

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 214**

51 Int. Cl.:

<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)
<b>B01D 53/86</b>	(2006.01)
<b>B01J 35/04</b>	(2006.01)
<b>B21B 3/00</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/60</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/12</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/28</b>	(2006.01)
<b>C21D 8/02</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2005 PCT/JP2005/019449**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.04.2006 WO06043686**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2005 E 05795786 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 1811048**

54 Título: **Chapa de acero de alto contenido en Al excelente en trabajabilidad y procedimiento de producción de la misma**

30 Prioridad:

**21.10.2004 JP 2004306695**  
**05.10.2005 JP 2005292063**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.05.2017**

73 Titular/es:

**NIPPON STEEL & SUMIKIN MATERIALS CO., LTD. (100.0%)**  
**7-16-3, Ginza**  
**Chuo-ku, Tokyo 104-0061, JP**

72 Inventor/es:

**INAGUMA, TORU;**  
**KOBAYASHI, TAKAYUKI y**  
**SAKAMOTO, HIROAKI**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 612 214 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

Chapa de acero de alto contenido en Al excelente en trabajabilidad y procedimiento de producción de la misma

La presente invención se refiere a una chapa de acero de alto contenido en Al y procedimientos de producción de la misma.

5 Un chapa de acero de alto contenido en Al que comprende hierro más aluminio es una aleación que tiene una resistencia a la oxidación de alta temperatura y una alta resistencia eléctrica. Se puede esperar que el aumento de la concentración de Al mejore estas propiedades, pero simultáneamente la tenacidad disminuye y la trabajabilidad decrece notablemente. Por esta razón, la concentración máxima de Al en la que la producción en masa industrial es posible en el proceso ordinario de laminado y fabricación de acero es sólo 6,5% en masa. La tecnología de  
10 producción en masa para mejorar la trabajabilidad y la producción de chapa de acero de alto contenido en Al que contiene más Al es muy esperada.

Como técnica anterior para mejorar la trabajabilidad de una chapa de acero de alto contenido en Al, la Publicación de Patente Japonesa (B) No. 6-8486 describe la adición de cantidades prescritas de P y REM para mejorar la trabajabilidad en caliente ya que el Ce en REMs está presente en el acero como un fosfato de grano fino. Sin embargo, esto requiere costosos elementos aditivos y lleva a mayores costos. Además, el límite superior de la concentración de Al descrito en esta publicación es 6,5% en masa.  
15

La Publicación de Patente Japonesa (A) No. 1-4458 describe la fabricación de un 70% o más de la estructura solidificada de cristales de columna de cinta rápidamente enfriada para mejorar la tenacidad de acero inoxidable que contiene Al en una concentración de 1 a 7% en masa. Sin embargo, teniendo en cuenta el hecho de que es necesario un equipo especial para producir una cinta rápidamente enfriada para la producción en masa de la cinta, el costo vuelve a ser más alto.  
20

Por lo tanto, como un procedimiento para la producción de una chapa de acero de alto contenido en Al, se conoce el procedimiento de depositar un Al o aleación de Al sobre la superficie de una chapa de acero que tiene una concentración de Al de menos de 6,5% en masa capaz de ser producida en masa por el proceso habitual de fabricación y laminado de acero y tratándola por el tratamiento térmico de dispersión para aumentar la concentración de Al.  
25

Por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa (B) No. 4-80746 describe, como técnica para laminar eficazmente un material revestido con Al, un procedimiento para la producción de un sustrato de metal que comprende revestir la superficie de una chapa de acero con Ni, después revestirla por Al o una aleación de Al, laminarla hasta un espesor del producto final y luego elaborar la misma y ensamblarla en un sustrato de metal y tratar la misma por tratamiento térmico de dispersión. Además, la Publicación de Patente Japonesa (A1) No. 2003-520906 describe, como un procedimiento para la producción de chapa de acero de lámina de Fe-Cr-Al dimensionalmente estable, recubriéndola con Al o una aleación de Al, haciendo que la cantidad de recubrimiento sea 0,5 a 5% en masa de toda la masa de modo que la contracción en la dirección de longitud y / o anchura se convierte en 0,5% 'o menos incluso en el tratamiento térmico de dispersión uniforme después de la laminación en frío. Sin embargo, estos procedimientos de producción no apuntan al efecto de mejora de la tenacidad o trabajabilidad de la chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión.  
30  
35

La Patente Japonesa No. 3200160 describe, como un procedimiento para la producción de una lámina de Fe-Cr-aleación de Al, depositar Al o una aleación de Al sobre una chapa de acero inoxidable que contiene una cantidad prescrita de B, tratándola por tratamiento térmico de dispersión para hacer que el ingrediente depositado se disperse en la chapa de acero y obtener una chapa de acero que contenga Al en una concentración de 1 a 10% en masa, luego laminar en frío por una tasa de reducción de 30% o más y recocer en un intervalo de 800 ° C a 1200 ° C una vez o más para promover la dispersión uniforme de B y mejorar la resistencia a fragilización a alta temperatura. Con este procedimiento de producción, la laminación en frío y recocido se repiten después del tratamiento térmico de dispersión, por lo que el costo se hace más alto.  
40  
45

El documento US 6086689A describe un procedimiento para fabricar una lámina de acero inoxidable ferrítico que tiene un alto contenido en Aluminio, que puede utilizarse en particular para un soporte de catalizador en un escape de un vehículo, donde una chapa de acero inoxidable ferrítico de la siguiente composición: 0,005% <C 0,060%, 10% < Cr < 23%, 0,1 % < Al < 3%, 0,003 % < N < 0,030%, 0,1% < Mn < 2%, 0,1 <Si <2%, elementos REM en una proporción de entre 0,03% y 0,15%, se somete a: revestimiento entre dos láminas de aluminio para obtener un laminado, laminación hasta un espesor de 0,03-0,25 mm para formar una lámina, recocido por dispersión estática de la lámina a atmósfera de hidrógeno, y laminación de acabado más del 20%.  
50

El documento DE19652399A describe un procedimiento para producir una lámina de múltiples componentes, que comprende tratar una tira de acero de espesor 0,5-1,5 mm en una atmósfera que contiene H<sub>2</sub> antes de aplicar las capas externas, después de ser calcinada a 700 °C, enfriando la tira hasta 680 °C, y sumergir la misma en un baño de fusión de Al (aleación) durante un tiempo y temperatura de modo que las capas externas de Al (aleación) tengan un espesor de 10-50µm, y laminar en frío para formar una lámina de compuesto metálico de espesor 25-150 µm antes de ser recocida por dispersión.  
55

Como se ha explicado anteriormente, los procedimientos descritos en la publicación de patente japonesa (B) No. 6-8486 y la publicación de patente japonesa (A) No. 1-4458 mejoran la trabajabilidad usando elementos aditivos especiales o un aparato de enfriamiento rápido y por lo tanto resultan en costos más altos. Los procedimientos de deposición de Al o una aleación de Al sobre una chapa de acero y su tratamiento por tratamiento térmico de dispersión para enriquecer la concentración de Al revelada en la Publicación de Patente Japonesa N ° 4-80746, Publicación de Patente Japonesa (A1) No. 2003-520906, y Patente Japonesa No. 3200160 se describen principalmente como procedimientos de producción de sustratos de catalizador para la purificación de gases de escape (sustrato de metales) y no consisten en técnica para mejorar la trabajabilidad de una chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión. Por esta razón, si bien es posible depositar Al o una aleación de Al sobre chapa de acero, luego tratarla por tratamiento térmico de dispersión, para producir láminas de acero de alto contenido en Al, entonces se plantea el problema de una baja trabajabilidad y por lo tanto de rotura cuando se lamina, dobla o de otra forma se trabaja una chapa de acero de alto contenido en Al.

La presente invención resuelve estos problemas proporcionando una chapa de acero de alto contenido en Al que tiene excelente trabajabilidad y un procedimiento para la producción de la misma a bajo costo por producción en masa, una lámina de metal de alto contenido en Al y procedimiento para la producción de la misma, y un sustrato de metal usando una lámina de metal de alto contenido en Al.

Los inventores resolvieron este problema descubriendo que es posible impartir una excelente trabajabilidad controlando una chapa de acero de alto contenido en Al que tiene un contenido en Al de 6,5 % en masa a 10 % en masa a una estructura de textura específica. Además, descubrieron que mediante la deposición de Al o una aleación de Al sobre una chapa de acero de matriz que contiene una cantidad de 3,5% en masa a menos de 6,5% en masa para obtener un laminado y laminación en frío de este laminado para impartir la tensión de trabajo y tratando luego la misma por tratamiento térmico de dispersión para hacer que el Al o aleación de Al depositado sobre la superficie se disperse en la chapa de acero, es posible controlar la estructura de textura de la chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión hasta el intervalo de la presente invención y, como resultado, mejoran considerablemente la trabajabilidad.

El problema anterior puede ser resuelto por las características definidas en las reivindicaciones.

La invención se describe en detalle en conjunción con los dibujos, en los que:

La FIG. 1 muestra las reivindicaciones según lo definido por la tasa de reducción del laminado y la concentración de Al (las ecuaciones en la figura muestran los segmentos lineales), y

La FIG. 2 muestra las reivindicaciones según lo definido por el espesor del laminado después de la laminación en frío y la concentración de Al (las ecuaciones de la figura muestran los segmentos lineales).

A continuación, la presente invención se explicará con más detalle.

Los inventores buscaron un procedimiento para mejorar la trabajabilidad con respecto al curvado, estirado, laminación, etc., en una chapa de acero de alto contenido en Al, con un contenido en Al de 6,5 % en masa a 10% en masa y descubrieron que controlando la estructura de textura de la chapa de acero a un rango específico, las fisuras y rotura pueden suprimirse muy eficazmente.

Si la chapa de acero de alto contenido en Al tiene un contenido de 6,5% en masa, incluso sin la estructura de textura de la presente invención, se obtiene una excelente trabajabilidad. Si más del 10% en masa, los efectos de compuestos intermetálicos, etc. aparecen e incluso con la estructura de textura de la presente invención, ya no se puede obtener una excelente trabajabilidad. Por lo tanto, el contenido en Al se fijó en 6,5% en masa a 10% en masa.

La estructura de textura de la presente invención satisface la condición de la integración de plano {222} del cristal  $\alpha$ -Fe con respecto a la superficie de la chapa de acero que es un nivel extremadamente alto de 60% a 95% y siendo la integración de plano {200} un nivel extremadamente bajo de 0,01% a 15%.

Aquí, la integración de plano se mide por difracción de rayos X mediante rayos MoK $\alpha$ . Explicado esto con más detalle, se midió cada muestra en cuanto a la intensidad integrada de 11 planos de orientación del cristal  $\alpha$ -Fe paralelos a la superficie de la muestra ({110}, {200}, {211}, {310}, {222}, {321}, {411}, {420}, {332}, {521}, {442}), entonces cada valor medido se dividió por la intensidad teórica integrada de una muestra de una orientación aleatoria, entonces la relación de la intensidad {200} o {222} se encontró como porcentaje. Esto se muestra por la siguiente ecuación (I) por ejemplo por la relación de intensidad {200}.

$$\text{Integración del plano}\{200\} = \left[ \frac{I(200)}{I(200)} / \sum \left\{ \frac{I(hkl)}{I(hkl)} \right\} \right] \times 100 \quad (I)$$

donde los símbolos significan lo siguiente:

$i$  (hkl): Intensidad integrada medida real del plano {hkl} en la muestra medida

$I$  (hkl): Intensidad integrada teórica del plano {hkl} en la muestra que tiene orientación aleatoria

$\Sigma$ : suma de 11 planos de orientación de un cristal de  $\alpha$ -Fe

5 Aquí; La intensidad integrada de la muestra que tiene una orientación aleatoria se puede encontrar preparando y midiendo una muestra.

10 Si la chapa de acero de alto contenido en Al tiene una integración de plano de menos del 60% y la integración de plano {200} se hace 15% o más, se producen fácilmente grietas o ruptura en el momento del estirado, doblado y laminado. Además, si la integración de plano {222} excede 95% y la integración de plano {200} es menos de 0,01%, el efecto se satura y la producción se hace difícil. Por lo tanto, a la chapa de acero de alto contenido en Al de la presente invención se le proporciona la estructura de textura anterior.

La chapa de acero de alto contenido en Al tiene un espesor de 0,015 mm a 0,4 mm. Si el espesor es menor de 0,015 mm, el rendimiento de producción disminuye, por lo que el límite inferior de la chapa de acero se fijó en 0,015 mm. Si es arriba de 0,4 mm, la estructura de textura de la presente invención se hace difícil de obtener y la trabajabilidad cae, por lo que el límite superior del espesor se fijó en 0,4 mm.

15 Además, sorprendentemente, los inventores descubrieron que cuando se lamina en frío la chapa de acero de alto contenido en Al para generar una lámina de metal de un espesor de 5 a 100  $\mu$ m, se mantiene la estructura de textura de la chapa de acero entre las laminaciones y que la estructura de textura después de la laminación en frío mantiene un estado si la integración del plano del cristal  $\alpha$ -Fe con respecto a la superficie de la lámina de la superficie metálica es el nivel extremadamente alto de 60% a 95% o la integración de plano {200} es el nivel extremadamente bajo de 0,01 % a 15% y la trabajabilidad es excelente. Por esta razón, la lámina de metal de alto contenido en Al de la presente invención puede ser doblada, estirada fácilmente o trabajada de otro modo sin tratamiento térmico u otro tratamiento de ablandamiento debido a los efectos de la estructura de textura independientemente de que esté laminada en frío.

20 Si la lámina de metal de alto contenido en Al después de laminación en frío tiene una integración de plano de menos de 60% y una integración de plano {200} de 15% o más, se producen fácilmente grietas y rotura, en el momento de estirado, doblado y laminación. Además, si la integración del plano {222} llega a ser más del 95% y la integración del plano {200} se vuelve menos de 0,01%, el efecto se satura y, además, la producción se hace difícil. Por lo tanto, la lámina de metal de alto contenido en Al de la presente invención tiene la siguiente estructura de textura. Aquí, la integración del plano se mide de la misma manera que el procedimiento explicado anteriormente.

30 Cuando se usa una lámina de metal de alto contenido en Al como el material para un sustrato de metal descrito a continuación, el intervalo del espesor de lámina se hace preferiblemente de 10 a 60  $\mu$ m. Esto se debe a que si el espesor de la lámina es menor que 10  $\mu$ m, la resistencia a la oxidación a alta temperatura cae, mientras que si es arriba de 60  $\mu$ m, el espesor de la pared se hace más grande y por lo tanto la pérdida de presión del gas de escape aumenta. Esto no es preferible como sustrato catalizador para la purificación de gases de escape.

35 Una estructura de panal obtenida corrugando una lámina de metal de alto contenido en Al, entonces enrollando una lámina plana y lámina corrugada aumenta el área de contacto con el gas de escape y mejora la capacidad de purificación del gas de escape. La lámina de metal de la presente invención es excelente en trabajabilidad, por lo que puede ser fácilmente ondulada y conformada en una estructura de panal cuando se lamina en frío y tiene excelente precisión dimensional de trabajo, por lo que tiene pequeña variación en altura ondulada etc.

40 Cuando se utiliza una estructura de panal como el sustrato de metal, por ejemplo, un material de soldadura con base de Ni se utiliza para soldar una camisa externa de metal sobre la estructura de panal. La soldadura fuerte se realiza colocando un material de soldadura en los puntos de contacto de la lámina corrugada y lámina plana y entre la estructura de panal y la camisa exterior, luego calentando en un vacío a 1000 a 1200 ° C aproximadamente. Una estructura de panal usando la lámina de metal de alto contenido en Al de la presente invención es también excelente en soldabilidad y excelente en la durabilidad estructural después de la soldadura. Como resultado, la lámina de metal de alto contenido en Al y la estructura de panal producida de acuerdo con la presente invención son excelentes en trabajabilidad y simultáneamente son excelentes en tenacidad también. Cuando se utiliza como un sustrato de metal en los gases de escape, hay menos agrietamiento o rotura de la lámina. Además, al depositar una capa de catalizador sobre el sustrato de metal de la presente invención, puesto que el sustrato de metal tiene una alta resistencia estructural, hay poca delaminación de la capa de catalizador y por lo tanto poca caída en la capacidad de purificación de los gases de escape en el tiempo de uso.

A continuación, se explicará en detalle a continuación un procedimiento para la producción de una chapa de acero de alto contenido en Al de la presente invención.

55 Los inventores descubrieron que al depositar Al o una aleación de Al, en una chapa de acero de matriz que contiene Al en una cantidad de 3,5 % en masa a menos de 6,5 % en masa para obtener un laminado, laminar en frío este laminado, después tratarlo por tratamiento térmico de dispersión, es posible producir una chapa de acero de alto

contenido en Al que tiene Al en una cantidad de 6,5 % en masa o más y que esta chapa de acero de alto contenido en Al tiene la estructura de textura de la presente invención y tiene una excelente trabajabilidad. En particular, descubrieron que mediante la definición de la tasa de reducción en el momento de laminación en frío del laminado y el espesor después de la laminación en frío según la concentración deseada de Al en la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión, se puede obtener una excelente trabajabilidad y se puede trabajar fácilmente una chapa de acero de alto contenido en Al. Además descubrieron que mediante el precalentamiento de la chapa de acero antes de depositar el Al o la aleación de Al, se mejora notablemente el efecto de lograr una excelente trabajabilidad. Se cree que la razón es que mediante la deposición de Al o una aleación de Al en la chapa de acero de matriz que tiene 3,5 % en masa a menos de 6,5 % en masa de una concentración de Al para obtener un laminado y mediante la laminación en frío de este laminado, la estructura de dislocación del laminado y la estructura de interfaz de la chapa de acero de matriz y la capa de Al o aleación de Al difieren del caso obtenido por el procedimiento convencional y como resultado cambia la microestructura de la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión para aumentar la concentración de Al y se mejora la trabajabilidad. Además, se cree que debido al precalentamiento, los cambios estructurales para lograr una excelente trabajabilidad actúan de manera más eficaz

A continuación, se explicarán las condiciones limitativas de la presente invención.

Para la chapa de acero de matriz sobre la que se deposita el Al o la aleación de Al, se utiliza una chapa de acero que contiene Al en una cantidad de 3,5 % en masa a menos de 6,5 % en masa. Esto se debe a que si se incluye 3,5% en masa o más de Al en la chapa de acero de matriz por adelantado, la chapa de acero se mejora en la trabajabilidad después del tratamiento térmico de dispersión. Además, la razón para hacer la concentración de Al menos de 6,5% en masa es que, como se explica en la técnica anterior, la chapa de acero que contiene 6,5% en masa o más de Al tiene una baja tenacidad y poca trabajabilidad, por lo que la producción en masa es difícil. Por esta razón, el límite superior de la chapa de acero de matriz se fijó en menos de 6,5% en masa. El rango más preferible de concentración de Al de la chapa de acero de matriz es de 4,2 a 6,0% en masa. Además, para la chapa de acero que forma esta matriz, se seleccionan como otros elementos los ingredientes de aleación capaces de proporcionar las características mecánicas o características químicas buscadas en el producto final. Por ejemplo, si es necesaria una resistencia a la oxidación a alta temperatura, se selecciona un acero inoxidable a base de ferrita al que se añade una cantidad adecuada de Cr o un elemento de tierras raras. Cuando se busca una resistencia elevada, se utiliza una chapa de acero a la que se añade un elemento que permite lograr el refuerzo de la solución o refuerzo de precipitación.

El Al o aleación de Al se deposita sobre la chapa de acero mediante inmersión en caliente, galvanoplastia, proceso en seco, proceso de molido, etc. No importa por qué procedimiento se deposita, se puede obtener el efecto de la presente invención. Además, es posible añadir los elementos de aleación deseados al Al o aleación de Al para depositarlos y someterlos a aleación simultáneamente con el aumento de la concentración de Al. La cantidad de Al o aleación de Al a depositar se determina de acuerdo con el espesor de la chapa de acero de matriz en el momento del depósito, la concentración de Al en la chapa de acero, y la concentración deseada de Al después del tratamiento térmico de dispersión. Por ejemplo, al depositar una aleación de Al de 90 % en masa de Al -10 % en masa de Si en ambas superficies de una chapa de acero de matriz de un espesor de 0,4 mm que tiene una concentración de Al de 5 % en masa y a hacer que la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión sea 8,1 % en masa, el espesor de deposición de la aleación de Al pos lado es aproximadamente 20  $\mu\text{m}$ .

La presente invención además optimiza las condiciones para la laminación en frío del laminado obtenido por deposición de Al o una aleación de Al en una chapa de acero de matriz que contiene Al en una cantidad de 3,5 % en masa a menos de 6,5 % en masa de acuerdo con la concentración media de Al de la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión. El laminado es laminado en frío para cambiar la estructura de dislocación del laminado y la estructura de interfaz de la chapa de acero de matriz y Al o aleación de Al. Debido a esta laminación en frío, la chapa de acero se mejora notablemente en la trabajabilidad tras el tratamiento térmico de dispersión de Al. Como se ha explicado anteriormente, este efecto es notable cuando la concentración de Al de la chapa de acero de matriz es de 3,5% en masa a menos de 6,5% en masa. Los inventores descubrieron que existe una tasa de reducción óptima de laminación en frío del laminado y espesor después de la laminación en frío dependiendo de la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión y de haber completado de este modo la presente invención.

El intervalo de la tasa de reducción  $\alpha$  (%) del laminado en el que se pueden obtener efectos particularmente preferidos en la presente invención se puede ilustrar como en la Fig. 1. Aquí,  $x$  (% en masa) es la concentración promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión. La razón para hacer la tasa de reducción  $\alpha$  (%)  $20 \leq \alpha \leq 95\%$  es que, independientemente de la concentración de Al, si la tasa de reducción es menos del 20%, puesto que la cantidad de la tensión de trabajo impartida es pequeña, no se puede obtener un gran efecto de mejora de la trabajabilidad. Si se supera el 95%, no sólo no se puede reconocer ninguna mejora adicional en la trabajabilidad, sino que también surge el problema de la delaminación parcial del Al. La razón por la que  $35x - 260 \leq \alpha$  es que cuanto más alta sea la concentración de Al, menor será la tenacidad de la chapa de acero después del tratamiento de dispersión de calor y menor será la trabajabilidad, para lograr el efecto de la presente invención de excelente trabajabilidad, cuanto mayor es la concentración de Al, mayor se debe hacer la tasa de reducción. Además, la presente invención abarca el procedimiento para la producción de chapa de acero que contiene una alta

concentración de Al de 6,5% en masa o más, que es difícil de producir por los usuales procesos de laminación y fabricación de acero, por lo que la concentración  $x$  de Al después del tratamiento térmico de dispersión en el intervalo de la tasa de reducción del laminado se fija en  $x \geq 6,5\%$  en masa. Como se ha explicado anteriormente, al hacer que la tasa de reducción (%) del laminado una en el intervalo anterior, de acuerdo con la concentración de Al, es posible producir una chapa de acero de alto contenido en Al excelente en trabajabilidad.

(Página 12)

El intervalo del espesor  $t$  (mm) del laminado después de la laminación en frío en el que pueden obtenerse efectos particularmente preferidos en la presente invención puede ilustrarse como en la Fig. 2. Aquí,  $x$  (% en masa) es la concentración promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al. La razón por la cual el espesor  $t$  (mm) del laminado después de la laminación en frío se hace  $0,015 \leq t \leq 0,4$  es que si el espesor del laminado después de laminación en frío es menos de 0,015 milímetros, cuando se lamina en frío el laminado, surge el problema de delaminación parcial del Al o aleación de Al depositados y el rendimiento cae, por lo que el límite inferior de  $t$  se fijó en 0,015. Si es superior a 0,4 mm, el tratamiento térmico de dispersión de Al requiere un tratamiento térmico de alta temperatura o largo y el efecto de la presente invención del mejoramiento de la trabajabilidad después del tratamiento térmico de dispersión de Al se hace difícil de obtener, por lo que el límite superior de  $t$  se fijó en 0,4 mm. La razón para hacer  $t \leq -0,128x + 1,298$  fue que cuanto mayor es la concentración de Al, menor es la tenacidad de la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión y menor es la trabajabilidad, para lograr el efecto de la presente invención de excelente trabajabilidad, cuanto mayor sea la concentración de Al, menor será el espesor del laminado después de la laminación en frío. La presente invención abarca el procedimiento para la producción de chapa de acero que contiene una alta concentración de Al del 6,5% en masa o más, lo cual es difícil de producir por los procesos de laminación y de fabricación de acero usuales, por lo que la concentración  $x$  de Al después del tratamiento térmico por la dispersión en el intervalo del espesor después de laminación en frío se fijó en  $x \geq 6,5\%$  en masa. Como se ha explicado anteriormente, haciendo el espesor  $t$  del laminado después de la laminación en frío que sea uno en el intervalo anterior de acuerdo con la concentración promedio deseada de Al después del tratamiento térmico de dispersión, es posible producir una chapa de acero de alto contenido en Al que sea excelente en trabajabilidad.

En este caso, la laminación en frío es el procedimiento óptimo de introducción de tensión de trabajo para obtener el efecto de la presente invención.

La temperatura del tratamiento térmico de dispersión es de 800 °C a 1250 °C. Esto es porque si es menos de 800 °C o más de 1250 °C, el efecto de la presente invención de una excelente trabajabilidad después del tratamiento térmico de dispersión se hace difícil de obtener. Se selecciona un tiempo adecuado del tratamiento térmico de dispersión para hacer que el Al o aleación de Al depositado sobre la superficie se disperse en la chapa de acero. Sin embargo, no es necesario hacer que el Al o aleación de Al depositados sobre la superficie sea uniforme en la chapa de acero. No importa cuál sea la atmósfera de tratamiento térmico, es decir, una atmósfera de vacío, atmósfera de Ar, atmósfera de H<sub>2</sub> u otra atmósfera no oxidante, se puede obtener el efecto de la presente invención de mejorar la trabajabilidad.

Para lograr aún un mejor efecto de la presente invención, la chapa de acero de matriz antes de la deposición de Al o una aleación de Al se precalienta a 700 °C a 1100 °C. Este precalentamiento pretende reordenar la estructura de dislocación formada en el proceso de producción de la chapa de acero de matriz seleccionada y provoca preferentemente la recristalización, pero no hay ninguna necesidad particular de provocar la recristalización. Si es menos de 700 °C, los cambios en la estructura de dislocación para obtener el efecto más excelente de la presente invención se vuelven difíciles. Si es arriba de 1100 °C, se forma un recubrimiento de óxido no preferible sobre la superficie de la chapa de acero. Esto tiene un efecto perjudicial en la posterior deposición de Al o aleación de Al y laminación en frío, por lo que el precalentamiento se fijó en 1100 °C o menor. Sea cual sea la atmósfera de este precalentamiento, por ejemplo, en vacío, una atmósfera de gas inerte, atmósfera de hidrógeno o atmósfera débilmente ácida, pueden obtenerse los efectos anteriores, pero se buscan condiciones que no formen una película de óxido en la superficie de la chapa de acero que tendría un efecto perjudicial sobre la deposición de Al o aleación de Al después del precalentamiento o la posterior laminación en frío. El tiempo de precalentamiento no tiene que estar particularmente limitado, pero si se considera la capacidad de producción de la chapa de acero de alto contenido en Al, son adecuados varios segundos a varias horas.

En la forma anterior, mediante el precalentamiento de la chapa de acero de matriz y la deposición de Al o aleación de Al y laminación en frío en los rangos óptimos, la estructura de textura de la chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión cae dentro del intervalo de la presente invención y la trabajabilidad se mejora notablemente en comparación con el procedimiento convencional de producción. Mediante el uso de una chapa de acero de alto contenido en Al producida de acuerdo con la presente invención, se hace posible trabajar un acero de alto contenido en Al que tiene una resistencia a la oxidación a alta temperatura y alta resistencia eléctrica, que fue difícil de producir en el pasado, a un bajo costo. Por lo tanto, la chapa de acero de alto contenido en Al obtenida tal como se ha explicado anteriormente se puede laminar en frío de manera eficiente mediante una alta tasa de reducción del 5% o más por paso y se puede trabajar fácilmente en una lámina de metal de un espesor de 10 a 60  $\mu$ m.

Como se ha explicado anteriormente, la chapa de acero de alto contenido en Al o lámina de metal de alto contenido en Al producida de acuerdo con la presente invención tiene una excelente trabajabilidad y es útil para diversas aplicaciones tales como materiales de automóviles, materiales de calentamiento eléctricos, materiales para plantas químicas o materiales de tuberías. Además, cuando se usa la lámina de metal usando el procedimiento de la presente invención para un sustrato de metal, es útil para un sustrato de metal excelente no sólo en la resistencia a la oxidación a alta temperatura, sino también en la resistencia estructural y la característica de delaminación de la capa de catalizador.

La chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión obtenida de acuerdo con la presente invención no está limitada en la composición química distinta de la concentración de Al, pero un intervalo típico de composición (% en masa) es Al: 6,5 a 10%, C: 2% o menos, S: 0,1% o menos, P: 0,1% o menos, Si: 1% o menos, Mn: 2% o menos, y un resto de hierro e impurezas inevitables y, de acuerdo con las características buscadas del producto final, cualquier ingrediente de aleación seleccionado de Cr: 30% o menos, Ni: 15% o menos, Mo: 2% o menos, W: 2% o menos, V: 2% o menos, Ti: 5% o menos, Nb: 2% o menos, B: 0,1% o menos, Cu: 1% o menos, Co: 10% o menos, Zr: 1% o menos, Y: 1% o menos, Hf: 1% o menos, La: 1% o menos, Ce: 1% o menos, N: 0,1% o menos, etc.

#### Ejemplos

A continuación, se usarán ejemplos para explicar la presente invención con más detalle.

#### (Ejemplo 1) (Ejemplo de Referencia)

En el Ejemplo 1, se investigó la relación de trabajabilidad de una chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión con respecto a la concentración de Al de la chapa de acero de matriz. Para la estructura de textura, se utilizó la difracción de rayos X para encontrar la integración del plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero y la integración del plano {200}. El procedimiento de medición fue el siguiente. La Tabla 1 muestra los resultados.

El procedimiento de fusión al vacío se utilizó para fundir lingotes de ingredientes que contenían, en % en masa, concentraciones de Al de 0, 1, 3, 3,5, 4,3, 5, 5,5, 6, 6,4 y 7,0%, C: 1%, Si: 0,1%, Mn: 0,2%, Cr: 20%, Zr: 0,04%, La: 0,1%, y un resto de hierro e impurezas inevitables. A continuación, se laminaron en caliente hasta un espesor de 3,2 mm, después se laminaron en frío hasta un espesor de 0,4 mm. Los materiales al 0 a 6% de Al se pudieron producir sin problema, pero el material de Al al 6,4% sufrió parcialmente grietas de laminación en caliente. El material de Al al 7,0% era de tenacidad baja, por lo que no se pudo producir. En este momento, la chapa laminada en caliente del material Al al 7,0% tenía una integración de plano {222} de menos de 60% y una integración de plano {200} de más del 15% - ninguna de las dos estaba en el intervalo de la presente invención.

La chapa de acero de la matriz que tiene cada concentración del Al fue recubierta con una aleación de Al por el procedimiento de inmersión caliente de Al. El baño de recubrimiento tenía una composición de 90% de Al-10% de Si. La aleación de Al se depositó sobre ambas superficies de la chapa de acero. En este caso, la aleación de Al depositada se ajustó en espesor como se muestra en la Tabla 1, de manera que la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión se hizo constante. El laminado con la aleación Al depositada se laminó en frío hasta un espesor de 0,1 mm. La tasa de reducción del laminado de la muestra de cada concentración de Al se muestra en la Tabla 1. Después de esto, se llevó a cabo el tratamiento térmico de dispersión de Al en condiciones de 1000 °C y 2 horas bajo una atmósfera de hidrógeno de presión reducida para hacer que el Al depositado en la superficie se disperse en la chapa de acero. La concentración promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al fue de aproximadamente 7,5% en masa para todas las muestras. La trabajabilidad se evaluó realizando una prueba de tracción a temperatura ordinaria y midiendo el alargamiento a la rotura. Las pruebas de tracción se tomaron y se llevaron a cabo ensayos de tracción basados en JIS Z 2201 y JIS Z 2241 (en los ejemplos siguientes también se llevaron a cabo los ensayos de tracción basándose en el estándar JIS).

Como se desprende de los resultados de la Tabla 1, se supo que en el Ejemplo de Referencias 1 a 5 donde las chapas de acero de matriz tenían concentraciones de Al de 3,5% en masa a menos de 6,5% en masa, los alargamientos por tracción a la rotura fueron mejorados. En los Ejemplos de Referencia 2 a 4 con concentraciones de Al de 4,2 a 6,0%, se exhibieron excelentes alargamientos a la rotura. En cada caso, la integración del plano {222} era 60% o más y la integración del plano {200} era 15% o menos, o dentro del intervalo de la chapa de acero de alto contenido en Al de la presente invención. Por otro lado, en los Ejemplos Comparativos 1 a 3, las integraciones del plano {222} fueron menos del 60% y las integraciones del plano {200} fueron superiores al 15% o no estuvieron en el intervalo de la presente invención.

Tabla 1

Clase	Producibilidad de la matriz	Concentración de Al de chapa de acero de matriz /% en masa	Espesor de deposición de aleación de Al por lado / $\mu\text{m}$	Tasa de reducción de laminado/%	Alargamiento a la rotura evaluado/%	Integración de plano (%)	
						{222}	{200}
Ejemplo Comparativo 1	Buena	0	53	80	2	45	23
Ejemplo Comparativo 2	Buena	1	45	79	2	51	21
Ejemplo Comparativo 3	Buena	3	30	78	3	53	18
Ejemplo de Referencia 1	Buena	3,5	26	78	10	62	8
Ejemplo de Referencia 2	Buena	4.3	21	77	13	70	2
Ejemplo de Referencia 3	Buena	5	16	77	14	76	0,8
Ejemplo de Referencia 4	Buena	5.5	13	76	13	74	0.2
Ejemplo de Referencia 5	Buena	6	9	76	13	75	0.13
Ejemplo de Referencia 6	Aceptable	6.4	7	76	10	73	0.8
Ejemplo Comparativo 4	Poca	7	-	-	No posible	37	26

(Ejemplo 2)

5 En el Ejemplo 2, se investigaron los efectos de la tasa de reducción del laminado con respecto a la concentración promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión en la trabajabilidad de la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión. La fusión al vacío se utilizó para fundir lingotes de ingredientes incluyendo, en % en masa, C: 0,05%, Si: 0,3%, Mn: 0,2%, Al: 4,5%, Cr: 17%, y un resto de hierro e impurezas inevitables. Cada una se laminó en caliente hasta un espesor de 3 mm, luego se laminó en frío hasta un espesor predeterminado. El Al se depositó por inmersión en caliente de Al. El baño de recubrimiento tenía una composición de 95% de Al-5% de Si. La aleación de Al se depositó sobre ambas superficies de la chapa de acero. Después de esto, el laminado se laminó en frío hasta el espesor descrito en la Tabla 2. El espesor de la chapa de acero de matriz antes de la deposición de la aleación de Al y el espesor de la aleación de Al depositada se ajustaron para dar la concentración promedio objetivo de Al después del tratamiento térmico de dispersión y reducción del índice del laminado. La Tabla 2 describe el espesor de la chapa de acero de matriz antes del depósito de la aleación de Al y el espesor de la aleación de Al depositada por lado. Para cada concentración de Al, se prepararon muestras con espesores constantes de los laminados después de laminación en frío y diferentes tasas de reducción. Después de esto, las muestras se trataron en las condiciones descritas en la Tabla 2 por tratamiento térmico de dispersión de Al bajo una atmósfera de Ar para hacer que la aleación de Al depositada sobre las superficies se disperse en las chapas de acero. Los resultados del análisis de las concentraciones promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al se muestran en la Tabla 2. La trabajabilidad se evaluó realizando una prueba de tracción a temperatura ordinaria y midiendo el alargamiento a la rotura.

Se utilizó difracción de rayos X para hallar la integración del plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero y la integración del plano {200}. Los resultados se muestran en la Tabla 2. El procedimiento de medición fue como se describió anteriormente.

25 La muestra con una tasa de reducción de 0% fue producida por tratamiento térmico de dispersión de Al sin laminar el laminado, es decir, por el procedimiento convencional de producción. En este caso, el alargamiento a la rotura fue un bajo 0,5% a 2%. La integración del plano {222} fue menos del 60% y la integración del plano (200) fue superior al 15% - no estando ambos en el intervalo de la presente invención.

30 A continuación, en cada una de las concentraciones de Al, la laminación del laminado mejoró el alargamiento a la rotura en comparación con el procedimiento convencional de realizar solamente el tratamiento térmico de dispersión de Al.

35 Cuando la concentración promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión era 6,5 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró en gran medida en el intervalo de una tasa de reducción del laminado de 20% o más. Cuando la concentración de Al era 7 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró en gran medida en el intervalo de una tasa de reducción del laminado de 22% o más. Cuando la concentración de Al era 7.5 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró en gran medida en el intervalo de una tasa de reducción del laminado de 22% o más. Cuando la concentración de Al era 8.3 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró en gran medida en el intervalo de una tasa de reducción del laminado de 35% o más. Cuando la concentración de Al era 9.5 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró en gran medida en el intervalo de una tasa de reducción del laminado de 75%

o más. Además, en cada una de las concentraciones de Al, con una tasa de reducción del laminado de 96%, se planteó el problema de la delaminación parcial del Al depositado.

5 De los resultados anteriores, se aprende que si la laminación en frío de un laminado en el cual se deposita Al o aleación de Al para impartir tensión de trabajo según la presente invención, se mejora el alargamiento a la rotura después de que el tratamiento térmico de dispersión de Al. Además, la Tabla 2 muestra el mayor valor de los límites inferiores de la tasa de reducción  $\alpha$  (%), es decir,  $\alpha = 35$ -260 y  $\alpha = 20$ , con respecto a las concentraciones de Al (% en masa) para aclarar el intervalo de la tasa de reducción donde el efecto de la presente invención se logra más notablemente. Los casos en que la tasa de reducción está en este intervalo y 95% o menos se muestran con asteriscos. A partir de estos resultados, cuando la tasa de reducción  $\alpha$  es mayor que el valor mayor de  $\alpha = 35$ -260 y  $\alpha = 20$ , el alargamiento a la rotura es 6% más y se obtuvo una chapa de acero de alto contenido en Al con excelente trabajabilidad.

10 Se pudo confirmar que la chapa de acero de alto contenido en Al producida por el procedimiento anterior de la presente invención estaba en el intervalo de la presente invención, es decir, tenía una o ambas de una integración de plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero de 60% o más o una integración de plano {200} de 15% o menos.

Tabla 2

Clase	Espesor de chapa de acero de matriz/mm	Espesor de deposición de aleación de Al por lado/ $\mu$ m	Espesor de laminado t después de la laminación en frío/mm	Tasa de reducción $\alpha$ del laminado/%	Concentración promedio de Al x/% en masa	Temperatura del tratamiento térmico de dispersión de Al/ $^{\circ}$ C	Tiempo de tratamiento térmico de dispersión de Al /hora	Alargamiento en la rotura evaluado/%	Más grande de 35x-260 y 20	Plano de integración (%)	
										{222}	(200)
Ejemplo Comparativo 5	0,33	10	0,35	0	6,5	1200	2	2	20	45	20
Ejemplo de referencia 7	0,37	11		10	6,5			5		61	14
Ejemplo de referencia 8	0,41	12		*20	6,5			9		63	2,5
Ejemplo de referencia 9	0,55	16		*40	6,5			12		72	0,7
Ejemplo de referencia 10	1,10	32		*70	6,5			13		75	0,4
Ejemplo de referencia 11	4,73	137		*93	6,5			12		85	0,16
Ejemplo de referencia 12	8,27	240		96	6,5			♦ 12		88	0,1
Ejemplo Comparativo 6	0,19	7	0,2	0	7	1100	2	1,5	20	42	23
Ejemplo de referencia 13	0,22	8		15	7			4		62	13
Ejemplo de referencia 14	0,24	9		*22	7			8		65	2
Ejemplo de referencia 15	0,37	14		*50	7			10		73	0,64
Ejemplo de referencia 16	0,75	27		*75	7			12		75	0,35
Ejemplo de referencia 17	3,11	113		*94	7			11		86	0,13
Ejemplo de referencia 18	4,66	170		96	7			♦ 11		89	0,07
Ejemplo Comparativo 7	0,18	8	0,2	0	7,5	1100	2	1,3		43	26
Ejemplo de referencia 19	0,22	9		15	7,5			3	20	63	11
Ejemplo de referencia 20	0,24	10		*22	7,5			8		66	2,1
Ejemplo de referencia 21	0,37	16		*50	7,5			10		71	0,68
Ejemplo de referencia 22	0,92	40		*80	7,5			11		77	0,12
Ejemplo de referencia 23	2,63	115		*93	7,5			10		85	0,11
Ejemplo de referencia 24	4,60	202		96	7,5			♦ 9		88	0,05

Ejemplo Comparativo 8	0,09	5	0,1	0	8,3	1000	2	1	41	22
Ejemplo de referencia 25	0,13	7		30	8,3			3	62	12
Ejemplo de referencia 26	0,14	8		*35	8,3			7	68	3,5
Ejemplo de referencia 27	0,36	20		*75	8,3			9	73	0,56
Ejemplo de referencia 28	1,12	63		*92	8,3			11	82	0,05
Ejemplo de referencia 29	2,25	125		96	8,3			♦10	87	0,03
Ejemplo Comparativo 9	0,04	3	0,05	0	9,5	950	2	0,5	53	18
Ejemplo inventivo 30	0,07	5		40	9,5			2	61	12
Ejemplo inventivo 31	0,15	11		70	9,5			3	70	1,2
Ejemplo inventivo 32	0,17	13		*75	9,5			7	76	0,21
Ejemplo inventivo 33	0,73	54		*94	9,5			8	82	0,04
Ejemplo inventivo 34	1,09	80		96	9,5			♦7	88	0,03

1) \* Indica ejemplos incluidos en el intervalo de tasa de reducción de laminados en los que los efectos de la presente invención se expresan más notablemente.

2) ♦ indica que los Ejemplos 12, 18, 24, 29, 34 tienen problemas de delaminación parcial de Al durante la laminación del laminado

## (Ejemplo 3)

En el Ejemplo 3, se investigó la relación de la trabajabilidad de la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión en el caso de mantener la tasa de reducción del laminado constante y diferentes espesores del laminado después de laminación en frío con respecto a la concentración promedio de Al.

- 5 Se utilizó el procedimiento de fusión en vacío para fundir lingotes de ingredientes que contenían, en % en masa, C: 0,01%, Si: 0,1%, Mn: 0,2%, Cr: 20%, Ti: 0,1%, Al: 5%, La: 0,03%, Ce: 0,03% y un resto de hierro y impurezas inevitables. Cada una se laminó entonces en caliente hasta un espesor de 3,2 mm, después se laminó en frío hasta un espesor predeterminado. El Al se depositó por inmersión en caliente de Al. El baño de recubrimiento tenía una composición de 90% de Al-10% de Si. La aleación de Al se depositó sobre ambas superficies de la chapa de acero.
- 10 Después de esto, el laminado se laminó en frío hasta el espesor descrito en la Tabla 3. En este caso, se ajustó el espesor de la chapa de acero antes de la deposición de la aleación de Al y la cantidad de deposición de la aleación de Al, como en el Ejemplo 2, para dar la concentración promedio objetivo de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al y tasa de reducción del laminado. La Tabla 3 describe el espesor de la chapa de acero antes de la deposición de la aleación de Al y el espesor de la aleación depositada de Al por lado. Después de esto, las muestras se trataron bajo las condiciones descritas en la Tabla 3 por tratamiento térmico de dispersión de Al bajo una atmósfera de Ar para hacer que la aleación de Al depositada sobre las superficies se disperse en las chapas de acero. Los resultados del análisis de las concentraciones promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al se muestran en la Tabla 3. La trabajabilidad se evaluó realizando una prueba de tracción a temperatura ordinaria y midiendo el alargamiento a la rotura.

- 20 La difracción de rayos X se utilizó para encontrar la integración del plano {222} y la integración del plano {200}. Los resultados se muestran en la Tabla 3. El procedimiento de medición fue como se describió anteriormente.

- Cuando la concentración de Al era 6,5 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró aún más en el intervalo de un espesor de laminado después de la laminación en frío de 0,4 mm o menos. Cuando la concentración de Al era 7 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró más en el intervalo de un espesor de laminado de 0,4 mm o menos.
- 25 Cuando la concentración de Al era 7,5 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró más en el intervalo de un espesor de laminado de 0,3 mm o menos. Cuando la concentración de Al era 8,5 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró más en el intervalo de un espesor de laminado de 0,2 mm o menos. Cuando la concentración de Al era 9,5 % en masa, el alargamiento en la rotura se mejoró en un espesor de laminado de 0,05 mm. Sin embargo, en todas las concentraciones de Al, cuando el espesor del laminado después de la laminación en frío fue de 0,01 mm, se planteó el problema de la delaminación parcial del Al depositado.
- 30

- La Tabla 3 muestra el valor menor de los límites superiores del espesor laminado  $t$  (mm), es decir,  $t = -0,1328x + 1,2983$  y  $t = 0,4$ , con respecto a las concentraciones de Al  $x$  (% en masa) para aclarar el intervalo del espesor del laminado después de la laminación en frío donde el efecto de la presente invención se logra más notablemente. Los casos en los que el espesor del laminado después de la laminación en frío se encuentra en este rango y es 0,015 mm o más se muestran con asteriscos. A partir de estos resultados, cuando el espesor del laminado  $t$  (mm) después de la laminación en frío es menor que el menor valor de  $t = -0,1283x + 1,2983$  y  $t = 0,4$ , el alargamiento en la rotura se convierte en 9% o más y se puede obtener una chapa de acero de alto contenido en Al excelente en trabajabilidad. Sin embargo, cuando el espesor del laminado  $t$  (mm) es de 0,01 mm, se planteó el problema de la delaminación parcial de la aleación de Al al laminar en frío el laminado y el rendimiento cayó.
- 35

- 40 Se puede confirmar que la chapa de acero de alto contenido en Al producida por el procedimiento anterior está en el intervalo de la presente invención que tiene una o ambas de una integración de plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero de 60% o más o una integración de plano {200} de 15% o menos.

Tabla 3

Clase	Espesor de chapa de acero de matriz/mm	Espesor de deposición de aleación de Al por lado/ $\mu\text{m}$	Espesor de laminado t después de la laminación en frío/mm	Tasa de reducción $\alpha$ del laminado/%	Concentración promedio de Al x/% en masa	Temperatura del tratamiento térmico de dispersión de Al/ $^{\circ}\text{C}$	Tiempo de tratamiento térmico de dispersión de Al /hora	Alargamiento en la rotura evaluado/%	Plano de integración (%)	
									{222}	{200}
Ejemplo de referencia 35	0,72	16	0,45	40	6,5	1250	3	8,5	58	2,3
Ejemplo de referencia 36	0,64	14	*0,4		6,5	1200		13	72	0,2
Ejemplo de referencia 37	0,48	11	*0,3		6,5	1150		15	73	0,13
Ejemplo de referencia 38	0,32	7	*0,2		6,5	1100		15	76	0,09
Ejemplo de referencia 39	0,16	4	*0,1		6,5	1000		14	76	0,07
Ejemplo inventivo 40	0,08	2	*0,05		6,5	950		14	77	0,08
Ejemplo inventivo 41	0,02	0,4	0,01		6,5	900		♦ 13	79	0,06
Ejemplo de referencia 42	0,85	26	0,45	50	7	1250	3	8	65	4,8
Ejemplo de referencia 43	0,75	23	*0,4		7	1200		11	73	0,3
Ejemplo de referencia 44	0,38	11	*0,2		7	1100		12	76	0,2
Ejemplo de referencia 45	0,19	6	*0,1		7	1000		13	78	0,11
Ejemplo inventivo 46	0,09	3	*0,05		7	950		12	80	0,1
Ejemplo inventivo 47	0,02	1	0,01		7	900		♦ 12	81	0,09
Ejemplo de referencia 48	1,49	57	0,4	75	7,5	1200	3	7	67	5,3
Ejemplo de referencia 49	1,12	42	*0,3		7,5	1150		10	75	0,3
Ejemplo de referencia 50	0,74	28	*0,2		7,5	1100		11	77	0,22
Ejemplo de referencia 51	0,37	14	*0,1		7,5	1000		12	79	0,17
Ejemplo inventivo 52	0,19	7	*0,05		7,5	900		13	81	0,1
Ejemplo inventivo 53	0,04	1	0,01		7,5	900		♦ 12	82	0,09
Ejemplo de referencia 54	1,13	61	0,25	80	8,5	1150	2	6,5	70	4,3

Ejemplo de referencia 55	0,90	48	*0,2	8,5	1100	9	78	0,8
Ejemplo de referencia 56	0,45	24	*0,1	8,5	1000	10	80	0,6
Ejemplo inventivo 57	0,23	12	*0,05	8,5*	950	11	81	0,5
Ejemplo inventivo 58	0,05	2	0,01	8,5	950	♦ 10	82	0,3
Ejemplo de referencia 59	0,44	30	0,1	9,5	1000	6	71	3,3
Ejemplo inventivo 60	0,22	15	*0,05	9,5	950	9	79	0,2
Ejemplo inventivo 61	0,04	3	0,01	9,5	950	♦ 9	83	0,15
				80		2	0,079	

1) \* Indica ejemplos incluidos en el intervalo de tasa de reducción de laminados en los que los efectos de la presente invención se expresan más notablemente.

2) ♦ indica que los Ejemplos 41, 47, 53, 58, 61 tienen problemas de delaminación parcial de Al.

## (Ejemplo 4) (Ejemplo de Referencia)

En el Ejemplo 4, se investigó el efecto del precalentamiento. El método de fusión al vacío se utilizó para fundir lingotes de ingredientes que contenían, en % en masa, C: 0,01%, Cu: 0,4%, Al: 5,2%, Cr: 19a, Nb: 0,4%, y un resto de hierro e inevitable Impurezas. A continuación, se laminaron en caliente hasta un espesor de 3 mm, después se laminaron en frío hasta un espesor de 0,38 mm. Después de esto, se sometieron a precalentamiento a la temperatura mostrada en la Tabla 4 durante 30 minutos. Sin embargo, el Ejemplo de Referencia 62 no fue precalentado. A continuación, una lámina de Al de un espesor de 9  $\mu$ m se unió a ambos lados de la chapa de acero para obtener un laminado. Este laminado se laminó entonces en frío hasta 0,1 mm. La tasa de reducción del laminado en este momento fue del 75%. Después de esto, el laminado se trató por tratamiento térmico de difusión de Al a 1000 °C durante 2 horas en una atmósfera de vacío para hacer que la lámina de aluminio unida a las superficies se disperse en la chapa de acero. El resultado del análisis de la concentración promedio de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al fue de 7% en masa en cada caso. La trabajabilidad se evaluó realizando un ensayo de tracción a temperatura ordinaria y midiendo el alargamiento a la rotura. Además, se utilizó la difracción de rayos X para encontrar la integración del plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero y la integración del plano {200}. Los resultados se muestran en la Tabla 4. El método de medición fue como se describió anteriormente.

La muestra no precalentada y la muestra con precalentamiento a 650 °C presentaban alargamientos a la rotura de alrededor del 12%, mientras que las muestras con precalentamiento de 700 °C a 1100 °C presentaban alargamientos a la ruptura muy mejorados hasta 16 a 23%. Además, el Ejemplo de Referencia 68 con precalentamiento a 1200 °C tuvo el problema de la delaminación parcial del Al al laminar en frío el laminado recubierto con lámina de Al. A partir de los resultados anteriores, se confirmó que mediante el precalentamiento de acuerdo con los ejemplos de la invención a una temperatura de 700 °C a 1100 °C, la chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al puede mejorarse adicionalmente en la trabajabilidad. Además, podría confirmarse que cada una de las chapas de acero de alto contenido en Al está en el intervalo de la chapa de acero de alto contenido en Al de la presente invención, en la que una integración de plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero es 60% o más o una integración de plano {200} es 15% o menos.

Tabla 4

Clase	Temperatura de precalentamiento/°C	Alargamiento en la rotura evaluado/%	Integración de plano (%)	
			{222}	{200}
Ejemplo de referencia 62	-	12	72	0,8
Ejemplo de referencia 63	650	13	73	0,7
Ejemplo de referencia 64	700	16	79	0,15
Ejemplo de referencia 65	800	23	83	0,08
Ejemplo de referencia 66	900	22	85	0,06
Ejemplo de referencia 67	1100	20	80	0,15
Ejemplo de referencia 68	1200	♦ 19	80	0,18

♦ indica que el Ejemplo 68 tuvo el problema de delaminación parcial de Al

## (Ejemplo 5)

En el Ejemplo 5, la trabajabilidad se evaluó bajo diversas condiciones.

El procedimiento para la producción de las muestras fue similar al del Ejemplo 3, pero varias muestras fueron obtenidas mediante el precalentamiento de una chapa de acero de matriz antes de la deposición de una aleación de Al a la temperatura de precalentamiento mostrada en la Tabla 5 durante 1 minuto en una atmósfera de hidrógeno. La tabla 5 muestra las condiciones de producción, es decir, el espesor de la chapa de acero de matriz antes de la deposición de la aleación de Al, la temperatura de precalentamiento, el grosor de la aleación de Al depositada por lado, el grosor del laminado después de la laminación en frío, la tasa de reducción del laminado, las condiciones de tratamiento térmico de dispersión de Al, y el valor de análisis de la concentración media de Al de la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión de Al. La trabajabilidad se evaluó de la misma manera que antes por el alargamiento por tracción a la rotura. Además, se utilizó la difracción de rayos X para hallar la integración del plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero y la integración del plano {200}. Los resultados se muestran en la Tabla 5. El procedimiento de medición fue como se ha descrito anteriormente.

Cuando la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al era 6,5 % en masa, el Ejemplo

Comparativo 10 con una tasa de reducción del laminado de 0% tuvo un alargamiento a la rotura de 2%, mientras que el Ejemplo de Referencia 69 precalentado a 800°C y con una tasa de reducción después de la deposición de Al de 50% y un espesor del laminado del 0,2 mm tuvo un alargamiento a la rotura de 22%.

5 Cuando la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al era 7,5 % en masa, el Ejemplo Comparativo 11 con una tasa de reducción del laminado de 0% tuvo un alargamiento a la rotura de 1,5%, mientras que los Ejemplos de Referencia e Invención 70 a 72 con precalentamiento a 750°C y con tasas de reducción después de la deposición de Al de 50, 75, y 88% y espesores del laminado de 0,2, 0,1, y 0,05 mm, es decir, un aumento en la tasa de reducción y una reducción en el espesor, tuvieron alargamientos a la rotura mejorados hasta 14, 16, y 18%.

10 Cuando la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al era 8,3 % en masa, el Ejemplo Comparativo 12 con una tasa de reducción del laminado de 0% tuvo un alargamiento a la rotura de 1%, mientras que los Ejemplos de Referencia e Invención 73 a 76 con precalentamiento a 850°C y con tasas de reducción después de la deposición de Al de 50, 75, 83, y 88% y espesores del laminado de 0,2, 0,1, 0,07, y 0,05 mm, es decir, un aumento en la tasa de reducción y una reducción en el espesor, tuvieron alargamientos a la rotura mejorados hasta 13, 14, 15, y 16%.

15 Cuando la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al era 9 % en masa, el Ejemplo Comparativo 13 con una tasa de reducción del laminado de 0% tuvo un alargamiento a la rotura de 0,5%, mientras que los Ejemplos de Referencia e Invención 77 a 79 con precalentamiento a 700°C y con tasas de reducción después de la deposición de Al de 75, 83, y 88% y espesores del laminado de 0,1, 0,07, y 0,05 mm, es decir, un aumento en la tasa de reducción y una reducción en el espesor, tuvieron alargamientos a la rotura mejorados hasta 12, 13, y 14%.

20 Cuando la concentración de Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al era 9,5 % en masa, el Ejemplo Comparativo 14 con una tasa de reducción del laminado de 0% tuvo un alargamiento a la rotura de 0,5%, mientras que el Ejemplo de Invención 80 con precalentamiento a 800°C y con una tasa de reducción después de la deposición de Al de 90% y espesor del laminado de 0,02 mm tuvo un alargamiento a la rotura mejorado hasta 11%.

25 En el caso de las muestras con la tasa de reducción del 0%, los alargamientos a la rotura fueron bajos de 0,5% a 2%. En este caso, la integración del plano {222} fue inferior al 60% y la integración del plano {200} fue superior al 15% - no estando ambos dentro del intervalo de la presente invención. Por otra parte, se pudo confirmar que las chapas de acero de alto contenido en Al producidas por el procedimiento de la presente invención estaban en el intervalo de la presente invención, es decir, tenían una o ambas de una integración de plano {222} paralela a la superficie de la chapa de acero del 60% o más o una integración del plano {200} de 15% o menos.

30 A partir de los resultados anteriores, se pudo confirmar que precalentando la chapa de acero de matriz antes del depósito de una aleación de Al y seleccionando la tasa de reducción del laminado y el espesor después de la laminación en frío de acuerdo con el valor de la concentración promedio de Al x (% en masa) después del tratamiento térmico de dispersión para estar en el intervalo mostrado en la FIG. 1 y FIG. 2, la chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión de Al fue notablemente mejorada en el alargamiento a la rotura y exhibió aún mejor trabajabilidad de un alargamiento a la rotura del 11% o más.

35

Tabla 5

Clase	Espesor de chapa de acero de matriz/mm	Temperatura de precalentamiento/°C	Espesor de deposición de aleación de Al por lado/µm	Espesor de laminado t después de la laminación en frío/mm	Tasa de reducción α del laminado/%	Concentración promedio de Al x/% en masa	Temperatura del tratamiento térmico de dispersión de Al/°C	Tiempo de tratamiento térmico de dispersión de Al /hora	Alargamiento en la rotura evaluado/%	Plano de integración (%)	
										{222}	{200}
Ejemplo Comparativo 10	0,19	-	4	0,2	0	6,5	1100	2	2	43	23
Ejemplo de referencia 69	0,38	800	9	0,2	50	6,5	1100	2	22	83	0,08
Ejemplo Comparativo 11	0,19	-	7	0,2	0	7,5	1100	2	1,5	38	28
Ejemplo de referencia 70	0,37	750	14	0,2	50	7,5	1100	2	14	85	0,12
Ejemplo de referencia 71	0,37	750	14	0,1	75	7,5	1000	2	16	87	0,05
Ejemplo inventivo 72	0,39	750	15	0,05	88	7,5	950	2	18	90	0,04
Ejemplo Comparativo 12	0,18	-	9	0,2	0	8,3	1100	2	1	45	21
Ejemplo de referencia 73	0,36	850	18	0,2	50	8,3	1100	2	13	83	0,15
Ejemplo de referencia 74	0,36	850	18	0,1	75	8,3	1000	2	14	85	0,1
Ejemplo de referencia 75	0,37	850	19	0,07	83	8,3	950	2	15	88	0,05
Ejemplo inventivo 76	0,38	850	19	0,05	88	8,3	900	2	16	93	0,03
Ejemplo Comparativo 13	0,09	-	5	0,1	0	9	1000	2	0,5	52	18
Ejemplo de referencia 77	0,36	700	22	0,1	75	9	1000	2	12	86	0,11
Ejemplo de referencia 78	0,37	700	23	0,07	83	9	950	2	13	89	0,06
Ejemplo inventivo 79	0,37	700	23	0,05	88	9	900	2	14	91	0,08
Ejemplo Comparativo 14	0,017	-	1	0,02	0	9,5	850	2	0,5	48	20
Ejemplo inventivo 80	0,176	800	12	0,02	90	9,5	850	2	11	92	0,05

(Ejemplo 6)

En el Ejemplo 6, se evaluó la trabajabilidad de la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión por si era posible la laminación en frío y, además, se evaluó la resistencia a la oxidación. Además, se midió la integración del plano {222} de la lámina de metal de alto contenido en Al obtenida después de la laminación en frío y la integración del plano {200} en comparación con la evaluación de la capacidad de flexión de la lámina de metal realizada posteriormente.

Se utilizaron las muestras de los Ejemplos Comparativos 10, 11, 12, 13 y Ejemplos de Referencia 69, 71, 74, 78 preparadas en el Ejemplo 5 para investigar si una chapa de acero de alto contenido en Al después del tratamiento térmico de dispersión podría ser laminada en frío hasta 0,02 mm. Como se muestra en la Tabla 6, las chapas de acero de los Ejemplos Comparativos 10, 11, 12, y 13 se rompieron varias veces alrededor del período inicial de laminación hasta 0,02 mm y la trabajabilidad por laminación se convirtió notablemente en poca. Las chapas de acero de los Ejemplos de Referencia 69, 71, 74, 78 eran todas excelentes en trabajabilidad, por lo que pudieron laminarse hasta 0,02 mm sin rotura.

La integración del plano {222} y la integración del plano {200} de la lámina de metal de alto contenido en Al obtenida por la laminación en frío no estaban dentro del intervalo de la presente invención en ninguno de los Ejemplos Comparativos 10, 11, 12, y 13. Las integraciones de plano {222} o las integraciones de plano {200} de la lámina de metal de alto contenido en Al de los Ejemplos de Invención 69, 71, 74, y 78 estaban dentro del intervalo de la presente invención. Cuando se doblaron por corrugación, se supo que las láminas de metal de los Ejemplos Comparativos 10, 11, 12, y 13 sufrían de numerosas grietas en las partes dobladas y eran inferiores en trabajabilidad. Se supo que con las láminas de metal de los Ejemplos de Invención 69, 71, 74, y 78, no se observaron grietas y la trabajabilidad fue excelente.

La lámina de metal de 0,02 mm de espesor obtenida se cortó en trozos, se mantuvo en la atmósfera a 1100°C, y se investigó la resistencia a la oxidación de la lámina en términos del tiempo hasta causar oxidación anormal, donde el aumento de la masa por unidad de volumen se eleva rápidamente. En comparación con la lámina convencional (espesor de 10 µm) que incluye Al en una concentración de 5% en masa capaz de ser producida por los usuales procesos de laminación y fabricación de acero, el tiempo hasta que comenzó la oxidación anormal se extendió hasta dos veces el material de 5% de Al en el Ejemplo de Invención 69 con 6,5% de Al, 2,9 veces en el Ejemplo de Invención 71 con 7,5% de Al, 3,7 veces en el Ejemplo de Invención 74 con 8,3% de Al, y 4,4 veces en el Ejemplo de Invención 78 con 9% de Al.

Como se ha explicado anteriormente, una chapa de acero de alto contenido en Al obtenida mediante control hasta el intervalo de la presente invención puede ser trabajada fácilmente generando una lámina de metal delgada por laminación en frío. Además, se ha aprendido que las láminas de metal de alto contenido en Al obtenidas por laminación en frío incluyen además una estructura de textura en el intervalo de la presente invención y tienen una excelente trabajabilidad, por lo que se pueden doblar fácilmente como por corrugación. Además, estas láminas de metal de alto contenido en Al poseen excelente resistencia a la oxidación a alta temperatura, así que se pueden utilizar para sustrato de metales, etc.

Tabla 6

Clase	Concentración promedio de Al x/% en masa	Espesor antes de la laminación en frío/mm	Fiabilidad en frío	Espesor después de la laminación en frío/mm	Integración de plano de la lámina de metal de alto contenido en Al (%)		Capacidad de flexión de la lámina de metal
					{222}	{200}	
Ejemplo Comparativo 10	6,5	0,20	Poca	0,02	40	27	Poca
Ejemplo inventivo 69	6,5	0,20	Buena	0,02	82	1,3	Buena
Ejemplo Comparativo 11	7,5	0,20	Poca	0,02	37	29	Poca
Ejemplo inventivo 71	7,5	0,10	Buena	0,02	85	1,2	Buena
Ejemplo Comparativo 12	8,3	0,20	Poca	0,02	44	23	Poca
Ejemplo inventivo 74	8,3	0,10	Buena	0,02	83	1,8	Buena
Ejemplo Comparativo 13	9,0	0,10	Poca	0,02	51	19	Poca
Ejemplo inventivo 78	9,0	0,07	Buena	0,02	87	1,8	Buena

(Ejemplo 7)

En el Ejemplo 7, se ensamblaron los sustratos de metales y se examinó la durabilidad estructural y la adhesión de las capas de catalizador. Como materiales laminares, se preparó una lámina de metal A de un espesor de 30 µm obtenida enrollando una muestra del Ejemplo de Referencia 74 hasta 0,03 mm. Además, como ejemplo comparativo,

5 se obtiene una lámina de metal B obtenida por deposición de 90% de Si-10% de aleación de Al sobre ambas superficies de un chapa de acero de matriz con una concentración de Al de 1,5% en masa y otros elementos aditivos, etc. similar al Ejemplo de Invención 74 y con un espesor de 0,36 mm por inmersión en caliente hasta un espesor de 42  $\mu\text{m}$  de lado, enrollando luego hasta 0,03 mm sin tratamiento térmico de dispersión. Las láminas A y B se corrugaron y se recubrieron polvo de soldadura a base de Ni, después se superpusieron y se enrollaron las láminas corrugadas y láminas planas para obtener estructuras de panal de 80 mm de diámetro. Estas estructuras de panal se colocaron en camisas exteriores que comprendían acero inoxidable a base de ferrita y se trataron térmicamente al vacío a 1180 °C durante 20 minutos. La lámina A fue soldada, mientras que la lámina B fue soldada y tratada simultáneamente por tratamiento térmico de dispersión de Al. Las concentraciones de Al de la lámina A y la lámina B eran ambas 8,3% en masa. Después se formaron capas catalíticas de polvo de  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  impregnadas con catalizador de platino, después se sometieron las muestras a un ensayo de resistencia al enfriamiento y calentamiento de aplicación repetida de 1200 °C y 25 °C durante 30 minutos cada una durante 100 horas. El sustrato de metal que usaba la lámina A no mostró anomalías, mientras que el sustrato de metal que usaba la lámina B había perdido partes de la lámina, celdas de panal trituradas, y había arrancado partes de la capa de catalizador que la rodeaba. Debido a lo anterior, se sabe que el sustrato de metal que comprendía la lámina de metal obtenida por la presente invención es excelente en tenacidad, por lo que también es excelente en la durabilidad estructural y la característica de delaminación de la capa de catalizador.

20 De lo anterior se desprende que en los ejemplos también, la presente invención proporcionó una excelente chapa de acero de alto contenido en Al excelente en trabajabilidad. Esta chapa de acero de alto contenido en Al puede ser fácilmente trabajada en varias formas y es alta en tenacidad, por lo que es útil para su uso como un sustrato de metal que sirve como material base de, por ejemplo, un sustrato de catalizador de purificación de gases de escape para un automóvil.

25 Al producir la chapa de acero de alto contenido en Al de la presente invención, la chapa de acero después del tratamiento térmico de dispersión mejora notablemente la trabajabilidad y el trabajo de una chapa de acero de alto contenido en Al que tiene una concentración de Al de 6,5% en masa, que había sido difícil en el pasado, se puede realizar a un bajo costo. La chapa de acero de alto contenido en Al producida de acuerdo con la presente invención es excelente en trabajabilidad, por lo que puede ser trabajada fácilmente en diversas formas y además puede laminarse en frío hasta una lámina delgada. Son útiles para la producción de diversos materiales resistentes al calor, etc., tales como materiales de base para sustratos de catalizador de automóviles, etc., donde por ejemplo se requiere una resistencia a la oxidación a alta temperatura.

30

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Una lámina de metal de alto contenido en Al que tiene un contenido en Al de 6,5 % en masa a 10 % en masa y un espesor de 0.01 mm a 0.06 mm, dicha lámina de metal de alto contenido en Al caracterizada por tener ambos de una integración de plano {222} de 60% a 95% y integración de plano {222} de 0.01% a 15% del cristal  $\alpha$ -Fe con respecto a la superficie de la lámina de metal.
2. Una estructura de panal que comprende una lámina plana y lámina corrugada de una lámina de metal superpuesta y enrollada, dicha estructura de panal caracterizada porque al menos parte de dicha lámina de metal es una lámina de metal de alto contenido en Al que se expone en la reivindicación 1.
- 10 3. Un sustrato de metal obtenido por soldadura fuerte de una estructura de panal según lo expuesto en la reivindicación 2 y una camisa externa de metal.
4. Un sustrato de metal obtenido por soldadura fuerte de una estructura de panal según lo expuesto en la reivindicación 2 y una camisa externa de metal, portando entonces una capa de catalizador.
- 15 5. Un procedimiento para la producción de lámina de metal de alto contenido en Al excelente en trabajabilidad de acuerdo a la reivindicación 1 caracterizado porque comprende precalentar una chapa de acero de matriz que contiene Al en una cantidad de 3,5 % en masa a menos de 6,5 % en masa a una temperatura de 700 a 1100°C, depositar Al o una aleación de Al en al menos una superficie de la chapa de acero de matriz para obtener un laminado que tiene un contenido en Al de 6,5 % en masa a 10 % en masa, impartir una tensión de trabajo al laminado por laminación en frío, donde una tasa de reducción  $\alpha$  (%) del laminado en dicho laminación en frío está en un intervalo que satisface las relaciones de los siguientes puntos (a) a (c):
- 20  $20 \leq \alpha \leq 95$  (a)
- $35x-260 \leq \alpha$  (b)
- $6,5 \leq x$  (c)
- (donde, x es la concentración promedio de Al del laminado después del tratamiento térmico de dispersión (% en masa)) y un espesor t (mm) del laminado después del laminación en frío está en un intervalo que satisface las relaciones de los siguientes puntos (d) a (f);
- 25  $0,015 \leq t \leq 0,4$  (d)
- $t \leq -0,128x+1,298$  (e)
- $6,5 \leq x$  (f)
- 30 (donde, x es la concentración promedio de Al del laminado después del tratamiento térmico de dispersión (% en masa)), tratándolo después por tratamiento térmico de dispersión a una temperatura de 800 a 1250°C, y sometiendo además el laminado a laminación en frío por una tasa de reducción por laminación de 5% o más por paso.
6. Un procedimiento para la producción de lámina de metal de alto contenido en Al según lo expuesto en la reivindicación 5, donde el procedimiento de deposición de dicho Al o aleación de Al es una inmersión en caliente de Al o una aleación de Al en la chapa de acero de matriz.
- 35 7. Un procedimiento para la producción de lámina de metal de alto contenido en Al según lo expuesto en la reivindicación 5, donde el procedimiento de deposición de dicho Al o aleación de Al es el procedimiento de unión de una lámina de Al o una aleación de Al a la chapa de acero de matriz.
8. Un procedimiento para la producción de lámina de metal de alto contenido en Al según lo expuesto en la reivindicación 5, donde dicho tratamiento térmico de dispersión se realiza en una atmósfera de una atmósfera no oxidante.
- 40 9. Un procedimiento para la producción de lámina de metal de alto contenido en Al según lo expuesto en la reivindicación 5, donde dicho precalentamiento se realiza es una atmósfera de al menos una de un vacío, atmósfera de gas inerte, o atmósfera de hidrógeno.

Fig.1

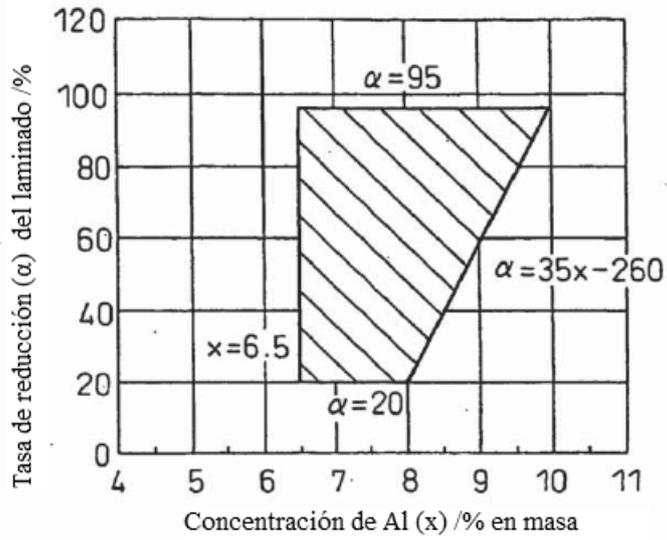


Fig.2

