia a la tracción suficiente y un símbolo "X" indica que la resistencia a la tracción era comparativamente baja. De acuerdo con lo representado en la Fig. 5, si un valor del tiempo de mantenimiento t (s) estaba por encima de un valor de un lado derecho (% en masa) de la fórmula (D), la resistencia a la tracción era comparativamente baja. Esto es porque una bainita se genera excesivamente de ese modo para que sea difícil obtener una fracción de martensita suficiente.

### Ejemplo

A continuación, se explicará un experimento llevado a cabo por los presentes inventores.

En primer lugar, el acero de los ejemplos Núm. 1 a Núm. 34 y de los Ejemplos Comparativos Núm. 35 a Núm. 52 que tienen las composiciones representadas en una tabla 1 se fabricó con un horno de fundición vacío. Luego, después de que el acero se enfrió y solidificó, el acero se recalentó a 1200 °C y se llevó a cabo una laminación de terminación de laminación en caliente a 880 °C. A partir de ese entonces, el acero se enfrió a 500 °C, y se mantuvo a una temperatura a 500 °C durante una hora, de este modo se obtuvo una placa de acero laminado en caliente. El mantenimiento de la temperatura a 500 °C durante una hora simula un tratamiento térmico a un tiempo de bobinado en la laminación en caliente. Posteriormente, una escala fue retirada de la placa de acero laminado en caliente por medio de decapado con ácido, y a partir de ese entonces, la laminación en frío se llevó a cabo a una reducción de laminación en frío r representada en una tabla 4, de ese modo se obtuvo una placa de acero laminado en frío. Luego, con un simulador de recocido continuo, la temperatura de la placa de acero laminado en frío se incrementó a una tasa de incremento de la temperatura V representado en la tabla 4 y el recocido se llevó a cabo a 770 °C durante 60 segundos. A partir de ese entonces, se llevó a cabo la galvanización y se llevó a cabo un tratamiento de aleación en un horno de aleación, de ese modo se fabricó una lámina de acero galvanizado de aleación.

A continuación, una elongación EL (%) y una resistencia a la tracción TS (MPa) se midieron en un ensayo de tracción, y una cantidad de distorsión de elongación  $\epsilon$  (%) se midió en un ensayo de flexión lateral. En el ensayo de tracción, se utilizó una pieza de ensayo JIS 5. El ensayo de flexión lateral se llevó a cabo de acuerdo con un procedimiento descrito con anterioridad. Luego, se hallaron un valor de " $EL \times TS$ " y un valor de " $\epsilon \times TS$ ". Los resultados de los mismos se representan en una tabla 2. Si por lo menos el valor de " $\epsilon \times TS$ " es igual a o más de 40 000% MPa, se puede decir que la resistencia a la tracción y una ductilidad son compatibles entre sí, y si el valor de

"EL × TS" es igual a o más de 16 000% MPa, se puede decir que la resistencia a la tracción y la ductilidad son mejores.

Además, se observó una estructura de metal con un microscopio óptico. En esta ocasión se observó una ferrita después del grabado nital, y se observó una martensita después del grabado de repelente. Luego, se calcularon una fracción de ferrita y una fracción de martensita. Además, una superficie que ha sido pulida químicamente para ser un cuarto del espesor de una capa superficial de la lámina de acero se sometió a difracción de rayos X y se calculó una fracción de austenita retenida. Los resultados de este ensayo están representados en la tabla 2.

Además, las durezas  $X_1$  a  $X_{300}$  se midieron a 300 puntos por una pieza de ensayo con un nanoindentador. En esta ocasión, como el nanoindentador, "TRIBOINDENTER" se utilizó de Hysitron y un intervalo de medición fue de 3 micrones. Luego, un valor promedio de Yale fue calcular la dureza de  $X_1$  a  $X_{300}$ . Un resultado de este ensayo está representado en una tabla 3.

Además, también se llevaron a cabo evaluaciones de la propiedad de tratamiento químico y la propiedad de tratamiento de galvanización. En la evaluación de la propiedad de tratamiento químico, después de un tratamiento con productos químicos de tratamiento de fosfato de acuerdo con una especificación estándar, un aspecto de un revestimiento químico se observó por medio de observación visual y por medio de un microscopio electrónico de barrido. Entonces, uno que cubría densamente una base de lámina de acero se juzgó como "bueno" y uno que no, se juzgó como "malo". Como los productos químicos de tratamiento de fosfato, se utilizaron "Bt3080" de Nihon Parkerizing Co., Ltd., que es un producto químico común para automotores. En la evaluación de la propiedad de tratamiento de galvanización, después de que se llevó a cabo el recocido bajo una condición que satisface la fórmula (C), se llevó a cabo un tratamiento de galvanización con un simulador de galvanización y se hizo una observación visual. Entonces, uno en el que se formó una película de recubrimiento de manera uniforme en un área igual a o más de 90% de una superficie de chapado se juzgó como "bueno" y uno en el que la película de recubrimiento no se formó de manera uniforme se juzgó como "malo". Entonces, uno que era bueno tanto en la evaluación de la propiedad de tratamiento químico como en la evaluación de la propiedad de tratamiento de galvanización se indica con el símbolo "O", y uno que era malo en por lo menos uno de los anteriores se indica con el símbolo "X" en la tabla 3. Además, después del tratamiento de galvanización, se mantuvo una temperatura a 500 °C durante un tiempo indicado en la tabla 4.

[Tabla 1]

	Núm.	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Ca	B	REM
Ejemplo	1	0,035	0,125	1,65	0,005	0,008	0,0035	0,625	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	0,041	0,199	2,02	0,023	0,006	0,0064	0,712	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	0,049	0,188	2,50	0,008	0,009	0,0055	0,512	-	0,15	-	-	-	-	-	-
	4	0,061	0,421	1,12	0,007	0,007	0,0035	0,444	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	0,052	0,058	1,40	0,008	0,008	0,0033	0,526	0,210	0,11	-	-	-	-	-	-
	6	0,111	0,180	1,69	0,006	0,009	0,0087	0,964	-	-	-	-	-	0,004	-	-
	7	0,125	0,056	1,05	0,032	0,005	0,0042	0,632	-	0,15	-	-	-	-	-	-
	8	0,079	0,256	1,21	0,044	0,001	0,0040	0,712	0,320	0,05	-	-	-	0,003	-	-
	9	0,095	0,125	1,23	0,008	0,002	0,0065	0,235	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	0,077	0,245	1,34	0,007	0,009	0,0022	0,321	-	0,25	-	-	-	-	-	-
	11	0,091	0,321	1,18	0,006	0,007	0,0015	0,954	-	0,11	-	-	-	-	-	-
	12	0,095	0,624	2,09	0,012	0,006	0,0035	0,788	-	0,21	-	-	-	-	-	-
	13	0,105	0,215	1,11	0,011	0,005	0,0022	0,623	0,510	-	-	-	-	-	-	-
	14	0,101	0,088	2,68	0,009	0,008	0,0035	0,421	-	0,23	-	-	-	-	0,0015	-
	15	0,165	0,231	1,02	0,023	0,007	0,0034	0,388	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	0,069	0,566	2,99	0,005	0,001	0,0024	0,954	-	0,05	-	-	-	-	-	-
	17	0,125	0,25	1,15	0,011	0,003	0,0037	0,812	-	0,11	-	-	0,01	-	0,0010	-
	18	0,111	0,199	2,03	0,016	0,004	0,0041	0,323	-	-	-	-	0,03	-	-	-
	19	0,132	0,256	1,93	0,013	0,007	0,0034	0,965	-	0,12	-	-	-	-	-	0,0020
	20	0,140	0,689	2,95	0,018	0,003	0,0025	0,223	-	0,21	-	0,03	-	-	-	-
	21	0,132	0,115	2,41	0,016	0,003	0,0064	0,652	-	-	-	-	-	-	0,0008	-
	22	0,144	0,215	2,19	0,014	0,005	0,0007	0,238	-	-	-	-	-	0,002	-	-

ES 2 614 806 T3

	Núm.	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Cr	Mo	V	Ti	Nb	Ca	B	REM	
Ejemplo comparativo	23	0,125	0,264	1,54	0,013	0,003	0,0087	0,333	0,150	0,11	-	0,05	-	-	-	-	
	24	0,126	0,184	2,35	0,022	0,007	0,0090	0,612	-	-	-	-	-	-	0,0015	-	
	25	0,115	0,230	2,50	0,004	0,003	0,0040	0,321	-	-	0,02	-	-	-	-	-	
	26	0,108	0,311	2,45	0,003	0,003	0,0035	0,120	0,352	-	-	-	-	-	0,0007	-	
	27	0,085	0,120	2,25	0,004	0,003	0,0034	0,250	-	0,055	-	-	-	0,01	-	-	-
	28	0,082	0,250	2,15	0,007	0,004	0,0033	0,680	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	29	0,095	0,450	2,55	0,007	0,005	0,0035	0,520	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	0,173	0,862	1,24	0,050	0,008	0,0069	0,512	-	0,15	0,03	-	-	-	-	-	-
	31	0,182	0,098	2,02	0,041	0,005	0,0065	0,678	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-
	32	0,192	0,154	2,37	0,038	0,003	0,0034	0,369	-	0,31	-	-	-	0,02	-	-	-
	33	0,072	0,521	2,65	0,005	0,001	0,0024	0,872	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	34	0,118	0,205	2,01	0,011	0,003	0,0037	0,625	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-
	35	0,010	0,235	1,11	0,007	0,008	0,0035	0,178	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	36	0,315	0,125	2,15	0,003	0,006	0,0007	0,512	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	0,135	0,523	2,35	0,007	0,009	0,0035	0,765	-	0,15	-	-	-	-	-	0,0006	-	
38	0,116	0,498	0,09	0,009	0,003	0,0032	0,621	0,280	0,32	-	-	-	-	-	-	-	
39	0,132	0,235	3,25	0,009	0,004	0,0034	0,678	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
40	0,124	0,321	2,12	0,075	0,003	0,0021	0,325	0,300	0,16	-	-	0,01	-	-	-	-	
41	0,062	0,125	2,5	0,002	0,020	0,0059	0,412	0,150	-	-	-	-	-	-	-	-	
42	0,035	0,145	1,15	0,011	0,010	0,0210	0,253	-	-	-	-	0,02	-	-	-	-	
43	0,195	0,165	1,95	0,018	0,004	0,0093	0,003	-	0,15	-	-	-	-	-	-	-	
44	0,193	0,210	2,65	0,005	0,003	0,0022	1,923	-	0,22	-	-	-	-	-	-	-	
45	0,078	0,120	2,10	0,008	0,003	0,0021	0,150	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
46	0,142	0,920	2,35	0,008	0,003	0,0021	1,150	-	0,35	-	0,11	-	-	-	-	-	
47	0,110	0,350	2,06	0,056	0,003	0,0021	0,250	-	0,11	-	-	-	-	0,002	-	-	
48	0,078	0,520	1,55	0,046	0,002	0,0029	0,110	-	0,12	-	-	-	-	-	-	-	
49	0,130	0,915	2,39	0,051	0,006	0,0034	0,842	-	0,02	-	-	0,01	-	-	-	-	
50	0,121	0,120	1,25	0,005	0,003	0,0030	0,700	0,210	0,03	-	-	-	-	-	0,0010	-	
51	0,085	0,745	2,12	0,051	0,006	0,0034	0,040	-	0,01	-	0,10	-	-	-	-	-	
52	0,105	0,244	1,54	0,005	0,003	0,0030	0,241	0,050	-	0,10	-	-	-	-	0,0010	-	

[Tabla 2]

	Núm.	Ts (MPa)	EL (%)	ε (%)	EL x TS	ε x TS	Fracción de ferrita	Fracción de bainita	Fracción de martensita	Fracción de austenita retenida
Ejemplo	1	577	33,2	86	19156,4	49622	68	8	22	2,0
	2	576	32,5	82	18720	47232	68	6	23	2,7
	3	585	31,2	78	18252	45630	69	7	22	2,1
	4	622	29,5	69	18349	42918	65	8	25	1,8
	5	612	29,5	71	18237,6	43452	64	8	26	2,4
	6	635	29,4	86	18669	54610	59	6	33	1,9
	7	622	30,1	68	18722,2	42296	58	9	31	2,2
	8	638	28,5	71	18183	45298	59	10	30	1,0
	9	652	28,1	69	18321,1	44988	55	12	31	2,2
	10	685	27,2	62	18632	42470	52	16	31	2,0

ES 2 614 806 T3

	Núm.	Ts (MPa)	EL (%)	ε (%)	EL x TS	ε x TS	Fracción de ferrita	Fracción de bainita	Fracción de martensita	Fracción de austenita retenida
	11	734	26,4	58	19377,6	42572	52	10	36	2,3
	12	795	24,5	88	19477,5	69960	52	16	32	0,0
	13	789	24,2	55	19093,8	43395	51	12	35	2,2
	14	825	22,2	49	18315	40425	50	13	34	2,7
	15	788	23,5	56	18518	44128	52	10	36	2,1
	16	853	21,5	52	18339,5	44356	55	5	38	2,0
	17	832	22,4	66	18636,8	54912	52	6	41	1,5
	18	874	21,2	51	18528,8	44574	51	11	36	2,3
	19	873	20,1	61	17647,3	53253	48	12	38	2,2
	20	953	19,2	56	18297,6	43838	44	14	41	1,5
	21	987	18,5	43	18259,5	42441	42	14	42	2,3
	22	981	17,2	48	16873,2	47088	37	17	44	2,0
	23	988	16,5	62	16302	61256	36	18	46	0,0
	24	993	18,3	56	18171,9	55608	41	18	41	0,0
	25	1005	16,3	52	16582,5	52260	42	24	32	2,5
	26	1015	16,8	49	17052	49735	40	28	30	1,8
	27	1018	17,2	51	17509,6	51918	43	25	30	2,3
	28	1023	16,5	55	16879,5	56265	40	27	31	2,2
	29	1035	17,4	48	18009	49680	39	24	35	2,1
	30	1252	13,5	42	16902	52584	38	14	48	0,0
	31	1356	12,3	39	16678,8	52884	15	23	62	0,0
	32	1512	11,3	33	17085,6	49896	12	13	75	0,0
	33	998	16,9	42	16866,2	41916	42	18	38	2,0
	34	1012	16,5	41	16698	41492	40	18	41	1,5
Ejemplo comparativo	35	335	33,2	65	11122	21775	92	6	0	1,9
	36	1623	9,2	21	14931,6	34083	5	3	90	2,5
	37	985	19,5	59	19207,5	58115	44	13	42	1,0
	38	885	22,3	62	19735,5	54870	55	12	32	1,0
	39	1235	10,2	25	12597	30875	30	18	52	0,0
	40	795	20,1	31	15979,5	24645	51	12	37	0,0
	41	587	26,5	42	15535,5	24654	68	9	21	1,8
	42	557	28,4	52	15818,5	28964	69	8	21	2,1
	43	1470	7,1	27	10437	39690	21	10	68	1,0
	44	1480	11,2	45	16576	66600	22	9	69	0,0
	45	880	16,5	45	14520	39600	25	9	65	1,5
	46	990	17,2	52	17028	51480	72	15	11	2,1
	47	1010	17,5	32	17675	32320	42	28	30	0,0
	48	750	23,2	35	17400	26250	52	10	36	2,5
	49	899	10,2	42	9169,8	37758	48	14	38	0,0
	50	984	13,2	40	12988,8	39360	45	11	42	2,3
	51	602	26,4	42	15892,8	25284	62	25	12	1,2
	52	778	19,5	40	15171	31120	41	32	25	2,3

[Tabla 3]

	Núm.	$0,7 \times [Si] + [Al]$	Desigualdad en el lado izquierdo de la fórmula (A)	Desigualdad en el lado derecho de la fórmula (A)	Evaluación de la propiedad de tratamiento químico y la propiedad de tratamiento de galvanización	$Y_{prom}$	Evaluación de $Y_{prom}$
Ejemplo	1	0,71	O	O	O	62	O
	2	0,85	O	O	O	52	O
	3	0,64	O	O	O	46	O
	4	0,74	O	O	O	72	O
	5	0,57	O	O	O	61	O
	6	1,09	O	O	O	59	O
	7	0,67	O	O	O	88	O
	8	0,89	O	O	O	56	O
	9	0,32	O	O	O	59	O
	10	0,49	O	O	O	74	O
	11	1,18	O	O	O	64	O
	12	1,22	O	O	O	89	O
	13	0,77	O	O	O	91	O
	14	0,48	O	O	O	64	O
	15	0,53	O	O	O	87	O
	16	1,35	O	O	O	102	O
	17	0,96	O	O	O	54	O
	18	0,46	O	O	O	63	O
	19	1,14	O	O	O	71	O
	20	0,71	O	O	O	56	O
	21	0,73	O	O	O	64	O
	22	0,39	O	O	O	68	O
	23	0,52	O	O	O	74	O
	24	0,74	O	O	O	56	O
	25	0,48	O	O	O	56	O
	26	0,34	O	O	O	49	O
	27	0,33	O	O	O	65	O
	28	0,86	O	O	O	67	O
	29	0,84	O	O	O	71	O
	30	1,12	O	O	O	86	O
	31	0,75	O	O	O	99	O
	32	0,48	O	O	O	62	O
	33	1,24	O	O	O	62	O
	34	0,77	O	O	O	63	O
Ejemplo comparativo	35	1,34	O	O	O	54	O
	36	0,60	O	O	O	56	O
	37	1,83	O	X	X	62	O
	38	1,67	O	X	X	68	O
	39	0,84	O	O	O	74	O
	40	0,55	O	O	O	53	O

ES 2 614 806 T3

	Núm.	$0,7 \times [Si] + [Al]$	Desigualdad en el lado izquierdo de la fórmula (A)	Desigualdad en el lado derecho de la fórmula (A)	Evaluación de la propiedad de tratamiento químico y la propiedad de tratamiento de galvanización	$Y_{prom}$	Evaluación de $Y_{prom}$
	41	0,50	O	O	O	64	O
	42	0,35	O	O	O	59	O
	43	0,12	O	O	O	64	O
	44	2,07	O	X	X	61	O
	45	0,23	X	O	X	62	O
	46	1,79	O	X	X	54	O
	47	0,50	O	O	O	32	X
	48	0,47	O	O	O	21	X
	49	1,48	O	O	O	75	O
	50	0,78	O	O	O	62	O
	51	0,56	O	O	O	75	O
	52	0,41	O	O	O	62	O

[Tabla 4]

Los aceros Núm. 9, 10, 16 y 24 en la Tabla 4 son ejemplos de referencia.

	Núm.	$r1$ (%)	$V$ ( $^{\circ}C/s$ )	$r1^{0,85} \times V$	Desigualdad en el lado izquierdo de la fórmula (C)	Desigualdad en el lado derecho de la fórmula (C)	$t$ (seg)	Lado derecho de la fórmula (D)	Establecimiento/no establecimiento de la fórmula (D)
Ejemplo	1	22	5	69	O	O	30	35	O
	2	30	4	72	O	O	42	43	O
	3	24	8	119	O	O	32	59	O
	4	14	12	113	O	O	24	26	O
	5	20	5	64	O	O	38	41	O
	6	27	7	115	O	O	40	40	O
	7	21	8	106	O	O	26	35	O
	8	24	4	60	O	O	25	39	O
	9	24	3	45	O	O	28	30	O
	10	30	2	36	O	O	34	41	O
	11	18	8	93	O	O	20	33	O
	12	20	9	115	O	O	30	56	O
	13	12	15	124	O	O	40	41	O
	14	11	12	92	O	O	55	69	O
	15	14	14	132	O	O	18	30	O
	16	14	5	47	O	O	40	66	O
	17	19	6	73	O	O	20	35	O
	18	20	7	89	O	O	30	47	O
	19	22	8	111	O	O	35	51	O
	20	22	9	125	O	O	40	76	O
	21	17	6	67	O	O	40	56	O
	22	24	7	104	O	O	29	52	O
	23	16	12	127	O	O	36	46	O

	24	14	5	47	O	O	42	55	O
	25	21	10	133	O	O	41	57	O
	26	25	12	185	O	O	32	64	O
	27	14	10	94	O	O	30	52	O
	28	16	6	63	O	O	32	48	O
	29	13	8	71	O	O	31	57	O
	30	16	6	63	O	O	35	41	O
	31	13	8	71	O	O	46	60	O
		11	17	131	O	O	40	71	O
	33	20	5	64	O	O	72	57	X
	34,	19	10	122	O	O	75	52	X
Ejemplo comparativo	35	19	10	122	O	O	22	23	O
	36	27	4	66	O	O	35	62	O
	37	26	6	96	O	O	42	61	O
	38	21	9	120	O	O	20	28	O
	39	16	8	84	O	O	40	73	O
	40	24	5	74	O	O	44	63	O
	41	20	5	64	O	O	30	57	O
	42	25	4	62	O	O	20	25	O
	43	12	15	124	O	O	30	57	O
	44	13	12	106	O	O	40	73	O
	45	22	8	111	O	O	30	47	O
	46	18	5	58	O	O	40	70	O
	47	10	3	21	X	O	30	52	O
	48	14	2	19	X	O	32	40	O
	49	22	25	346	O	X	45	56	O
	50	29	15	263	O	X	30	39	O
51	22	5	69	O	X	62	48	X	
52	29	10	175	O	X	75	38	X	

De acuerdo con lo reconocido a partir de los resultados representados en la tabla 1 a la tabla 4, en los ejemplos Núm. 1 a Núm. 34, se obtuvieron buenas propiedades de tratamiento de galvanización y de tratamiento químico, y además, se obtuvieron una alta resistencia a la tracción y una buena capacidad de formación. En otras palabras, la resistencia y la ductilidad eran compatibles entre sí. En particular, en los ejemplos Núm. 1 a Núm. 32 que satisfacen la fórmula (D), el valor de "EL × TS" y el valor de "ε × TS" fueron más altos que en los ejemplos Núm. 33 y Núm. 34.

Por otra parte, en los Ejemplos Comparativos Núm. 35, 36 y Núm. 39 a Núm. 43, en los que un componente del acero estaba fuera de un intervalo de la presente invención, el valor de "EL × TS" era de menos de 16000% MPa, el valor de "ε × TS" era de menos de 40000% MPa, y la capacidad de conformación y la resistencia a la tracción no se hicieron compatibles entre sí. Además, en los Ejemplos Comparativos Núm. 37, Núm. 38 y Núm. 44, en la que un componente del acero estaba fuera del intervalo de la presente invención, la propiedad de galvanización y la propiedad de tratamiento químico eran bajas.

En el Ejemplo Comparativo 45, que no satisface la fórmula (A), el valor de "EL × TS" era de menos de 16000% MPa, el valor de "ε × TS" era de menos de 40000% MPa, y la capacidad de formación y la resistencia a la tracción no se hicieron compatibles entre sí, y la propiedad de galvanización y la propiedad de tratamiento químico también eran bajas. Además, en el Ejemplo Comparativo Núm. 46, que no satisface la fórmula (A), la propiedad de galvanización y la propiedad de tratamiento químico eran bajas.

En los Ejemplos Comparativos Núm. 47 y Núm. 48, que no satisfacen la fórmula (B) ni la fórmula (C), el valor de "ε × TS" era de menos de 40,000% MPa, y la capacidad de conformación y la resistencia a la tracción no se hicieron



compatibles entre sí.

En los Ejemplos Comparativos Núm. 49 y Núm. 50, que no satisfacen la fórmula (C), el valor de "EL × TS" era de menos de 16000% MPa y el valor de " $\epsilon \times TS$ " era de menos de 40000% MPa, y la capacidad de conformación y la resistencia a la tracción no se hicieron compatibles entre sí.

- 5 En los Ejemplos Comparativos Núm. 51 y Núm. 52, que no satisfacen la fórmula (D), el valor de "EL × TS" era de menos de 16000% MPa y el valor de " $\epsilon \times TS$ " era de menos de 40000% MPa, y la capacidad de conformación y la resistencia a la tracción no se hicieron compatibles entre sí.

**Aplicabilidad industrial**

- 10 La presente invención se puede utilizar en, por ejemplo, una industria relacionada con una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación que se utiliza para una carrocería de vehículo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de fabricación de una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación, que comprende:

la obtención de una banda de acero laminado en caliente por medio de la realización de laminación en caliente;

5 luego, la realización del decapado con ácido de la banda de acero laminado en caliente;

luego, la obtención de una banda de acero laminado en frío por medio de la realización de la laminación en frío de la banda de acero laminado en caliente con un tren de laminación en tándem que tiene una pluralidad de soportes;

luego, la realización de recocido continuo de la banda de acero laminado en frío en una línea de recocido continuo; y

luego, la realización de laminación de temple de la banda de acero laminado en frío,

10 en la que

la banda de acero contiene, en % en masa:

C: de 0,03% a 0,20%;

Si: de 0,005% a 1,0%;

Mn: de 1,0% a 3,1%; y

15 Al: de 0,005% a 1,2%,

un contenido de P es de más de 0% e igual a o menos de 0,06%,

un contenido de S es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%,

un contenido de N es de más de 0% e igual a o menos de 0,01%, y en forma opcional por lo menos uno seleccionado de un grupo que consiste en, en % en masa,

20 B: de 0,00005% a 0,005%,

Mo: de 0,01% a 0,5%,

Cr: de 0,01% a 1,0%,

V: de 0,01% a 0,1%,

Ti: de 0,01% a 0,1%,

25 Nb: de 0,005% a 0,05%,

Ca: de 0,0005% a 0,005%, y

REM: de 0,0005% a 0,005%, y

un equilibrio compuesto por Fe y una impureza inevitable, una relación de la fórmula (A) que se ha establecido entre el contenido de Al y el contenido de Si:

30  $0,3 \leq 0,7 \times [\text{Si}] + [\text{Al}] \leq 1,5 \dots (A)$

([Al] indica el contenido de Al (%) y [Si] indica el contenido de Si (%))

y

una relación de una fórmula (C) que se ha establecido alrededor de una reducción de laminación en frío en la primera posición entre la pluralidad de los soportes y una tasa de incremento de la temperatura en una primera zona de calefacción en la línea de recocido continuo.

35  $50 \leq r1^{0,85} \times V \leq 300 \dots (C)$

(r1 indica la reducción de laminación en frío (%), y V indica la tasa de incremento de la temperatura (°C/s).

(r1 indica la reducción de laminación en frío (%), y V indica la tasa de incremento de la temperatura (°C/s).

2. El método de fabricación de una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende, después de dicha realización del recocido continuo:

40 la realización de un tratamiento de galvanización de la banda de acero laminado en frío; y

Luego, la realización de una laminación de temple de la banda de acero laminado en frío.

- 5 **3.** El método de fabricación de una lámina de acero de alta resistencia superior en una capacidad de conformación de acuerdo con la reivindicación 2, que además comprende, después de dicha realización del tratamiento de galvanización, el mantenimiento de la banda de acero laminado en frío a una temperatura de 400 °C a 650 °C durante t segundos, en el que se establece una relación de una fórmula (D).

$$t \leq 60 \times [C] + 20 \times [Mn] + 24 \times [Cr] + 40 \times [Mo] \dots (D)$$

([C] indica un contenido de C (%), [Mn] indica un contenido de Mn (%), [Cr] indica un contenido de Cr (%), y [Mo] indica un contenido de Mo (%)).