

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 670 772**

51 Int. Cl.:

C22C 38/00 (2006.01)

C21D 9/48 (2006.01)

C22C 38/12 (2006.01)

C22C 38/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.07.2014 PCT/JP2014/003613**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.01.2015 WO15008454**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.07.2014 E 14825747 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 3000906**

54 Título: **Lámina de acero para lata y método para fabricar la misma**

30 Prioridad:

17.07.2013 JP 2013148126

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

01.06.2018

73 Titular/es:

**JFE STEEL CORPORATION (100.0%)
2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome
Chiyoda-ku, Tokyo, 100-0011, JP**

72 Inventor/es:

**SAITO, HAYATO;
NAKAGAWA, YUSUKE;
KOJIMA, KATSUMI y
NAKAMARU, HIROKI**

74 Agente/Representante:

FÚSTER OLAGUIBEL, Gustavo Nicolás

ES 2 670 772 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

Lámina de acero para lata y método para fabricar la misma

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una lámina de acero para una lata adecuada para un material de recipiente de lata usado para latas de alimentos y latas de bebidas y a un método para fabricar la misma. En particular, la presente invención se refiere a una lámina de acero para una lata que presenta embutibilidad y resistencia al pandeo
 10 excelentes de una parte de cuerpo de lata contra una presión externa y a un método para fabricar la misma. Con respecto a esto, la lámina de acero para una lata, según la presente invención, es útil para su aplicación a una lata de dos piezas.

15 **Técnica anterior**

Desde los puntos de vista de reducción de carga medioambiental y reducción de costes en los últimos años, se ha requerido la reducción en el uso de láminas de acero usadas para latas de alimentos y latas de bebidas, de modo que se ha avanzado en la reducción en grosor de una lámina de acero independientemente del caso de una lata de dos piezas o una lata de tres piezas. Asociado con esto, se han considerado como problemas la deformación de un
 20 cuerpo de lata debido a fuerzas externas aplicadas en la manipulación en las etapas de producción y transporte de la lata y a una deformación por pandeo y en el mercado de una parte de cuerpo de lata debido a la fluctuación de la presión en el interior de una lata en la esterilización por calor del contenido.

De manera convencional, se ha potenciado la resistencia de una lámina de acero para mejorar la resistencia a la deformación por pandeo de la parte de cuerpo de lata. Sin embargo, cuando la resistencia (YP) se aumenta potenciando la resistencia de la lámina de acero, la conformabilidad se degrada y tiene lugar un problema en la etapa de producción de la lata. Es decir, la conformabilidad se degrada habitualmente potenciando la resistencia de la lámina de acero. Como resultado, hay problemas en tanto que aumenta la incidencia de pliegues en el cuello y grietas en la pestaña en la conformación del cuello y la siguiente conformación de la pestaña realizadas tras la conformación de la parte de cuerpo de lata y existe el problema de que una "oreja" se hace grande en la embutición de una lata de dos piezas debido a la anisotropía del material. Tal como se describió anteriormente, la potenciación de la resistencia de la lámina de acero no siempre es apropiada como método para compensar la degradación de la resistencia a la deformación por pandeo asociada con reducción en grosor de la lámina de acero.

Por otra parte, el fenómeno de pandeo de la parte de cuerpo de lata tiene lugar debido a la degradación de la rigidez del cuerpo de lata debido a la reducción en grosor de la parte de cuerpo de lata. Por tanto, con el fin de mejorar la resistencia a la deformación por pandeo, se considera un método, en el que se mejora la rigidez aumentando el módulo de Young de la lámina de acero en sí misma. En particular, en cuanto a la lata de dos piezas, la dirección circunferencial del cuerpo de lata tras la conformación no llega a ser una dirección específica de la lámina de acero
 40 y, por lo tanto, el módulo de Young ha de mejorarse uniformemente en el plano de la lámina de acero.

Hay una fuerte interrelación entre el módulo de Young del hierro y la orientación. Un grupo de orientación (fibra α) que tiene la dirección $\langle 110 \rangle$, que se desarrolla por laminado, de forma paralela a la dirección de laminación aumenta particularmente el módulo de Young en la dirección a 90° con respecto a la dirección de laminación, y un grupo de orientación (fibra γ) que tiene la dirección $\langle 111 \rangle$ de forma paralela a la dirección de la normal con respecto a la superficie de lámina puede aumentar los módulos de Young en las direcciones a 0° , 45° y 90° con respecto a la dirección de laminación hasta aproximadamente 220 GPa. Por otra parte, cuando la orientación de la lámina de acero no muestra alineamiento en una orientación específica, es decir, la textura es aleatoria, el módulo de Young de la lámina de acero es de aproximadamente 205 GPa.

Por ejemplo, la bibliografía de patente 1 divulga una lámina de acero para un recipiente de alta rigidez, que es una lámina de acero laminada que contiene, en una base de porcentaje en peso, C: el 0,0020% o menos, P: el 0,05% o menos, S: el 0,008% o menos, Al: del 0,005% al 0,1%, N: el 0,004% o menos, del 0,1% al 0,5% de al menos uno de Cr, Ni, Cu, Mo, Mn y Si en total, siendo el resto Fe e impurezas imprevistas, que presenta una microestructura que tiene una proporción de un eje mayor con respecto a un eje menor de un grano cristalino de 4 o más, y que tiene un módulo de elasticidad máximo de 230.000 MPa o más. Además, se divulga un método para potenciar la rigidez de la lámina de acero, en el que una vez que un acero que tiene la composición química descrita anteriormente se lamina en frío y se recuece, se forma una textura de laminación fuerte llevando a cabo laminado en frío secundario a una reducción de laminación del 50% o más para aumentar el módulo de Young en la dirección a 90° con respecto a la dirección de laminación.
 60

La bibliografía de patente 2 divulga un método para fabricar una lámina de acero para un recipiente, en el que un acero que contiene, en una base de porcentaje en peso, C: el 0,0020% o menos, Mn: el 0,5% o menos, P: el 0,02% o menos, S: el 0,008% o menos, Al: del 0,005% al 0,1%, N: el 0,004% o menos siendo el resto Fe e impurezas imprevistas se somete a laminado en caliente común y decapado, y se lleva a cabo laminado en frío a una reducción de laminación del 60% o más y, posteriormente, no se lleva a cabo recocido en absoluto.
 65

La bibliografía de patente 3 divulga un método para fabricar una lámina de acero para un recipiente, en el que un acero que contiene, en una base de proporción en peso, C: el 0,003% o menos, Si: el 0,1% o menos, Mn: el 0,4% o menos, S: el 0,015% o menos, P: 0,02% o menos, Al: del 0,01% al 0,1%, N: el 0,005% o menos siendo el resto Fe e impurezas imprevistas se lamina en caliente a una temperatura de la temperatura de transformación de Ar₃ o menos bajo al menos una reducción de laminación total del 50% o más, se llevan a cabo decapado y laminado en frío al 50% o más y, posteriormente, se lleva a cabo recocido a 400°C o más y una temperatura de recristalización o menor. Se divulga un método para aumentar el valor del módulo de elasticidad máximo en el plano, en el que se forma una textura de laminación según un aumento en la reducción de laminación del laminado en frío. Con respecto a esto, la temperatura de recristalización se define en este caso como una temperatura a la que el grado de recristalización llega a ser del 10%, donde apenas se observa un cambio en la textura asociada con el procedimiento de la recristalización.

La bibliografía de patente 4 divulga una lámina de acero para una lata de resistencia alta, que contiene, en una base de porcentaje en peso, C: el 0,003% o menos, Si: el 0,02% o menos, Mn: del 0,05% al 0,60%, P: el 0,02% o menos, S: el 0,02% o menos, Al: del 0,01% al 0,10%, N: del 0,0010% al 0,0050%, Nb: del 0,001% al 0,05%, B: del 0,0005% al 0,002% siendo el resto Fe e impurezas imprevistas, en la que en la parte central del grosor lámina se mantiene (intensidad de acumulación de orientación {112}<110> / intensidad de acumulación de orientación {111}<112>) ≥ 1,0, la resistencia a la tracción en la dirección a 90° con respecto a la dirección de laminación es de 550 a 800 MPa, y el módulo de Young en la dirección a 90° con respecto a la dirección de laminación es 230 GPa o más. Los documentos EP 2 412 838 y EP 2 479 308 enseñan una proporción para Nb/C x 12/92,9 que es de 0,4 o mayor.

Lista de citas

Bibliografía de patente

PTL 1: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 6-212353

PTL 2: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 6-248332

PTL 3: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 6-248339

PTL 4: Publicación de solicitud de patente no examinada japonesa n.º 2012-107315

Sumario de la invención

Problema técnico

Sin embargo, se mencionan los siguientes problemas en las tecnologías descritas anteriormente en la técnica relacionada. Por ejemplo, la bibliografía de patente 1 tiene el problema de que la conformabilidad del cuello y la conformabilidad de la pestaña se degradan debido en gran medida a laminación secundaria a una reducción de laminación del 50% o más. Además, existe el problema en que solo se desarrolla la textura de laminación, la anisotropía se potencia y, por lo tanto, la embutibilidad se degrada.

La bibliografía de patente 2 tiene el problema de que un acero tal como se ha laminado en frío tiene resistencia excesivamente alta y ductilidad baja y, por lo tanto, la embutibilidad profunda es inferior. Además, existe el problema de que la conformabilidad del cuello y la conformabilidad de la pestaña se degradan.

La bibliografía de patente 3 tiene el problema de que solo se desarrolla la textura de laminación, la anisotropía se potencia y, por lo tanto, la embutibilidad se degrada como con la bibliografía de patente 1. Además, existe el problema de que la ductilidad es baja y la conformabilidad del cuello y la conformabilidad de la pestaña son bajas debido a que se lleva a cabo recocido a una temperatura inferior a la temperatura de recristalización.

La bibliografía de patente 4 tiene el problema de que aunque la conformabilidad se obtiene en el grado que se requiere de la lata de tres piezas por recocido de recuperación, existe el problema de que esto no puede aplicarse a los usos, tales como, lata de dos pizzas, donde se requiere conformabilidad más estricta.

La presente invención se ha realizado considerando tales circunstancias. Es un objeto resolver los problemas descritos anteriormente en la técnica relacionada y proporcionar una lámina de acero para una lata que presenta buena embutibilidad y resistencia al pandeo excelente de una parte de cuerpo de lata contra a una presión externa mientras se mantiene dureza suficiente y un método para fabricar la misma.

Solución al problema

Los presentes inventores realizaron investigación exhaustiva para resolver los problemas descritos anteriormente. Como un resultado, se encontró que la producción de una lámina de acero para una lata que tiene dureza HR30T de

56 o más, que presenta embutibilidad excelente, que tiene un módulo de Young promedio de 210 GPa o más, y que presenta resistencia al pandeo excelente de una parte de cuerpo de lata contra una presión externa podía realizarse optimizando la composición química, la condición de laminado en caliente, la condición de laminado en frío y la condición de recocido.

5 La presente invención se ha realizado basándose en los hallazgos descritos anteriormente y cuyos puntos fundamentales se describen a continuación. En particular, los problemas expuestos anteriormente se resuelven mediante la lámina de acero para una lata según la reivindicación 1 y el método para fabricar una lámina de acero para una lata según la reivindicación 4. Las realizaciones adicionales de la invención se mencionan en las
10 reivindicaciones dependientes. Con respecto a esto, en la presente memoria descriptiva, cada término “%” que representa un componente en el acero se refiere a “porcentaje en masa”.

Efectos ventajosos de la invención

15 Según la presente invención, una lámina de acero para una lata que tiene dureza HR30T de 56 o más y un módulo de Young promedio con respecto a la dirección de laminación, la dirección a 45° con respecto a la dirección de laminación, y la dirección en ángulo recto con respecto a la dirección de laminación de 210 GPa o más. Además, cuando se usa la lámina de acero para una lata según la presente invención, puede producirse fácilmente un cuerpo de lata que tiene resistencia al pandeo de una parte de cuerpo de lata contra una presión externa mayor que el valor
20 de referencia (aproximadamente 1,5 kgf/cm²) especificado por los fabricantes de latas y bebidas. Por tanto, según la presente invención, se mejora la rigidez de un cuerpo de lata usado para latas de alimentos, latas de bebidas y similares, puede reducirse adicionalmente el grosor de lámina de acero, pueden lograrse ahorros de recursos y reducción de costes y, de ese modo, se ejercen considerablemente efectos industriales.

25 Además, la lámina de acero para una lata, según la presente invención, presenta buena embutibilidad a la vez que se mantiene suficiente dureza y, además, se presenta excelente conformabilidad en cada estricción realizada tras la conformación de la parte de cuerpo de lata y la siguiente conformación de la pestaña. La lámina de acero para una lata, según la presente invención, tiene buena embutibilidad requerida para la conformación de una lata de dos piezas y, además, es adecuada, en particular, para la lata de dos piezas porque el módulo de Young en la lámina de
30 acero en la dirección en el plano es alto como promedio y puede potenciarse la resistencia al pandeo de una parte de cuerpo de lata. Esto es porque en lo que respecta a un recipiente, por ejemplo, una lata de dos piezas, que incluye embutición, cualquier dirección específica de la lámina de acero no se convierte en la dirección del cuerpo de lata tras la producción de la lata y, por tanto, con el fin de potenciar la resistencia al pandeo de la parte de cuerpo de lata, tiene que aumentarse como promedio el módulo de Young en la lámina de acero en la dirección en el plano.

35 Entonces, la variedad de aplicación de la lámina de acero según la presente invención no se limita a diversas latas de metal y puede esperarse la aplicación a una amplia variedad incluyendo latas dotadas de baterías secas, diversos electrodomésticos y piezas eléctricas, piezas de automóviles y similares.

40 Descripción de las realizaciones

Ahora se describirá la presente invención en detalle. Una lámina de acero para una lata, según la presente invención, tiene una composición química que contiene, en una base de porcentaje en masa, C: el 0,0030% o más y el 0,0100% o menos, Si: el 0,05% o menos, Mn: el 0,10% o más y el 1,0% o menos, P: el 0,030% o menos, S: el
45 0,020% o menos, Al: el 0,010% o más y el 0,100% o menos, N: el 0,0050% o menos, Nb: el 0,010% o más y el 0,050% o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Ti: el 0,020% o menos y Mo: el 0,020% o menos y siendo el resto Fe e impurezas imprevistas, donde el contenido de C y Nb satisfacen la fórmula (1), la dureza HR30T es de 56 o más, y el módulo de Young promedio calculado con respecto a la dirección de laminación, la dirección a 45° con respecto a la dirección de laminación, y la dirección en ángulo recto con respecto a la dirección de laminación es de 210 GPa o más. Con respecto a esto, la lámina de acero para una lata, según la presente invención, puede producirse calentando una placa de acero que tiene la composición química descrita anteriormente a una temperatura de calentamiento de 1.100°C o mayor, realizando laminado en caliente a una temperatura de acabado de 800°C a 950°C, realizando bobinado a una temperatura de bobinado de 500°C a 700°C, realizando decapado, realizando laminado en frío a una reducción de laminación del 85% o más y realizando
50 recocido a una temperatura de recristalización o mayor.

Para empezar, se describirá la composición química de la lámina de acero para una lata, según la presente invención.

60 C: el 0,0030% o más y el 0,0100% o menos

El carbono es un elemento particularmente importante en la presente invención. La dureza se aumenta por los granos cristalinos que se hacen finos debido a NbC y C en disolución sólida, y, además, se desarrolla una textura de orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] ($\phi_1 = 0^\circ$, $\Phi =$ de 0° a 35° y $\phi_2 = 45^\circ$, en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge), que forma parte de la fibra α para aumentar el módulo de Young. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que el C se especifique para que sea del 0,0030% o más. En particular, desde el punto de
65

vista del efecto de aumentar la dureza debido a que los granos cristalinos se hacen finos, es preferible el 0,0040% o más. Por otra parte, si el contenido en C es de más del 0,0100%, se desarrolla excesivamente una textura de orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] y, además, no se desarrolla una textura de orientación (111) [1-21] ($\phi_1 = 30^\circ$, $\Phi = 55^\circ$, y $\phi_2 = 45^\circ$, en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge), de modo que se reduce el módulo de Young promedio. Además, se potencia la anisotropía y, de ese modo, una oreja se hace grande en la embutición y se degrada la embutibilidad. Por estos motivos, el límite superior de C se especifica para que sea del 0,0100%. En particular, el C se especifica para que sea preferiblemente del 0,0080% o menos desde el punto de vista de la mejora del módulo de Young debido al desarrollo de la textura de la orientación (111) [1-21].

5

10 Nb: el 0,010% o más y el 0,050% o menos

El niobio es el elemento que tiene el papel más importante en la presente invención junto con el C. Es decir, el Nb tiene los efectos de hacer que la microestructura de una lámina de acero laminada en caliente sea fina y, además, de formar NbC para hacer que los granos cristalinos de la lámina recocida sean finos a través de un efecto de anclaje para contribuir a un aumento en la dureza. Además, el Nb contribuye a un aumento en la dureza a través de endurecimiento por precipitación de NbC en el mismo. Al mismo tiempo, el Nb contribuye al desarrollo de la textura de la orientación (111) [1-21] y la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] haciendo que los granos de la lámina de acero laminada en caliente sean finos, de modo que aumente el módulo de Young promedio. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que el Nb se especifique para que sea del 0,010% o más. Además, Nb se especifica para que sea del preferiblemente 0,015% o más. Por otra parte, si el Nb es de más del 0,050%, aumenta la formación de NbC, disminuye el C en disolución sólida, no se desarrolla la textura de la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] y se reduce el módulo de Young promedio. Además, el NbC se engrosa fácilmente y se reduce el efecto de anclaje, de modo que los granos cristalinos de la lámina recocida se engrosan y se reduce la dureza. Por consiguiente, el límite superior de Nb se especifica para que sea del 0,050%, siendo preferible el 0,040% o menos, y siendo preferible adicionalmente el 0,030% o menos.

15

20

25

$$0,10 \leq ([\text{Nb}]/92,9)/([\text{C}]/12) < 0,40$$

[Nb] y [C] representan el contenido (porcentaje en masa) de Nb y C, respectivamente. En la presente invención, el C y el Nb pueden mejorar la dureza, el módulo de Young promedio y la embutibilidad adecuada para una lámina de acero para una lata especificando el contenido respectivo para que esté dentro de intervalos predeterminados y, además, ajustando el equilibrio. Cuando $([\text{Nb}]/92,9)/([\text{C}]/12)$ es menor de 0,10, el C en disolución sólida se vuelve excesivo, se dificulta el desarrollo de la textura de la orientación (111) [1-21] y se reduce el módulo de Young promedio. Además, la textura de la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] se desarrolla excesivamente y la oreja en la embutición se hace grande, de modo que se degrada la embutibilidad. Cuando $([\text{Nb}]/92,9)/([\text{C}]/12)$ es de 0,60 o más, el NbC se engrosa fácilmente, y se reduce el efecto de anclaje, de modo que los granos cristalinos de la lámina recocida se engrosan y se reduce la dureza. Además, se reduce significativamente el C en disolución sólida, no se desarrolla la textura de la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10], cambia el equilibrio de la anisotropía, la oreja en la embutición se hace grande, de modo que se degrada la embutibilidad. Por consiguiente, es necesario que el C y el Nb satisfagan $0,10 \leq ([\text{Nb}]/92,9)/([\text{C}]/12) < 0,40$.

30

35

40

Si: el 0,05% o menos

La adición de una gran cantidad de Si degrada la capacidad de tratamiento de la superficie debido a la concentración sobre la superficie de la lámina de acero, y degrada adicionalmente la resistencia a la corrosión. Por consiguiente, es necesario que el Si se especifique para que sea del 0,05% o menos, y preferiblemente del 0,02% o menos.

45

50

Mn: el 0,10% o más y el 1,0% o menos

El manganeso tiene el efecto de mejorar la dureza de la lámina de acero a través de endurecimiento por disolución y el efecto de prevenir la degradación de la ductilidad en caliente que resulta del S contenido en el acero a través de la formación de MnS. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que se añada el 0,10% o más de Mn. Además, el Mn disminuye la temperatura de transformación de Ar_3 y, de ese modo, los granos cristalinos de la lámina de acero laminada en caliente se hacen finos. Por consiguiente, el Mn contribuye al desarrollo de la textura de la lámina recocida y tiene el efecto de mejorar el módulo de Young promedio. Desde este punto de vista, es preferible que el Mn se especifique para que sea del 0,25% o más. Por otra parte, cuando el Mn es de más del 1,0%, la textura no se desarrolla fácilmente en el recocido y, en particular, se reduce la orientación (111) [1-21], de modo que se reduce el módulo de Young promedio. Por tanto, el límite superior de Mn se especifica para que sea del 1,0%, y es preferible el 0,60% o menos.

55

60

P: el 0,030% o menos

La adición de una gran cantidad de P degrada la conformabilidad porque la lámina de acero se vuelve excesivamente dura y la segregación central degrada adicionalmente la resistencia a la corrosión. Por consiguiente, el límite superior de P se especifica para que sea del 0,030%, y es preferible el 0,020% o menos.

65

S: el 0,020% o menos

5 El azufre forma sulfuros en el acero y degrada la ductilidad en caliente. Por tanto, el límite superior de S se especifica para que sea del 0,020% o menos, y es preferible el 0,015% o menos.

Al: el 0,010% o más y el 0,100% o menos

10 El aluminio es un elemento que se añade como agente desoxidante. Además, el Al tiene los efectos de reducir el N en disolución sólida en el acero formando AIN a través de la unión con N y mejorar la embutibilidad y la propiedad antienviejecimiento. Con el fin de obtener estos efectos, es necesario que se añada el 0,010% o más de Al. Si se generan nitruros de Nb, la cantidad eficaz de Nb disminuye. Por tanto, es preferible que se genere AIN de manera prioritaria. Desde este punto de vista, es preferible que el Al se especifique para que sea del 0,050% o más. Si la adición es excesiva, no solo se saturan los efectos descritos anteriormente sino que también aumenta el coste de producción. Mientras, se producen problemas, por ejemplo, aumentan las inclusiones, por ejemplo, de alúmina, y se degrada la embutibilidad. Por consiguiente, el límite superior de Al es del 0,100%.

N: el 0,0050% o menos

20 Preferiblemente, el N se minimiza porque el N se une con Al, Nb, y similares para formar nitruros y carbonitruros y dificulta la ductilidad en caliente. Mientras, la adición de una gran cantidad altera el desarrollo de la textura y se reduce el módulo de Young promedio. Por consiguiente, es necesario que el límite superior se especifique para que sea del 0,0050%. Por otra parte, es difícil permitir que el N sea menor del 0,0010% de manera estable y el coste de producción aumenta. Por tanto, el N es preferiblemente del 0,0010% o más.

25 El resto está compuesto por Fe e impurezas imprevistas. Además de la composición química descrita anteriormente, en la presente invención pueden añadirse los elementos siguientes.

Al menos uno seleccionado de Ti: el 0,020% o menos y Mo: el 0,020% o menos

30 El titanio y el molibdeno son elementos para formar carburos y tienen el efecto de contribuir a la mejora de la dureza haciendo que los granos cristalinos de la lámina recocida sean finos a través del efecto de anclaje. No solo el endurecimiento por precipitación de carburo de Ti o Mo por sí mismo contribuye a un aumento en la dureza, sino también los efectos de hacer que los granos cristalinos de la lámina recocida sean finos y puede potenciarse el aumento de la dureza mediante la formación de carburo complejo con Nb, que no se engrosa fácilmente. En el caso de adición, son preferibles Ti: el 0,005% o más y Mo: el 0,005% o más con el fin de obtener estos efectos de manera fiable. Por otra parte, cuando la adición es excesiva, se reduce el C en disolución sólida, no se desarrolla la textura de la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] y se reduce el módulo de Young promedio. Por consiguiente, cuando se añaden Ti y Mo, se emplea Ti: el 0,020% o menos y Mo: el 0,020% o menos. Desde el punto de vista del desarrollo de la textura de la orientación (111) [1-21] y la supresión del engrosamiento de carburos, es preferible que se satisfaga la fórmula siguiente.

$$0,10 \leq ([Nb]/92,9) + [Ti]/47,9 + [Mo]/95,4)/([C]/12) \leq 2,0$$

45 [Nb], [Ti], [Mo] y [C] representan el contenido (porcentaje en masa) de Nb, Ti, Mo y C, respectivamente.

A continuación, se describirán las características del material según la presente invención.

Dureza HR30T: 56 o más

50 Con el fin de impedir la deformación plástica cuando se aplica una carga dejando caer una lata, una pila de latas, contenidas en una máquina expendedora automática, y similares, es necesario obtener una lámina de acero dura. Por consiguiente, se requiere una dureza superficial de Rockwell (escala 30T, HR30T) de 56 o más, y es preferible de 58 o más. Cuando la dureza es demasiado grande, se degrada la conformabilidad y, por tanto, es preferible 63 o menos. El método de medición se describirá más tarde con referencia al ejemplo en detalle. En la etapa de laminado en caliente de un acero que tiene la composición química descrita anteriormente, la microestructura de la lámina de acero laminada en caliente se hace fina empleando la temperatura de acabado y la temperatura de bobinado dentro de intervalos predeterminados. El laminado en frío se realiza a una reducción de laminación predeterminada y el recocido se realiza a la temperatura de recristalización o mayor, de modo que se suprime el engrosamiento de NbC mientras que los granos cristalinos de la lámina recocida se hacen finos. De este modo, puede garantizarse la dureza HR30T de 56 o más.

Módulo de Young promedio: 210 GPa o más

65 El módulo de Young promedio es un requisito particularmente importante en la presente invención. En cuanto a un recipiente, por ejemplo, una lata de dos piezas, que incluye embutición, cualquier dirección específica de la lámina

de acero no se convierte en la dirección circunferencial del cuerpo de lata tras la producción de la lata. Por tanto, la resistencia al pandeo de la parte de cuerpo de lata puede potenciarse aumentando el módulo de Young en la lámina de acero en la dirección en el plano como promedio. En la presente invención, el módulo de Young promedio se calcula a partir del módulo de Young en la dirección de laminación ($E[L]$), el módulo de Young en la dirección a 45° con respecto a la dirección de laminación ($E[D]$), y el módulo de Young en la dirección en ángulo recto con respecto a la dirección de laminación ($E[C]$) basándose en $(E[L] + 2E[D] + E[C])/4$.

El efecto de potenciar la resistencia al pandeo de la parte de cuerpo de lata se obtiene especificando el módulo de Young promedio para que sea de 210 GPa o más, y preferiblemente de 215 GPa o más. El método de medición se describirá más tarde con referencia al ejemplo en detalle. En el método para especificar el módulo de Young promedio para que esté dentro de tal intervalo, es preferible que la textura se desarrolle hasta el estado descrito a continuación. Es decir, la composición de acero se especifica para que esté dentro del intervalo predeterminado, en particular se controla el equilibrio entre C y Nb, y se controlan la temperatura de acabado y la temperatura de bobinado en la etapa de laminado en caliente, de modo que se facilita el desarrollo de la textura en la etapa de laminado en frío y recocido, se realizan el laminado en frío a 85% o más y el recocido de recristalización y, de ese modo, se obtiene la textura predeterminada.

En cuanto a la textura con respecto al plano en un grosor de lámina de un cuarto, la intensidad de acumulación de la orientación de $\phi_1 = 30^\circ$, $\Phi = 55^\circ$, y $\phi_2 = 45^\circ$ en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge: 6,0 o más y la intensidad de acumulación promedio de la orientación de $\phi_1 = 0^\circ$, $\Phi =$ de 0° a 35° y $\phi_2 = 45^\circ$: 3,0 o más y 10,0 o menos. En la presente invención, el módulo de Young se aumenta controlando la textura, de modo que se obtiene el efecto de potenciar la resistencia al pandeo de la parte de cuerpo de lata. Además, puede suprimirse la generación de una oreja en la embutición y puede mejorarse la embutibilidad. La orientación (111) [1-21] (orientación de $\phi_1 = 30^\circ$, $\Phi = 55^\circ$, y $\phi_2 = 45^\circ$ en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge) es una orientación eficaz para aumentar el módulo de Young promedio, y es preferible una intensidad de acumulación de 6,0 o más, y es preferible adicionalmente de 8,0 o más. La orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] (orientación de $\phi_1 = 0^\circ$, $\Phi =$ de 0° a 35° , y $\phi_2 = 45^\circ$ en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge) tiene el efecto de aumentar el módulo de Young promedio particularmente aumentando el módulo de Young en la dirección en ángulo recto con respecto a la dirección de laminación y, además, puede suprimir la generación de una oreja en la embutición y mejorar la embutibilidad desarrollando la textura al mismo tiempo con la orientación (111) [1-21]. Por consiguiente, la intensidad de acumulación promedio de la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] se especifica para que sea preferiblemente de 3,0 o más, y preferiblemente de manera adicional de 6,0 o más. Por otra parte, cuando la textura de la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] se desarrolla excesivamente, cambia el equilibrio de la anisotropía y, a la inversa, se genera una gran oreja, de modo que es preferible 10,0 o menos. En general, la textura cambia dependiendo de la posición en el grosor de lámina. En la presente invención, se obtiene una buena interrelación entre el valor de medición con respecto al plano en un grosor de lámina de un cuarto y el módulo de Young o la conformabilidad y, por tanto, la posición de medición se especifica para que sea el plano en un grosor de lámina de un cuarto.

Tamaño de grano promedio de ferrita: menos de 7 μm (condición adecuada)

Cuando el tamaño de grano promedio de ferrita de la lámina recocida se especifica para que sea de menos de 7 μm , se obtiene fácilmente una dureza predeterminada, y se ejerce adicionalmente el efecto de prevenir la deformación plástica cuando se aplica una carga durante el transporte y similar. Además, cuando se produce una lámina de acero laminada en la que la superficie de la lámina de acero está recubierta con un recubrimiento orgánico, se suprime la rugosidad de la superficie en la conformación de producción de la lata haciendo que el tamaño de grano promedio de ferrita sea fino, se mejora la adhesión del recubrimiento orgánico y que se obtenga buena resistencia a la corrosión. Por tanto, el tamaño de grano promedio de ferrita es preferiblemente menor de 7 μm , y más preferiblemente menor de 6,5 μm .

A continuación, se describirá un ejemplo del método de fabricación para obtener una lámina de acero para una lata que tiene dureza HR30T de 56 o más y que presenta buena embutibilidad y resistencia al pandeo excelente de la parte de cuerpo de lata contra una presión externa, según la presente invención.

La lámina de acero para una lata según la presente invención se produce calentando una placa de acero que tiene la composición química descrita anteriormente a una temperatura de calentamiento de 1.100°C o mayor, realizando laminado en caliente a una temperatura de acabado de 800°C a 950°C, realizando bobinado a una temperatura de bobinado de 500°C a 700°C, realizando decapado, realizando laminado en frío a una reducción de laminación del 85% o más y realizando recocido a una temperatura de recristalización o mayor.

Temperatura de calentamiento antes del laminado en caliente: 1.100°C o mayor

Si la temperatura de calentamiento antes del laminado en caliente es demasiado baja, sigue habiendo NbC grueso, de modo que no se obtienen fácilmente el efecto de obtener granos cristalinos finos y el efecto de aumentar la dureza a través de endurecimiento por precipitación. Por tanto, la temperatura de calentamiento antes del laminado en caliente se especifica para que sea de 1.100°C o mayor. Si la temperatura de calentamiento es demasiado alta,

se genera cascarilla excesivamente y se producen defectos fácilmente de la superficie del producto. Por tanto, es preferible 1.300°C o menor.

Temperatura de acabado de laminado en caliente de 800°C a 950°C

5 Si la temperatura de laminado de acabado del laminado en caliente es mayor de 950°C, los granos cristalinos de la lámina laminada en caliente se engrosan, se dificulta el desarrollo de la textura y, además, se engrosan los granos cristalinos de la lámina recocida, de modo que se reduce la dureza. Si la temperatura de laminado de acabado del laminado en caliente es menor de 800°C, el laminado se realiza a una transformación temperatura o menor, y la
10 textura no se desarrolla fácilmente debido a la generación de granos gruesos y quedando una microestructura trabajada. Por tanto, la temperatura de laminado de acabado del laminado en caliente se especifica para que sea de 800°C a 950°C, y preferiblemente de 850°C a 950°C.

15 Temperatura de bobinado tras el laminado en caliente de 500°C a 700°C

Si la temperatura de bobinado tras el laminado en caliente es mayor de 700°C, el NbC se engrosa y se reduce el efecto de anclaje. Además, los granos cristalinos de la lámina recocida se engrosan porque los granos cristalinos de la lámina laminada en caliente están engrosados, de modo que se reduce la dureza. Además, se dificulta el desarrollo de la textura porque los granos cristalinos de la lámina laminada en caliente están engrosados, de modo
20 que se reduce el módulo de Young promedio. Por los motivos descritos anteriormente, la temperatura de bobinado tras el laminado en caliente se especifica para que sea de 700°C o menor, y preferiblemente de 650°C o menor. En el caso en que la temperatura de bobinado sea demasiado baja, no se produce precipitación de NbC suficientemente, se reduce el efecto de anclaje y se reduce el endurecimiento por precipitación, de modo que se reduce la dureza de la lámina recocida. Además, el C en disolución sólida se vuelve excesivo, de modo que se
25 dificulta el desarrollo de la textura de la orientación (111) [1-21] y se reduce el módulo de Young promedio, la textura de la orientación de (001) [1-10] a (112) [1-10] se desarrolla excesivamente y el equilibrio de la anisotropía se degrada y, de ese modo se degrada la embutibilidad en la embutición. Por consiguiente, la temperatura de bobinado tras el laminado en caliente se especifica para que sea de 500°C o mayor, y preferiblemente de 530°C o mayor.

30 La condición de decapado no se especifica particularmente en tanto que pueda retirarse la cascarilla de la capa de superficie. El decapado puede realizarse mediante un método común.

Reducción de laminación de laminado en frío: el 85% o más

35 La reducción de laminación del laminado en frío se especifica para que sea del 85% o más con el fin de mejorar el módulo de Young promedio a través del desarrollo de la textura y lograr una dureza HR30T de 56 o más. Si la reducción de laminación es menor del 85%, la textura no se desarrolla suficientemente y se reduce el módulo de Young promedio. Además, los granos cristalinos se engrosan y no se obtiene la dureza predeterminada. Desde el punto de vista del desarrollo de la textura, es preferible el 88% o más. Si la reducción de laminación del laminado en
40 frío es demasiado alta, la anisotropía se vuelve demasiado grande, y se degrada la embutibilidad, de modo que es preferible el 93% o menos, y es más preferible menos del 90%.

Temperatura de recocido: temperatura de recristalización o mayor

45 Desde el punto de vista del control de la textura y la mejora de la embutibilidad, la temperatura de recocido se especifica para que sea la temperatura de recristalización o mayor. Desde el punto de vista del desarrollo de la textura debido al crecimiento de granos, es preferible realizar inmersión a 710°C o mayor durante 10 s o más, y es preferible adicionalmente a 740°C o mayor. Si la temperatura es demasiado alta, los granos cristalinos se engrosan y el NbC también se engrosa, de modo que se reduce la dureza. Por tanto, la temperatura de recocido se especifica
50 para que sea preferiblemente de 800°C o menor. El método de recocido no está limitado, aunque es preferible un método de recocido continuo desde el punto de vista de la homogeneidad del material. La temperatura de recristalización en la presente invención se refiere a la temperatura a la que la recristalización avanza suficientemente, y de manera específica a la temperatura a la que el grado de recristalización llega a ser del 99% o más basándose en una proporción de área.

55 Reducción de laminación de laminado por revenido

Preferiblemente, la lámina de acero tras el recocido se somete a laminado por revenido desde el punto de vista de la corrección de la conformación y el ajuste de la rugosidad de superficie y la dureza. El laminado se realiza a una
60 reducción de laminación de preferiblemente el 0,5% o más desde el punto de vista de suprimir la generación de una marca de estirado. Por otra parte, si se realiza laminado a una proporción de reducción de más del 5,0%, la lámina de acero se vuelve dura y se degrada la embutibilidad. Además, se potencia la anisotropía y la oreja en la embutición se hace grande. Por consiguiente, la reducción de laminación del laminado por revenido se especifica para que sea preferiblemente del 5,0% o menos, y preferiblemente de manera adicional del 0,7% al 3,5%.

65 En cuanto al tratamiento de superficie de la lámina de acero, puede aplicarse recubrimiento de Sn, recubrimiento de

ES 2 670 772 T3

Ni, recubrimiento de Cr, o similares. Además, puede aplicarse un tratamiento de conversión química o un recubrimiento orgánico, por ejemplo, un material laminado.

5 El grosor de lámina de la lámina de acero según la presente invención no está limitado, aunque es preferible 0,25 mm o menos desde el punto de vista de la reducción del grosor. Mientras, si el grosor de lámina es demasiado pequeño, se reduce fácilmente la resistencia al pandeo de una parte de cuerpo de lata. Por tanto, el grosor la lámina se especifica para que sea preferiblemente de 0,16 mm o más.

10 De este modo, se obtiene la lámina de acero para una lata que tiene dureza HR30T de 56 o más y que presenta buena embutibilidad y resistencia al pandeo excelente de la parte de cuerpo de lata contra una presión externa, según la presente invención.

EJEMPLO 1

15 Se fundieron aceros que contenían componentes de símbolos de acero A a V mostrados en la tabla 1 y siendo el resto Fe e impurezas imprevistas y se refinaron para obtener placas de acero. Se sometieron las placas de acero resultantes a calentamiento, laminado en caliente, decapado para eliminar cascarillas, y laminado en frío en las condiciones mostradas en la tabla 2. Posteriormente, se obtuvieron láminas de acero (símbolos de lámina de acero de 1 a 32) que tenían un grosor de lámina de 0,220 mm aplicando inmersión a las temperaturas de recocido
20 respectivas durante 20 s en un horno de recocido continuo, enfriamiento y laminado por revenido. Se sometieron las láminas de acero así obtenidas a evaluaciones de características mediante los métodos descritos a continuación.

[Tabla 1]

Símbolo de acero	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Nb	Otros	(Nb/92,9)/(C/12)	(Nb/92,9 + Ti/47,9 + Mo/95,9)/(C/12)
	% en masa										
A	0,0060	0,01	0,50	0,010	0,008	0,060	0,0030	0,016	-	0,34	-
B	0,0030	0,01	0,60	0,010	0,010	0,020	0,0030	0,012	-	0,52	-
C	0,0100	0,01	0,10	0,020	0,005	0,060	0,0010	0,040	-	0,52	-
D	0,0050	0,02	0,65	0,015	0,012	0,050	0,0020	0,014	-	0,36	-
E	0,0080	0,01	0,60	0,010	0,012	0,060	0,0030	0,015	-	0,24	-
F	0,0060	0,05	0,40	0,010	0,011	0,080	0,0040	0,010	-	0,22	-
G	0,0060	0,01	0,26	0,010	0,010	0,050	0,0030	0,016	-	0,34	-
H	0,0060	0,01	1,00	0,010	0,011	0,050	0,0030	0,026	-	0,56	-
I	0,0050	0,01	0,30	0,030	0,010	0,060	0,0020	0,020	-	0,52	-
J	0,0070	0,01	0,50	0,008	0,010	0,060	0,0030	0,020	-	0,37	-
K	0,0080	0,01	0,60	0,010	0,015	0,050	0,0030	0,025	-	0,40	-
L	0,0050	0,01	0,30	0,010	0,010	0,090	0,0020	0,020	-	0,52	-
M	0,0015	0,01	0,40	0,010	0,010	0,060	0,0030	0,020	-	1,72	-
N	0,0400	0,01	0,45	0,010	0,012	0,020	0,0030	0,025	-	0,08	-
O	0,0050	0,01	1,50	0,010	0,010	0,060	0,0025	0,020	-	0,52	-
P	0,0060	0,01	0,50	0,015	0,013	0,070	0,0040	0,004	-	0,09	-
Q	0,0040	0,01	0,55	0,010	0,010	0,050	0,0030	0,080	-	2,58	-
R	0,0040	0,01	0,60	0,010	0,012	0,050	0,0030	0,040	-	1,29	-
S	0,0055	0,01	0,45	0,010	0,009	0,055	0,0030	0,016	Ti: 0,006	0,38	0,65
T	0,0055	0,01	0,40	0,012	0,010	0,060	0,0022	0,013	Mo: 0,015	0,31	0,65
U	0,0060	0,01	0,50	0,010	0,008	0,060	0,0030	0,018	Ti: 0,013, Mo: 0,01	0,39	1,14
V	0,0044	0,01	0,35	0,012	0,009	0,055	0,0026	0,025	-	0,73	-

25

[Tabla 2]

Símbolo de lámina de acero	Símbolo de acero	Temperatura de calentamiento	Temperatura de acabado	Temperatura de bobinado	Reducción de laminación de laminado en frío	Temperatura de recocido	Reducción de laminación de laminado por revenido
		°C	°C	°C	%	°C	%
1	A	1200	890	560	89	750	2,0
2	A	1080	880	550	89	750	2,0
3	A	1280	970	650	89	750	2,0
4	A	1180	780	550	90	740	1,5
5	A	1200	860	730	90	740	2,0
6	A	1200	860	490	90	760	2,5
7	A	1220	890	580	81	750	3,0
8	A	1150	900	560	90	670	2,0
9	A	1200	920	560	89	880	2,0

10	B	1250	890	560	89	750	1,0
11	C	1220	930	630	85	780	2,0
12	D	1200	890	580	89	750	2,0
13	E	1200	890	560	89	750	2,0
14	F	1180	890	600	89	710	2,0
15	G	1200	890	530	91	750	1,5
16	H	1200	850	560	89	750	2,0
17	I	1200	890	560	90	750	2,0
18	J	1200	890	550	89	750	1,5
19	K	1200	890	560	89	760	1,2
20	L	1230	890	560	89	750	2,0
21	M	1200	890	560	89	750	2,0
22	N	1200	890	560	89	750	2,0
23	O	1200	890	560	89	750	2,0
24	P	1200	890	560	89	750	2,0
25	Q	1200	890	640	89	750	2,0
26	R	1200	890	560	89	750	2,0
27	S	1200	890	540	88	750	1,5
28	T	1200	890	580	88	750	2,0
29	U	1240	900	560	89	750	2,0
30	A	1200	890	560	89	750	0,7
31	A	1170	880	600	89	700	2,0
32	V	1200	900	610	89	750	1,8

En cuanto al tamaño de grano promedio de ferrita, se atacó con ácido la microestructura de ferrita de una sección transversal en la dirección de laminación con una disolución de nital al 3% para exponer los límites de grano, y se midió el tamaño de grano promedio usando una fotografía tomada con un microscopio óptico a un aumento de 400 veces y mediante un método por intercepción de conformidad con la norma JIS G 0551 Aceros-Determinación micrográfica del tamaño de grano aparente y se tomó como el tamaño de grano promedio de ferrita.

Se usó la micrografía óptica para la medición del tamaño de grano promedio de ferrita y se determinó la proporción de área de la región recristalizada basándose en el procesamiento imágenes y se tomó como el grado de recristalización. El caso en el que el grado de recristalización era del 99% o más se clasificó como recristalización y se indicó mediante O, y el caso de menos del 99% se clasificó como sin recristalización y se indicó mediante x.

En cuanto a la evaluación del módulo de Young promedio, se cortaron probetas de 10 mm x 35 mm, en las que se especificó que las direcciones longitudinales estaban en la dirección a 0°, 45° y 90° con respecto a la dirección de laminación, se usó un dispositivo de medición con frecuencia de resonancia de vibración transversal, se midió el módulo de Young (GPa) en cada dirección de conformidad con las normas de la Sociedad americana de materiales de ensayo (C1259) y se calculó el módulo de Young promedio basándose en $(E[L] + 2E[D] + E[C])/4$.

Se midió la dureza superficial de Rockwell 30T (HR30T) en la posición especificada en la norma JIS G 3315 de conformidad con la norma JIS Z 2245, método de ensayo de la dureza de Rockwell.

En cuanto a la textura con respecto al plano a un cuarto del grosor de lámina, se evaluaron la intensidad de acumulación de la orientación de $\phi_1 = 30^\circ$, $\Phi = 55^\circ$ y $\phi_2 = 45^\circ$ en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge y la intensidad de acumulación promedio de la orientación de $\phi_1 = 0^\circ$, $\Phi =$ de 0° a 35° y $\phi_2 = 45^\circ$ midiendo una figura de polos basándose en difracción de rayos X y calculando la función de distribución de orientación (ODF). Se redujo el grosor hasta una parte de un grosor de lámina de un cuarto mediante pulido mecánico y pulido químico con ácido oxálico para eliminar el efecto de la tensión de trabajo y se formaron figuras de polos (110), (200), (211) y (222) mediante el método de reflexión de Shultz. Se calculó la ODF a partir de estas figuras de polos mediante el método de expansión de series, se evaluó la orientación de $\phi_1 = 30^\circ$, $\Phi = 55^\circ$ y $\phi_2 = 45^\circ$ en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge y se evaluó un promedio aritmético de los valores de la ODF de la orientación de $\phi_1 = 0^\circ$, $\Phi =$ de 0° a 35° y $\phi_2 = 45^\circ$ como la intensidad de acumulación promedio.

Además, con el fin de evaluar la embutibilidad y la resistencia al pandeo del cuerpo de lata, se produjo una lámina de acero laminada, en la que la lámina de acero descrita anteriormente se sometió a un tratamiento de recubrimiento con cromo (libre de estaño) como tratamiento de superficie y se cubrió con un recubrimiento orgánico.

Con el fin de evaluar la embutibilidad, se realizó una perforación para dar una forma circular que tenía un diámetro de 180 mm, se realizó una embutición profunda cilíndrica a una proporción de embutición de 1,6 y se midió la altura de oreja (altura de la parte de cuerpo de lata de circunferencia completa de la lata). Se calculó la proporción de formación de oreja dividiendo la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo de la altura de oreja entre el valor promedio de la altura de la circunferencia completa, el caso del 3% o menos se clasificó como bueno (O) y el caso

de más del 3% se clasificó como malo (x).

Con el fin de evaluar la resistencia al pandeo de la parte de cuerpo de lata de la lámina de acero que presenta buena embutibilidad, se perforó la lámina de acero laminada descrita anteriormente para dar una forma circular y se sometió a embutición profunda, estirado y similares, de modo que se formó un cuerpo de lata similar a una lata de dos piezas para su aplicación a latas de bebidas y se sometió a la medición. El método de medición fue tal como se describe a continuación. Se colocó el cuerpo de lata en el interior de una cámara de presión y se realizó la presurización del interior de la cámara de presión introduciendo aire a presión a 0,016 MPa/s en la cámara a través de una válvula de introducción de aire. Se examinó la presión en el interior de la cámara a través de un manómetro, un sensor de presión, un amplificador para amplificar la señal de detección del mismo y un dispositivo de procesamiento de señales para realizar la visualización de la señal de detección, procesamiento de datos y similares. La presión de pandeo se definió como una presión en un punto de cambio de presión asociado con el pandeo. En general, se cree que se necesita una intensidad de presión externa de 0,15 MPa o más contra el cambio de presión debido a la esterilización por calor. Por tanto, el caso en el que la intensidad de presión externa era superior a 0,15 MPa se indicó mediante O y el caso en el que la intensidad de presión externa era de 0,15 MPa o menos se indicó mediante x. Con respecto a esto, la lámina de acero que presentaba mala embutibilidad no se sometió a la evaluación de la resistencia al pandeo de la parte de cuerpo de lata y se indicó mediante -.

[Tabla 3]

Símbolo de lámina de acero	Tamaño de grano promedio	Grado de recristalización	Dureza HR30T	Módulo de Young promedio	Intensidad de acumulación de orientación ϕ_1	Intensidad de acumulación promedio de orientación ϕ_1	Evaluación de la embutibilidad	Evaluación de la resistencia al pandeo	Observaciones
	μm	%		GPa	= 30° , $\Phi = 55^\circ$, $\phi_2 = 45^\circ$	= 0° , $\Phi = 0-35^\circ$, $\phi_2 = 45^\circ$			
1	6,2	O	58	215	7,0	8,2	O	O	Ejemplo de la invención
2	7,9	O	53	204	5,5	6,3	O	x	Ejemplo comparativo
3	7,6	O	54	203	5,1	6,6	x	-	Ejemplo comparativo
4	7,5	O	57	203	4,6	11,3	x	-	Ejemplo comparativo
5	9,3	O	54	205	5,6	7,3	x	-	Ejemplo comparativo
6	7,6	O	52	203	4,5	8,8	O	x	Ejemplo comparativo
7	8,1	O	55	202	4,1	7,2	O	x	Ejemplo comparativo
8	6,4	x	68	201	4,3	11,1	x	-	Ejemplo comparativo
9	10,3	O	56	211	7,2	4,2	O	O	Ejemplo de la invención
10	6,4	O	56	212	7,4	7,9	O	O	Ejemplo comparativo
11	5,1	O	63	214	8,0	8,6	O	O	Ejemplo comparativo
12	6,3	O	57	216	7,1	8,4	O	O	Ejemplo de la invención
13	6,0	O	59	213	6,8	8,4	O	O	Ejemplo de la invención
14	6,6	O	58	213	6,3	9,0	O	O	Ejemplo de la invención
15	6,7	O	56	211	6,4	5,4	O	O	Ejemplo de la invención
16	5,6	O	60	217	9,8	6,2	O	O	Ejemplo comparativo
17	6,6	O	57	215	8,6	6,5	O	O	Ejemplo comparativo
18	5,9	O	59	216	7,6	6,6	O	O	Ejemplo de la invención
19	5,6	O	60	213	6,7	8,0	O	O	Ejemplo comparativo
20	6,4	O	58	219	9,5	4,4	O	O	Ejemplo

ES 2 670 772 T3

									comparativo
21	8,8	O	53	213	10,3	2,6	x	-	Ejemplo comparativo
22	6,1	O	60	206	4,6	6,3	O	x	Ejemplo comparativo
23	5,7	O	54	202	5,1	7,3	O	x	Ejemplo comparativo
24	7,4	O	52	201	4,3	6,6	O	x	Ejemplo comparativo
25	10,3	O	53	212	9,5	2,3	x	-	Ejemplo comparativo
26	7,4	O	58	213	8,6	2,4	x	-	Ejemplo comparativo
27	5,9	O	61	216	8,1	6,3	O	O	Ejemplo de la invención
28	5,8	O	60	218	9,3	7,5	O	O	Ejemplo de la invención
29	5,6	O	62	218	10,3	6,2	O	O	Ejemplo de la invención
30	6,2	O	57	215	7,0	8,2	O	O	Ejemplo de la invención
31	6,5	x	64	206	5,2	10,7	x	-	Ejemplo comparativo
32	7,3	O	54	208	8,6	2,6	x	-	Ejemplo comparativo

Los resultados se muestran en la tabla 3. En todos los ejemplos de la invención, la HR30T era de 56 o más, el módulo de Young promedio era de 210 GPa o más y se mostraron conformabilidad y resistencia al pandeo excelentes del cuerpo de lata. Además, el tamaño de grano promedio de ferrita era de menos de 7 μm , la adhesión del recubrimiento orgánico aplicado era buena y la resistencia a la corrosión era excelente.

5

REIVINDICACIONES

1. Una lámina de acero para una lata, que comprende:
- 5 en una base en porcentaje en masa, C: el 0,0030% o más y el 0,0100% o menos, Si: el 0,05% o menos, Mn: el 0,10% o más y el 1,0% o menos, P: el 0,030% o menos, S: el 0,020% o menos, Al: el 0,010% o más y el 0,100% o menos, N: el 0,0050% o menos; Nb: el 0,010% o más y el 0,050% o menos, opcionalmente al menos uno seleccionado de Ti: el 0,020% o menos y Mo: el 0,020%, o menos y siendo el resto Fe e impurezas imprevistas,
- 10 satisfaciendo el contenido de C y Nb la fórmula (1),
siendo la dureza HR30T de 56 o más, y
- 15 siendo el módulo de Young promedio de 210 GPa o más,

$$0,10 \leq ([\text{Nb}] / 92,9) / ([\text{C}] / 12) < 0,40$$
Fórmula (1)

[Nb] y [C] representan el contenido (porcentaje en masa) de Nb y C, respectivamente.
- 20 2. La lámina de acero para una lata según la reivindicación 1, que comprende una textura medida con respecto al plano en un cuarto del grosor de lámina que tiene una intensidad de acumulación de la orientación de $\phi_1 = 30^\circ$, $\Phi = 55^\circ$, y $\phi_2 = 45^\circ$, en una expresión de ángulo de Euler de base de Bunge que es de 6,0 o más y, una intensidad de acumulación promedio de la orientación de $\phi_1 = 0^\circ$, $\Phi =$ de 0° a 35° y $\phi_2 = 45^\circ$ que es de 3,0 o más y de 10,0 o menos.
- 25 3. La lámina de acero para una lata, según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que la lámina de acero incluye ferrita que tiene un tamaño de grano promedio de ferrita de menos de 7 μm .
- 30 4. Un método para fabricar una lámina de acero para una lata, que comprende: calentar una placa de acero que tiene la composición química según se define en la reivindicación 1 a una temperatura de calentamiento de 1.100°C o mayor, laminar en caliente a una temperatura de acabado de 800°C a 950°C, bobinar a una temperatura de bobinado de 500°C a 700°C, realizar decapado, laminar en frío a una reducción de laminación del 85% o más, y recocer a una temperatura de recristalización o mayor.
- 35 5. El método para fabricar una lámina de acero para una lata según la reivindicación 4, en el que el laminado en frío se realiza a una reducción de laminación del 93% o menos.