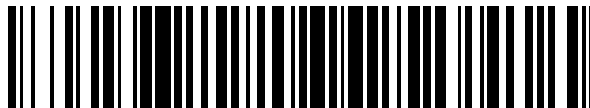


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 904**

51 Int. Cl.:

<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/12</b>	(2006.01)
<b>C25D 5/36</b>	(2006.01)	<b>B32B 15/01</b>	(2006.01)
<b>C22C 18/00</b>	(2006.01)	<b>C21D 8/02</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)	<b>C25D 3/56</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/14</b>	(2006.01)	<b>C25D 7/06</b>	(2006.01)
<b>C23G 1/08</b>	(2006.01)		
<b>C25D 5/26</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/04</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.04.2013 PCT/JP2013/061064**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **17.10.2013 WO13154184**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2013 E 13776099 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.02.2019 EP 2837713**

54 Título: **Lámina de acero para galvanoplastia, lámina de acero galvanizado, y métodos para la producción de la misma**

30 Prioridad:

**13.04.2012 JP 2012092341**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.07.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**SATO HIRONORI;**  
**KUROSAKI MASAO;**  
**FUDA MASAHIRO;**  
**SUGIURA NATSUKO y**  
**YAMAGUCHI YUJI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 718 904 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 galvanoplastia, lámina de acero galvanizado, y métodos para la producción de la misma

**[Campo técnico de la invención]**

5 La presente invención se refiere a una lámina de acero para galvanoplastia, una lámina de acero galvanizado, y métodos para la producción de la misma. De manera más específica, la presente invención se refiere a una lámina de acero galvanizado para trabajo en prensa que se aplica al campo de los automóviles, la electrónica para el hogar, y similares, una lámina de acero para galvanoplastia que es un material de la lámina de acero galvanizado, y métodos para la producción de la misma, y en particular se refiere a una lámina de acero galvanizado para trabajo en prensa que es deseable para su uso en un tanque de combustible de un vehículo y es superior en adherencia del recubrimiento, una lámina de acero para galvanoplastia que es un material de la lámina de acero galvanizado, y métodos para la producción de la misma.

10 Se reivindica la prioridad sobre la Solicitud de Patente Japonesa Núm. 2012-092341, presentada el 13 de abril de 2012, cuyo contenido se incorpora como referencia en la presente memoria.

**[Técnica relacionada]**

15 Recientemente, en el campo de los automóviles, la mejora de la eficiencia del combustible ha ido progresando por medio de la reducción del peso del vehículo. En cuanto a un tanque de combustible de un vehículo, la forma del tanque de combustible se ha complicado en consideración de la reducción en el peso de una lámina de acero para un tanque, la complicación de un diseño de la carrocería del vehículo, y una posición de almacenamiento del tanque. Por lo tanto, se requiere una capacidad de formación superior para una lámina de acero para un tanque.

20 Con el fin de satisfacer un requisito de capacidad de formación tal, se ha desarrollado acero IF (Libre de Intersticiales) en el que se añade un elemento de formación de nitruro de carbono tal como Ti o Nb al acero de ultra bajo contenido de carbono. Además, para tanques de combustible, también ha sido necesaria una lámina de acero en la que un producto de corrosión que provoca la obstrucción de un filtro no se produzca por la gasolina, alcohol, o un ácido orgánico producido por la degradación de la gasolina y por lo tanto no se produce la corrosión por picaduras.

25 Con el fin de satisfacer este requisito, en la técnica relacionada, se ha propuesto y aplicado el recubrimiento de una aleación de Pb-Sn, una aleación de Al-Si, una aleación de Sn-Zn, una aleación de Zn-Al, o una aleación de Zn-Ni sobre una superficie de lámina de acero. Por lo tanto, una lámina de acero que es un sustrato de recubrimiento debe tener propiedades de recubrimiento superiores con las aleaciones anteriores y una adherencia del recubrimiento superior durante la formación en prensa o en un entorno de uso.

30 Sin embargo, recientemente, junto con la complicación de la forma de tanques de combustible, en una lámina de acero sometida a formación en prensa dura, ha habido un problema con respecto a la adherencia del recubrimiento en que una capa de recubrimiento se exfolia. Es decir, incluso si se mejora la capacidad de formación de una lámina de acero, no ha habido un límite a la mejora de la capacidad de formación en prensa debido a la restricción de la adherencia del recubrimiento.

35 Con el fin de resolver tal problema, se han propuesto varios métodos para la mejora de la adherencia del recubrimiento de galvanoplastia.

40 Por ejemplo, el Documento de Patente 1 propone una técnica en la que la adherencia de galvanoplastia de Zn, una aleación de Zn, Fe, o una aleación de Fe se mejora por medio del sometimiento de una lámina de acero que contiene 11% o más de Cr a granallado en una atmósfera de gas inerte o la gas de reducción.

El Documento de Patente 2 propone una técnica en la que la adherencia del recubrimiento de aleación de Zn-galvanoplastia se mejora por medio del decapado de una superficie pulida de un metal de base para ser tratado de manera uniforme por el uso de una solución de decapado a la que se añade ácido tioúrico.

45 El Documento de Patente 3 describe una técnica en la que la adherencia del recubrimiento de una lámina de acero galvanizado se mejora por medio del recocido de una lámina de acero, que se enrolla con un rodillo brillante que tiene una pequeña cantidad de porciones convexas-cóncavas de la superficie, el pulido de una superficie de la lámina de acero como un pretratamiento de recubrimiento, y el decapado de la superficie en una solución de ácido clorhídrico que contiene fluoruro de hidrógeno de sodio.

50 El Documento de Patente 4 describe una técnica en la cual adherencia del recubrimiento se mejora por medio de pulido de una superficie de una lámina de acero recocido como un pretratamiento de recubrimiento, el decapado de la superficie durante 10 segundos o menos, y la formación de una capa de galvanoplastia en la superficie.

El Documento de Patente 5 describe una técnica en la que la adherencia del recubrimiento de una lámina de acero galvanizado a base de Zn se mejora por medio del pulido de una superficie no recubierta de un metal de base con un material abrasivo que contiene granos abrasivos y que forma una capa de galvanoplastia por Zn en la superficie.

El Documento de Patente 6 describe una lámina de acero recubierto Sn-Ni para el trabajo en prensa con excelente capacidad de formación en prensa y resistencia a la corrosión., que se puede usar en el campo de los automóviles, en particular como un tanque de combustible.

**[Documento de la técnica anterior]**

5 **[Documento de patente]**

[Documento de Patente 1] Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación Núm. H04-362193

[Documento de Patente 2] Patente Japonesa Núm. 3327222

[Documento de Patente 3] Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación Núm. H05-320981

[Documento de Patente 4] Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación Núm. H05-230689

10 [Documento de Patente 5] Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, Primera Publicación Núm. S63-140098

[Documento de Patente 6] Solicitud de Patente Japonesa no Examinada, publicación Núm. JP 2011-219845 A

**[Descripción de la invención]**

**[Problemas a resolver por la invención]**

15 Sin embargo, incluso con cualquiera de las técnicas descritas con anterioridad, es difícil asegurar la adherencia del recubrimiento cuando una lámina de acero se forma en prensa en una forma complicada, tal como un tanque de combustible.

20 Es decir, la técnica de Documento de Patente 1 es eficaz para, por ejemplo, una lámina de acero que contiene 11% o más de Cr en la que está formada una película de estado pasivo. Esta técnica es una técnica única para la eliminación de la película de estado pasivo que disminuye la adherencia del recubrimiento, no una técnica para la mejora de la adherencia del recubrimiento de una lámina de acero que contiene un pequeño contenido de Cr.

25 Con la técnica de Documento de Patente 2, la superficie puede ser hecha para que sea uniforme, pero la adherencia del recubrimiento no se puede asegurar cuando una lámina de acero se presiona en una forma complicada, tal como un tanque de combustible. Con la técnica del Documento de Patente 3, un óxido se puede quitar con una cantidad pequeña de pulido, pero la adherencia del recubrimiento no se puede asegurar cuando una lámina de acero se presiona en una forma complicada.

30 Con la técnica del Documento de Patente 4, la superficie puede ser hecha para que sea suave, pero la adherencia del recubrimiento no se puede asegurar cuando una lámina de acero se presiona en una forma complicada, tal como un tanque de combustible. Con la técnica del Documento de Patente 5, la adherencia del recubrimiento no se puede asegurar cuando una lámina de acero se presiona en una forma complicada, y es necesario que el tiempo de procesamiento y el tamaño de las instalaciones se incrementen para eliminar por completo una película de óxido por medio del pulido. Por lo tanto, es difícil aplicar esta técnica en la práctica.

Como se ha descrito con anterioridad, entre las técnicas de la técnica relacionada, existe una técnica para la mejora de la adherencia del recubrimiento, pero no existe una técnica para ser aplicada a un tanque de combustible, en el que la adherencia del recubrimiento se asegura durante la formación en prensa complicada.

35 La presente invención se ha hecho para resolver el problema técnico descrito con anterioridad, y un objeto de la misma es proporcionar una lámina de acero galvanizado para trabajo en prensa que puede asegurar una adherencia del recubrimiento superior incluso durante la formación en prensa complicada y es deseable para su uso en el campo de los automóviles o el campo de la electrónica para el hogar, sobre todo, para su uso en un tanque de combustible de un vehículo; una lámina de acero para galvanoplastia que es un material de la lámina de acero galvanizado; y métodos para la producción de la misma.

**[Medios para resolver el problema]**

45 En la presente invención, con el fin de resolver el problema descrito con anterioridad, se ha estudiado la adherencia del recubrimiento de una lámina de acero que es formada por presión en una forma complicada, tal como un tanque de combustible. Como resultado, se encontró que la adherencia del recubrimiento superior se puede obtener por medio de la medición de una rugosidad de la superficie, que es demasiado fina para ser medida con un medidor normal de rugosidad de la superficie de contacto, con un microscopio láser y por medio del ajuste de la rugosidad de la superficie para estar dentro de un intervalo deseado.

La presente invención se llevó a cabo con base en el descubrimiento anterior, y el alcance de la misma está de acuerdo con lo presentado a continuación.

50 (1) De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una lámina de acero para

galvanoplastia, que incluye, como una composición química, en % en masa, C: de 0,0005% a 0,0050%, Si: de 0,20% a 1,0%, Mn: de 0,40% a 2,5%, P: 0,05% o menos, Ti: de 0,010% a 0,050%, Nb: de 0,010% a 0,040%, B: de 0,0005% a 0,0030%, S: 0,02% o menos, al: de 0,01% a 0,30%, N: de 0,0010% a 0,01%, y el resto que incluye Fe e impurezas, en la que en la composición química, cuando un contenido de Si está representado por [Si] y un contenido de Mn está representado por [Mn], un valor de "[Mn] + 5 [Si]" es de 2,0 a 7,0, y la lámina de acero tiene una propiedad de superficie en la cual un promedio de desplazamientos de un punto de medición que se obtiene con base en un promedio móvil de 31 puntos continuos en total, que incluyen 15 puntos delanteros y 15 puntos traseros en un perfil de sección transversal de una superficie de la lámina de acero obtenida por medio de la medición del promedio de desplazamientos en una longitud de evaluación de 10  $\mu\text{m}$  o más en un intervalo de 0,07  $\mu\text{m}$  es de 0,005  $\mu\text{m}$  a 0,10  $\mu\text{m}$ .

(2) De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una lámina de acero galvanizado obtenida por medio de la formación de una capa de galvanoplastia sobre la superficie de la lámina de acero para galvanoplastia de acuerdo con el punto (1).

(3) De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para la producción de una lámina de acero para galvanoplastia, el método incluye: la colada continua de acero fundido que tiene la composición química de acuerdo con el punto (1) en una losa; el calentamiento de la losa en un rango de temperatura de 1000 °C a 1300 °C; la laminación en caliente de la losa calentada bajo una temperatura de laminación de acabado de la temperatura de  $\text{Ar}_3$  a 1000 °C y una temperatura de bobinado de 850 °C o menor para obtener una lámina de acero laminado en caliente; la eliminación de una escala de superficie de la lámina de acero laminado en caliente para obtener una lámina de acero decapada, como un primer proceso de decapado; la laminación en frío de la lámina de acero decapada a una reducción de laminación en frío de 40% o mayor para obtener una lámina de acero laminado en frío; el recocido de la lámina de acero laminado en frío a una temperatura de recristalización o mayor; y el decapado de una superficie de la lámina de acero por el uso de 10 g/l a 400 g/l de una solución acuosa de ácido sulfúrico o por el uso de una solución de decapado en la que uno o más seleccionados del grupo que consiste en nitratos, sulfatos, fluorosilicatos y fluoroboratos se mezclan con la solución acuosa de ácido sulfúrico, como segundo proceso de decapado.

(4) De acuerdo con un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona un método para la producción de una lámina de acero galvanizado que incluye la formación de una capa de galvanoplastia, que contiene de 0% a 20% de Ni y el resto que incluye Zn e impurezas, en la superficie de la lámina de acero para galvanoplastia, que se obtiene por el uso del método de acuerdo con el punto (3), en una cantidad de 3 g/m<sup>2</sup> a 100 g/m<sup>2</sup> por superficie individual.

#### [Efectos de la invención]

De acuerdo con la presente invención, se puede obtener una lámina de acero que tiene una adherencia del recubrimiento superior, y es posible proporcionar una lámina de acero galvanizado que tiene una capacidad de formación en prensa y una adherencia del recubrimiento superiores en el campo de los automóviles y la electrónica para el hogar, en particular, para su uso en un tanque de combustible de un vehículo; una lámina de acero para galvanoplastia que es un material de la lámina de acero galvanizado; y métodos para la producción de la misma. Además, de acuerdo con la presente invención, se mejora el grado de procesamiento permitido de una lámina de acero recubierto, y se puede llevar a cabo la reducción en el peso de un vehículo, en particular, un tanque de combustible y la complicación de un diseño de la carrocería del vehículo.

#### [Breve descripción de los dibujos]

La FIG. 1 es un dibujo que ilustra una relación del contenido de Si y el contenido de Mn con la adherencia del recubrimiento.

La FIG. 2 es un dibujo que ilustra un ejemplo de medición de porciones convexas-cóncavas finas de la superficie (en la presente invención, se calcula una diferencia entre la altura de cada punto de medición medido en un intervalo de 0,07  $\mu\text{m}$  y el promedio de alturas de 31 puntos en ambos lados en una dirección de la medición del punto de medición, y se obtiene un índice por el uso de todos los valores promedio).

La FIG. 3 es una vista ampliada de la FIG. 2 que ilustra "un punto de medición (A)", "el promedio (B) de alturas de 31 puntos en ambos lados", y "una diferencia (C) entre el punto de medición (A) y el promedio (B) de alturas de 31 puntos en ambos lados".

#### [Formas de realización de la invención]

De aquí en adelante, una forma de realización de la presente invención se describirá en detalle. En la siguiente descripción, "% en masa" de una composición química se hará referencia simplemente como "%".

Después de una investigación diligente, los presentes inventores han obtenido una lámina de acero galvanizado que tiene adherencia del recubrimiento superior incluso en trabajo en prensa en una forma complicada, tal como un tanque de combustible que es extremadamente difícil de obtener en la técnica relacionada. Como resultado, se encontró que se puede obtener una adherencia del recubrimiento superior por medio de la medición de una

rugosidad de la superficie, que es demasiada fina para ser medida con un medidor normal de rugosidad de la superficie de contacto, con un microscopio láser y por medio del ajuste de la rugosidad de la superficie para estar en el nivel descrito a continuación.

5 También se encontró que, para tal fin, la adherencia del recubrimiento superior, se puede llevar a cabo por medio del control del contenido de Si y el contenido de Mn para estar dentro de un rango específico y el decapado de una superficie no recubierta de una lámina de acero por el uso de 10 g/l a 400 g/l de una solución acuosa de ácido sulfúrico o por el uso de una solución de decapado en la que uno o más seleccionados del grupo que consiste en nitratos, sulfatos, fluorosilicatos y fluoroboratos se mezclan con la solución acuosa de ácido sulfúrico.

10 Se encontró que a partir de los resultados anteriores, la capacidad de formación en presa y la adherencia del recubrimiento, que son aplicables a, por ejemplo, el campo de los automóviles o la electrónica para el hogar y en particular a una forma complicada, tal como un tanque de combustible de un vehículo, se puede llevar a cabo, y de este modo se completó la presente invención.

15 Es decir, una lámina de acero galvanizado de acuerdo con la presente invención incluye: una lámina de acero laminado en frío; y una capa de recubrimiento que está formada sobre una superficie de la lámina de acero laminado en frío. La lámina de acero galvanizado contiene, en % en masa, C: de 0,0005% a 0,0050%, Si: de 0,20% a 1,0%, Mn: de 0,40% a 2,5%, P: 0,05% o menos, Ti: de 0,010% a 0,050%, Nb: de 0,010% a 0,040%, B: de 0,0005% a 0,0030%, S: 0,02% o menos, al: de 0,01% a 0,30%, N: de 0,0010% a 0,01%, y el resto que incluye Fe e impurezas. En la lámina de acero galvanizado, cuando un contenido de Si está representado por [Si] y un contenido de Mn está representado por [Mn], un valor de "[Mn] + 5 [Si]" es de 2,0 a 7,0, y la lámina de acero tiene una propiedad de superficie en la cual un promedio de desplazamientos de un punto de medición que se obtiene con base en un promedio móvil de 31 puntos continuos en total, que incluyen 15 puntos delanteros y 15 puntos traseros en un perfil de sección transversal de una superficie de la lámina de acero obtenida por medio de la medición del promedio de desplazamientos en una longitud de evaluación de 10  $\mu\text{m}$  o más en un intervalo de 0,07  $\mu\text{m}$ , es de 0,005  $\mu\text{m}$  a 0,10  $\mu\text{m}$ .

25 De aquí en adelante, se describirán los detalles de un experimento y el análisis del cual los hechos anteriores fueron hallados por los presentes inventores. Los presentes inventores produjeron una lámina de acero laminado en caliente por medio de la fusión de acero que tiene una composición, que fue cambiada en rangos de C: de 0,0005% a 0,0050%, Si: de 0,06% a 1,4%, Mn: de 0,1% a 3,5%, P: 0,05% o menos, Ti: de 0,010% a 0,050%, Nb: de 0,010% a 0,040%, B: de 0,0005% a 0,0030%, S: 0,02% o menos, al: de 0,01% a 0,30%, y N: de 0,0010% a 0,01%, en un horno de fusión de vacío, por medio del calentamiento del acero fundido a 1230 °C durante 1 hora, y la laminación en caliente del acero a una temperatura de laminación de acabado de 850 °C a 950 °C.

30 A continuación, esta lámina de acero laminado en caliente se decapó y luego se laminó en frío a una reducción de laminación en frío de 50% a 90% para obtener una lámina de acero laminado en frío. Esta lámina de acero laminado en frío se recoció en un ciclo mantenido a 800 °C durante 60 segundos en una atmósfera que contenía 95% de nitrógeno y 5% de hidrógeno para obtener una lámina de acero recocido.

35 A continuación, una superficie de la lámina de acero recocido se decapó por el uso de una solución acuosa de ácido sulfúrico y por el uso de una solución en la que se añadió de una a cuatro clases de nitratos, sulfatos, fluorosilicatos y fluoroboratos a la solución acuosa de ácido sulfúrico. A continuación, una capa de galvanoplastia de Zn o una capa de galvanoplastia de Zn-Ni, que contenía de 0% a 20% de Ni y el resto que incluye Zn e impurezas, se formó en la superficie de la lámina de acero para obtener una lámina de acero galvanizado.

40 A continuación, se llevó a cabo una prueba de impacto de Dupont por el uso de la lámina de acero galvanizado para evaluar la adherencia de la capa de recubrimiento. En la prueba de impacto de Dupont, suponiendo que la lámina de acero se prensó en una forma complicada, tal como un tanque de combustible, un peso que tiene una forma de la punta con un diámetro de perforación de 4 mm y un peso de 500 g, que era más estricto que uno normal (diámetro de perforación: 5 mm) se dejó caer a la lámina de acero desde una altura de 1 m.

45 Los resultados se ilustran en la FIG. 1. En la FIG. 1, el eje horizontal representa el contenido de Si, el eje vertical representa el contenido de Mn, un caso en el que no hubo exfoliación de recubrimiento está representado por "○", y un caso en el que sí hubo exfoliación de recubrimiento está representado por "x" o "Δ". Si había o no exfoliación de recubrimiento se determinó por medio de la fijación de una cinta adhesiva sobre una superficie de la muestra y después la descamación de la misma después de la prueba. Un caso en el que no se exfolió ninguna capa de recubrimiento se determinó como "sin exfoliación de recubrimiento (○)", y un caso en el que se exfolió una capa de recubrimiento y se fijó en la cinta adhesiva se determinó como "exfoliación de recubrimiento (x o Δ)". Con respecto a una diferencia entre x y Δ del caso de exfoliación de recubrimiento, la exfoliación provocada por una porción convexa-cóncava fina de la superficie (descrita a continuación) de menos de 0,005  $\mu\text{m}$  se representó por "x", y la exfoliación provocada por una porción convexa-cóncava fina de la superficie de más de 0,10  $\mu\text{m}$  se representó por "Δ".

55 Se halló a partir de los resultados de la prueba de Dupont que una adherencia del recubrimiento superior se puede asegurar por medio del control del contenido de Si para que sea de 0,20% a 1,0%, por medio del control del contenido de Mn para que sea 0,40% a 2,5%, y el control de un valor de "[Mn] + 5 [Si]" para que sea de 2,0 a 7,0 cuando el contenido de Si está representado por [Si] y el contenido de Mn está representado por [Mn].

Además, con el fin de examinar el mecanismo del fenómeno descrito con anterioridad, los presentes inventores han investigado a fondo la propiedad de superficie de una lámina de acero inmediatamente antes del recubrimiento. Como resultado, los presentes inventores han hallado que existe una correlación entre la existencia o no de exfoliación de recubrimiento y las porciones convexas-cóncavas finas de la superficie, para completar de este modo la presente invención. Las porciones convexas-cóncavas finas de la superficie se midieron de acuerdo con lo presentado a continuación por el uso de microscopios láser de medición de la forma series VK-8700 y VK-8710 (fabricados por Keyence Corporation).

Es decir, como se ilustra en las FIGS. 2 y 3, en un caso en el que las porciones convexas-cóncavas finas de la superficie de una lámina de acero tenían una propiedad de superficie en la cual un promedio de desplazamientos de un punto de medición que se obtiene con base en un promedio móvil de 31 puntos continuos en total, que incluyen 15 puntos delanteros y 15 puntos traseros en un perfil de sección transversal de una superficie de la lámina de acero obtenida por medio de la medición del promedio de desplazamientos en una longitud de evaluación de 10  $\mu\text{m}$  o más en un intervalo de 0,07  $\mu\text{m}$  (de aquí en adelante, se denomina como "altura de la porción convexa-cóncava fina") es de 0,005  $\mu\text{m}$  a 0,10  $\mu\text{m}$ , la exfoliación de recubrimiento no se produjo y se obtuvo una adherencia del recubrimiento superior. Sin embargo, cuando la altura de la porción convexa-cóncava fina era menos de 0,005  $\mu\text{m}$  (x en la FIG. 1) o era más de 0,10  $\mu\text{m}$  ( $\Delta$  en la FIG. 1), se produjo exfoliación de recubrimiento. En la FIG. 3, "un punto de medición (A)" corresponde al "punto de medición", "el promedio (B) de alturas de 31 puntos en ambos lados" corresponde al "promedio móvil de 31 puntos continuos en total, que incluyen 15 puntos delanteros y 15 puntos traseros", y "una diferencia (C) entre el punto de medición (A) y el promedio (B) de alturas de 31 puntos en ambos lados" corresponde a "un desplazamiento de un punto de medición que se obtiene sobre la base de un promedio móvil de 31 puntos continuos en total, que incluyen 15 puntos delanteros y 15 puntos traseros".

La razón no está clara, pero se puede presumir que es de la siguiente manera. Cuando la altura de la porción convexa-cóncava fina es menor que 0,005  $\mu\text{m}$ , un efecto de anclaje de una capa de recubrimiento a una matriz es más pequeño que el de un caso en el que la altura de la porción convexa-cóncava fina es de 0,005  $\mu\text{m}$  o más. Por otra parte, cuando la altura de la porción convexa-cóncava fina es mayor que 0,10  $\mu\text{m}$ , las porciones convexas-cóncavas son excesivamente grandes, y es probable que se genere hidrógeno durante la galvanoplastia. Además, es más probable que el hidrógeno se acumule, y es probable que una capa de recubrimiento se exfolie cuando se aplica un impacto a la misma.

A continuación, se describirá la razón para limitar la composición química de la lámina de acero de acuerdo con la presente invención.

#### <C: de 0,0005% a 0,0050%>

C es un elemento extremadamente importante. De manera específica, C es un elemento que se une a Nb o Ti para formar un carburo y es eficaz para lograr un alto fortalecimiento. Sin embargo, cuando el contenido de C es mayor que 0,0050%, la facilidad de trabajo se reduce incluso con la adición de Ti y Nb que son necesarias para la inmovilización de C, y se reduce la tenacidad de la soldadura. De acuerdo con ello, el contenido de C se controla para que sea de 0,0050% o menos.

Por otro lado, en la lámina de acero de acuerdo con la presente invención, cuando el contenido de C es bajo, la fuerza se puede complementar por el uso de otros métodos de fortalecimiento. Sin embargo, cuando el contenido de C es menor que 0,0005%, es difícil asegurar la fuerza y el costo de descarburación se incrementa durante la fabricación de acero.

De acuerdo con ello, el contenido de C se controla para que sea de 0,0050% o menos. Cuando se requieren una facilidad de trabajo y una tenacidad de la soldadura extremadamente altas, el contenido de C se controla para que preferiblemente sea de 0,0030% o menos.

#### <Si: de 0,20% a 1,0%>

Si es un elemento de fortalecimiento de soluciones sólidas que es eficaz para un alto fortalecimiento. Los presentes inventores encontraron que, cuando el contenido de Si es 0,20% o más y preferiblemente 0,30% o más, se mejora la adherencia del recubrimiento después de la galvanoplastia.

La razón es que las porciones convexas-cóncavas finas están formadas en la superficie después del decapado como se describió con anterioridad. Se presume que un óxido de Si producido por Si sobre la superficie que está siendo oxidada no está completamente revestido en la superficie en la forma de capa, no está distribuido de manera uniforme sobre la superficie, y se disuelve de manera no uniforme durante el decapado y el óxido de Si forma porciones convexas-cóncavas de la superficie. Como resultado, se mejora la adherencia del recubrimiento. Por consiguiente, el contenido de Si se controla para que sea de 0,20% o más y preferiblemente 0,30% o más.

Sin embargo, cuando el contenido de Si es mayor que 1,0%, incluso si las otras condiciones están en los rangos de la presente invención, se reduce la adherencia. Se presume que la razón está de acuerdo con lo presentado a continuación. Las porciones convexas-cóncavas son excesivamente grandes, y es probable que se genere hidrógeno durante la galvanoplastia. Además, es más probable que el hidrógeno se acumule, y es probable que una

capa de recubrimiento se exfolie cuando se aplica un impacto a la misma. Por consiguiente, el contenido de Si se controla para que sea de 1,0% o menos.

**<Mn: de 0,40% a 2,5%>**

5 Mn es un elemento que incrementa la fuerza de la lámina de acero por medio del fortalecimiento de soluciones sólidas como en el caso de Si y es uno de los elementos importantes para mejorar la adherencia del recubrimiento.

10 Los presentes inventores encontraron que Mn mejora la adherencia del recubrimiento después de la galvanoplastia como en el caso de Si. La razón es que las porciones convexas-cóncavas de la superficie se forman como se describió con anterioridad. Se presume que un óxido de Mn producido por Mn en la superficie que está siendo oxidada no está completamente revestido en la superficie en la forma de capa, no está distribuido de manera uniforme sobre la superficie, y se disuelve de manera no uniforme durante el decapado y este óxido de Mn forma porciones convexas-cóncavas de la superficie.

Por lo tanto, se mejora la adherencia del recubrimiento. Cuando el contenido de Mn es 0,40% o más, se obtiene este efecto. Por lo tanto, el contenido de Mn se controla para que sea de 0,40% o más y preferiblemente 0,50% o más.

15 Sin embargo, cuando el contenido de Mn es mayor que 2,5%, incluso si las otras condiciones están en los rangos de la presente invención, se reduce la adherencia. Se presume que la razón está de acuerdo con lo presentado a continuación. Las porciones convexas-cóncavas son excesivamente grandes, y es probable que se genere hidrógeno durante la galvanoplastia. Además, es más probable que el hidrógeno se acumule, y es probable que una capa de recubrimiento se exfolie cuando se aplica un impacto a la misma. De acuerdo con ello, el contenido de Mn se controla para que sea de 2,5% o menos.

20 Mn tiene un mecanismo en el que la fuerza se incrementa por medio del refinamiento de la estructura y un mecanismo en el que la fuerza se incrementa por medio de un fortalecimiento de soluciones sólidas. Al controlar el contenido de Mn para que sea 0,7% o más, una disminución de la resistencia a la fragilidad de trabajo secundaria y la tenacidad de la soldadura que puede ocurrir cuando la fuerza se complementa con otros elementos se puede evitar con facilidad. De acuerdo con ello, el contenido de Mn preferiblemente es de 0,7% o más.

**<P: 0,05% o menos>**

P tiene una pequeña disminución de la facilidad de trabajo incluso cuando se añade y es un elemento que es eficaz para incrementar la fuerza por medio del fortalecimiento de soluciones sólidas. Sin embargo, P es un elemento que segrega en los límites de grano para disminuir la resistencia a la fragilidad de trabajo secundaria, provoca que se produzca segregación de la solidificación en una parte de soldadura, y disminuye la tenacidad de la soldadura.

30 Cuando el contenido de P es mayor que 0,05%, se produce una segregación de P. De acuerdo con ello, el contenido de P se controla para que sea de 0,05% o menos. No es necesario que el límite inferior del contenido de P se limite en particular. Sin embargo, cuando el límite inferior del contenido de P es menor que 0,005%, el costo de refinación se incrementa. Por lo tanto, el límite inferior del contenido de P preferiblemente es de 0,005% o más. Cuando se desea producir una lámina de acero de alta fuerza, el contenido de P se controla para que sea preferiblemente de 0,02% o más desde el punto de vista de asegurar la fuerza.

**<Ti: de 0,010% a 0,050%>**

Ti es un elemento que tiene una alta afinidad a C y N, forma un nitruro de carbono durante la solidificación o la laminación en caliente, reduce la cantidad de solutos sólidos de C y N en el acero, e incrementa la facilidad de trabajo.

40 Sin embargo, cuando el contenido de Ti es menor que 0,010%, no se pueden obtener los efectos anteriores. De acuerdo con ello, el contenido de Ti se controla para que sea de 0,010% o más. Por otro lado, cuando el contenido de Ti es mayor que 0,050%, se reduce la tenacidad de la soldadura de una unión soldada. De acuerdo con ello, el contenido de Ti se controla para que sea de 0,050% o menos.

**<Nb: de 0,010% a 0,040%>**

45 Como en el caso de Ti, Nb es un elemento que tiene una alta afinidad a C y N, forma un nitruro de carbono durante la solidificación o la laminación en caliente, reduce la cantidad de solutos sólidos de C y N en el acero, e incrementa la facilidad de trabajo.

50 Sin embargo, cuando el contenido de Nb es menor que 0,010%, no se puede obtener el efecto anterior. En consecuencia, el contenido de Nb se controla para que sea de 0,010% o más. Por otro lado, cuando el contenido de Nb es mayor que 0,040%, se incrementa la temperatura de recristalización, el recocido a alta temperatura es necesario, y se disminuye la tenacidad de la soldadura de una unión soldada. En consecuencia, el contenido de Nb se controla para que sea de 0,040% o menos.

**<B: de 0,0005% a 0,0030%>**

5 B es un elemento que segrega en los límites de grano, incrementa la fuerza de límite de grano y mejora la resistencia a la fragilidad de trabajo secundaria. Sin embargo, cuando el contenido de B es menor que 0,0005%, no se pueden obtener los efectos anteriores. De acuerdo con ello, el contenido de B se controla para que sea de 0,0005% o más.

Por otro lado, cuando el contenido de B es mayor que 0,0030%, dado que B segrega en los límites de grano y suprime la transformación ferrítica durante la soldadura, una parte soldada y una zona afectada por el calor de los mismos tienen una estructura de transformación a baja temperatura. Por lo tanto, la parte soldada y la zona afectada por el calor se endurecen, y la tenacidad de la soldadura se reduce.

10 Además, cuando se añade una gran cantidad de B, se suprime la transformación ferrítica durante la laminación en caliente, se produce una lámina de acero laminado en caliente que tiene una estructura de transformación a baja temperatura, se incrementa la fuerza de la lámina de acero laminado en caliente, y se incrementa la carga durante la laminación en frío. Además, cuando el contenido de B es mayor que 0,0030%, se incrementa la temperatura de recristalización, y es necesario el recocido a alta temperatura. Por lo tanto, se incrementa el costo de producción, y se incrementa la anisotropía en el plano de r, que es un índice de capacidad de embutición profunda, y se reduce la capacidad de formación en prensa.

De acuerdo con ello, el contenido de B se controla para que sea de 0,0030% o menos y preferiblemente 0,0015% o menos.

**<S: 0,02% o menos>**

20 S es una impureza que se mezcla inevitablemente durante el refinado de acero y es un elemento que se une a Mn o Ti para formar un precipitado y disminuye la facilidad de trabajo. Por lo tanto, el contenido de S se controla para que sea de 0,02% o menos, y preferiblemente 0,01% o menos. No es necesario que el límite inferior del contenido de S se limite en particular. Sin embargo, cuando el límite inferior del contenido de S es de menos de 0,0001%, se incrementa el costo de producción. Por lo tanto, el límite inferior del contenido de S preferiblemente es de 0,0001% o más.

**<Al: de 0,01% a 0,30%>**

Al es un elemento que se usa como un material de desoxidación durante el refinado de acero. Sin embargo, cuando el contenido de Al es menor que 0,01%, no se puede obtener el efecto de desoxidación anterior. Por consiguiente, el contenido de Al se controla para que sea de 0,01% o más. Por otro lado, cuando el contenido de Al es mayor que 0,30%, se reducen la tenacidad de la soldadura y la facilidad de trabajo. Por consiguiente, el contenido de Al se controla para que sea de 0,30% o menos.

**<N: de 0,0010% a 0,01%>**

35 N es un elemento que se mezcla inevitablemente durante el refinado de acero. El N de solutos sólidos disminuye la facilidad de trabajo, pero una disminución de la facilidad de trabajo se puede evitar si N forma un nitruro con Ti, Al, y Nb. Sin embargo, la tenacidad de la soldadura se reduce por este precipitado. Por lo tanto, el contenido de N se controla para que sea de 0,01% o menos. No es necesario que el límite inferior del contenido de N se limite en particular. Sin embargo, cuando el contenido de N es menor que 0,0010%, se incrementa el costo de producción. De acuerdo con ello, el contenido de N se controla para que sea de 0,01% o menos.

40 El resto de la lámina de acero de acuerdo con la presente invención, es decir, los componentes distintos de los elementos descritos con anterioridad incluyen Fe e impurezas.

**<[Mn] + 5 [Si]: 2,0 de 7,0>**

45 Además, en la presente invención, cuando el contenido de Si está representado por [Si] y el contenido de Mn está representado por [Mn], un valor de "[Mn] + 5 [Si]" se limita para que sea de 2,0 a 7,0. La razón está de acuerdo con lo presentado a continuación. Incluso si Si y Mn están en los rangos de la presente invención, cuando el valor de "[Mn] + 5 [Si]" es menor que 2,0, la altura de la porción convexa-cóncava fina de la superficie es menor que 0,005  $\mu\text{m}$ . Por otro lado, cuando el valor de "[Mn] + 5 [Si]" es mayor que 7,0, la altura de la porción convexa-cóncava fina de la superficie es mayor que 0,10  $\mu\text{m}$ , y se reduce la adherencia del recubrimiento.

50 A continuación, se describirá un método para la producción de la lámina de acero de acuerdo con la presente invención. Cuando se produce la lámina de acero de acuerdo con la presente invención, primero, las materias primas que se ajustan para obtener la composición química descrita con anterioridad se colocan en un convertidor o un horno eléctrico, seguido por un tratamiento de desgasificación al vacío para obtener una losa.

A continuación, esta losa se lamina en caliente bajo una temperatura de calentamiento de 1000 °C a 1300 °C, una temperatura de laminación de acabado de la temperatura de Ar<sub>3</sub> a 1000 °C, y una temperatura de bobinado de 850 °C o menor para obtener una bobina laminada en caliente. La temperatura de calentamiento de la laminación en



caliente se controla para que sea de 1000 °C o mayor para asegurar la temperatura de laminación.

Por otro lado, la temperatura de calentamiento de la laminación en caliente se controla para que sea de 1300 °C o más baja para suprimir la producción de TiN grueso que provoca una disminución de la tenacidad en la laminación en caliente, para suprimir el engrosamiento de los granos de austenita, y para suprimir el costo de calefacción.

5 Cuando la temperatura de laminación de acabado de la laminación en caliente es menor que la temperatura de Ar<sub>3</sub>, se reduce la facilidad de trabajo de la lámina de acero. Por lo tanto, la temperatura de laminación de acabado de la laminación en caliente se controla para que sea la temperatura de Ar<sub>3</sub> o mayor. Además, por medio del control de la temperatura de laminación de acabado de la laminación en caliente para que sea 1.000 °C o menor, la estructura de la lámina de acero se puede controlar para mejorar la tenacidad a baja temperatura. Además, cuando la temperatura de bobinado después de la laminación en caliente es mayor que 850 °C, se reduce la fuerza de la lámina de acero después de la laminación en frío y el recocido. Por lo tanto, la temperatura de bobinado se controla para que sea de 850 °C o menor. El límite inferior de la temperatura de bobinado no está limitado en particular, pero preferiblemente es de 400 °C o mayor.

15 A continuación, después de la descalcificación por medio de decapado, la lámina de acero laminado en caliente preparada por el uso del método descrito con anterioridad se lamina en frío a una reducción de laminación en frío de 40% o más para obtener una lámina de acero laminado en frío. En este momento, cuando la reducción de laminación en frío es menor que 40%, disminuye la fuerza de la lámina de acero recocido, y se reduce la aptitud para una embutición profunda. La reducción de laminación en frío preferiblemente es de 60% a 85%. Como resultado, se puede obtener una lámina de acero recubierto que tiene una fuerza superior y una aptitud para una embutición profunda.

20 A continuación, la lámina de acero laminado en frío se recuece a una temperatura de recristalización o mayor. En este momento, cuando la temperatura de recocido es menor que la temperatura de recristalización, no se desarrolla una textura superior, y se reduce la aptitud para una embutición profunda. Por otra parte, cuando se incrementa la temperatura de recocido, se reduce la fuerza de la lámina de acero. Por lo tanto, es preferible que la lámina de acero laminado en frío se recueza a 850 °C o menor.

30 A continuación, con el fin de eliminar un óxido que no está dispersado de manera uniforme en la superficie y obtener porciones convexas-cóncavas finas de la superficie, la superficie no recubierta de la bobina laminada en frío se decapa por el uso de 10 g/l a 400 g/l de una solución acuosa de ácido sulfúrico o por el uso de una solución de decapado en la que uno o más seleccionados del grupo que consiste en nitratos, sulfatos, fluorosilicatos y fluoroboratos se mezclan con la solución acuosa de ácido sulfúrico. En este momento, se puede llevar a cabo un decapado electrolítico para incrementar la eficiencia del decapado.

35 En la solución de decapado, se añade ácido sulfúrico que se usa como un agente principal para obtener una acción lítica sobre una película de óxido y para mejorar la conductividad eléctrica. Sin embargo, cuando el ácido sulfúrico es coexistente con otros disolventes, la eficiencia de decapado es significativamente escasa en una concentración de menos de 10 g/l. Por otro lado, en una concentración de más de 400 g/l, el decapado es excesivo, y las porciones convexas-cóncavas de la superficie se engrosan. Por consiguiente, en la presente invención, se usa ácido sulfúrico en una concentración de 10 g/l a 400 g/l.

40 Con el fin de mejorar la velocidad de eliminación de una película de óxido, se pueden añadir uno o más seleccionados de entre fluorosilicatos tales como fluorosilicato de sodio y fluorosilicato de potasio y fluoroboratos tales como fluoroborato de sodio y fluoroborato de amonio a la solución acuosa de ácido sulfúrico.

45 Por medio de la solución acuosa de ácido sulfúrico que contiene fluorosilicatos y fluoroboratos en cada cantidad de 10 g/l, la velocidad de eliminación de una película de óxido se puede mejorar de manera significativa. En consecuencia, el contenido de cualquiera de fluorosilicatos y fluoroboratos se controla para que sea preferiblemente de 10 g/l o más. Por otro lado, cuando el contenido de cualquiera de fluorosilicatos y fluoroboratos es mayor que 100 g/l, el efecto se satura. En consecuencia, el contenido de cualquiera de fluorosilicatos y fluoroboratos se controla para que sea preferiblemente de 100 g/l o menos.

50 Los nitratos tienen efectos de mejora de la velocidad de eliminación de una película de óxido y la supresión de decapado excesivo. Como los nitratos, se pueden usar nitrato de sodio, nitrato de potasio, nitrato de amonio, y similares. Con el fin de obtener los efectos descritos con anterioridad de manera fiable, el contenido de nitratos preferiblemente es de 50 g/l o más. Por otro lado, cuando el contenido de nitratos es mayor que 200 g/l, se saturan los efectos. Por lo tanto, el contenido de nitratos se controla para que sea preferiblemente de 200 g/l o menos.

55 Los sulfatos representados por sulfato de sodio tienen un efecto de supresión de decapado excesivo. Con el fin de obtener el efecto descrito con anterioridad de manera fiable, el contenido de sulfatos se controla para que sea preferiblemente de 50 g/l o más. Por otro lado, cuando el contenido de sulfatos es mayor que 200 g/l, el efecto se satura. Por lo tanto, el contenido de sulfatos se controla para que sea preferiblemente de 200 g/l o menos.

A continuación, una capa de galvanoplastia se forma en la lámina de acero para obtener una lámina de acero galvanizado. Es preferible que la capa de galvanoplastia contenga de 0% a 20% de Ni y el resto que incluye Zn e

impurezas. Cuando se toma en consideración un entorno corrosivo de un tanque de combustible, la cantidad de Ni que tiene un efecto de estabilización de un producto de corrosión de zinc y mejora la resistencia a la corrosión se controla para que sea preferiblemente de 2% o más y más preferiblemente 5% o más. Por otro lado, desde el punto de vista de costo, el contenido de Ni se controla para que sea preferiblemente de 15% o menos.

- 5 La cantidad de deposición de recubrimiento se controla para que sea preferiblemente de 3 g/m<sup>2</sup> a 100 g/m<sup>2</sup> por superficie individual. Por medio del control de la cantidad de deposición de recubrimiento para que sea de 3 g/m<sup>2</sup> o más, se puede asegurar una mayor resistencia a la corrosión. Por medio del control de la cantidad de deposición de recubrimiento para que sea de 100 g/m<sup>2</sup> o menos, se puede suprimir un incremento de los costos, se puede suprimir un patrón de defectos provocados por irregularidades en el espesor, y se puede suprimir una disminución en la capacidad de soldadura. La cantidad de deposición de recubrimiento se controla para que sea preferiblemente de 3 g/m<sup>2</sup> a 50 g/m<sup>2</sup> por superficie individual.
- 10

Cuando se forman una película de conversión química, una película de cromato, o diversas películas orgánicas en una capa de recubrimiento, se pueden obtener los mismos efectos. Además, cuando se usa una lámina de acero revestida en la que está formada una película orgánica, se pueden obtener los mismos efectos.

15 **[Ejemplos]**

- A continuación, se describirán ejemplos de la presente invención. Sin embargo, las condiciones adoptadas en los ejemplos son meros ejemplos para confirmar la capacidad de funcionamiento y los efectos de la presente invención. La presente invención no está limitada a estas condiciones. La presente invención puede tener diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención, con la condición de que se pueda lograr el objeto de la presente invención.
- 20

**(Ejemplo 1)**

- Se fundió acero que tiene una composición química que se muestra en la Tabla 1, se calentó y se mantuvo a 1220 °C, y se laminó en caliente a una temperatura de laminación de acabado de laminación en caliente de la temperatura de Ar<sub>3</sub> a 1000 °C y una temperatura de bobinado de 630 °C a 670 °C para obtener una lámina de acero laminado en caliente con un espesor de 4 mm. A continuación, esta lámina de acero laminado en caliente se decapó y después se laminó en frío para obtener una lámina de acero laminado en frío que tenía un espesor de 1,2 mm.
- 25

ES 2 718 904 T3

[Tabla 1]

	ACERO Núm.	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Al (%)	Ti (%)	Nb (%)	B (%)	N (%)	[Mn] + 5 [Si] (%)
EJEMPLOS DE LA PRESENTE INVENCION	1	0,0043	0,62	2,12	0,049	0,004	0,010	0,015	0,039	0,0028	0,0035	5,2
	2	0,0005	0,20	1,37	0,035	0,020	0,035	0,010	0,026	0,0022	0,0020	2,4
	3	0,0030	0,32	1,49	0,025	0,015	0,048	0,018	0,030	0,0012	0,0021	3,1
	4	0,0021	0,28	1,75	0,011	0,005	0,030	0,019	0,015	0,0007	0,0034	3,2
	5	0,0028	0,67	1,28	0,031	0,005	0,038	0,024	0,030	0,0012	0,0021	4,6
	6	0,0020	0,38	0,72	0,042	0,002	0,145	0,014	0,035	0,0024	0,0012	2,6
	7	0,0025	0,79	0,84	0,018	0,004	0,054	0,012	0,024	0,0011	0,0025	4,8
	8	0,0015	1,00	1,96	0,032	0,004	0,042	0,022	0,025	0,0009	0,0012	7,0
	9	0,0010	0,63	0,99	0,034	0,010	0,036	0,024	0,018	0,0010	0,0010	4,1
	10	0,0035	0,21	1,04	0,031	0,002	0,050	0,016	0,030	0,0022	0,0013	2,1
	11	0,0022	0,47	1,07	0,032	0,005	0,047	0,011	0,035	0,0014	0,0023	3,4
	12	0,0018	0,72	1,34	0,031	0,004	0,027	0,025	0,034	0,0013	0,0014	4,9
	13	0,0013	0,20	1,25	0,005	0,002	0,034	0,021	0,038	0,0018	0,0042	2,3
	14	0,0048	0,54	2,50	0,049	0,004	0,025	0,010	0,039	0,0028	0,0035	5,2
	15	0,0033	0,69	1,67	0,015	0,003	0,072	0,020	0,030	0,0016	0,0046	5,1
	16	0,0024	0,95	0,40	0,010	0,001	0,162	0,048	0,033	0,0005	0,0032	5,2
	17	0,0015	0,52	2,16	0,032	0,004	0,042	0,022	0,025	0,0009	0,0012	4,8
	18	0,0018	0,82	1,78	0,014	0,001	0,285	0,010	0,024	0,0006	0,0027	5,9
	19	0,0030	0,30	1,49	0,025	0,003	0,048	0,018	0,030	0,0012	0,0072	3,0
	20	0,0040	0,45	1,05	0,035	0,004	0,013	0,035	0,010	0,0030	0,0017	3,3
EJEMPLOS COMPARATIVOS	21	0,0048	<u>0,15</u>	2,34	0,022	0,004	0,027	0,017	0,028	0,0019	0,0033	3,1
	22	0,0031	<u>1,25</u>	0,40	0,034	0,003	0,042	0,012	0,027	0,0025	0,0024	6,7
	23	0,0013	0,23	<u>3,58</u>	0,019	0,004	0,063	0,023	0,022	0,0010	0,0025	4,7
	24	0,0034	0,49	<u>0,35</u>	0,036	0,003	0,026	0,025	0,013	0,0006	0,0027	2,8
	25	0,0024	0,28	0,46	0,011	0,005	0,063	0,023	0,036	0,0022	0,0022	<u>1,9</u>
	26	0,0032	<u>0,09</u>	1,93	0,035	0,004	0,027	0,025	0,031	0,0027	0,0029	2,4
	27	0,0042	<u>0,02</u>	1,54	0,044	0,002	0,039	0,020	0,032	0,0016	0,0039	<u>1,6</u>
	28	0,0023	0,37	<u>0,24</u>	0,021	0,004	0,031	0,021	0,017	0,0019	0,0032	2,1
	29	0,0024	0,31	<u>0,35</u>	0,025	0,005	0,033	0,017	0,013	0,0016	0,0017	<u>1,9</u>
	30	0,0013	<u>1,59</u>	1,11	0,048	0,003	0,052	0,031	0,024	0,0011	0,0024	<u>9,1</u>
	31	0,0042	0,97	2,23	0,021	0,008	0,037	0,025	0,032	0,0019	0,0014	<u>7,1</u>
	32	0,0018	<u>1,45</u>	<u>2,93</u>	0,025	0,002	0,043	0,021	0,016	0,0015	0,0036	<u>10,2</u>
	33	0,0023	0,85	<u>2,87</u>	0,035	0,002	0,036	0,015	0,022	0,0021	0,0072	<u>7,1</u>

El resto de la composición química mostrada en la Tabla 1 incluye Fe e impurezas. El subrayado de la Tabla 1 representa un valor numérico que está fuera del rango de la presente invención.

5 Además, esta lámina de acero laminado en frío se recoció en un ciclo mantenido a la temperatura de recristalización o mayor durante 60 segundos a 120 segundos para obtener una lámina de acero recocido. Una superficie de esta lámina de acero recocido se decapó por el uso de una solución de decapado que se muestra en la Tabla 2 a 30 °C a 50 °C durante 1 segundo a 30 segundos, y una capa de galvanoplastia se formó encima. La composición de recubrimiento y la cantidad de deposición de recubrimiento son como se muestran en la Tabla 2.

[Tabla 2]

	ACERO Núm.	SOLUCIÓN DE DECAPADO DESPUÉS DEL RECOCIDO (TIPO DE LÍQUIDO MOSTRADO A CONTINUACIÓN)	COMPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO	CANTIDAD DE DEPOSICIÓN DE RECUBRIMIENTO (g/m <sup>2</sup> )
EJEMPLOS DE LA PRESENTE INVENCION	1	A	Zn	5
	2	A + B	Zn - 7% de Ni	20
	3	A	Zn - 12% de Ni	30
	4	A	Zn - 10% de Ni	40
	5	A	Zn - 10% de Ni	20
	6	A + B + C	Zn - 12% de Ni	20
	7	A	Zn - 10% de Ni	3
	8	A	Zn - 7% de Ni	40
	9	A	Zn - 12% de Ni	10
	10	A + B + C	Zn - 10% de Ni	20
	11	A + B + C + D	Zn - 7% de Ni	30
	12	A	Zn - 8% de Ni	30
	13	A + B + C + D + E	Zn - 10% de Ni	10
	14	A + B + C + D	Zn - 2% de Ni	20
	15	A + B + C + E	Zn - 12% de Ni	30
	16	A	Zn - 10% de Ni	40
	17	A + C	Zn - 7% de Ni	100
	18	A	Zn - 20% de Ni	20
	19	A + B + C + D + E	Zn - 10% de Ni	30
	20	A	Zn - 7% de Ni	40
EJEMPLOS COMPARATIVOS	21	A	Zn - 12% de Ni	10
	22	A + B + C + E	Zn - 10% de Ni	20
	23	A + B + C + D + E	Zn - 7% de Ni	30
	24	A	Zn - 12% de Ni	40
	25	A	Zn - 10% de Ni	10
	26	A	Zn - 2% de Ni	3
	27	A	Zn - 12% de Ni	100
	28	A	Zn	40
	29	A	Zn - 7% de Ni	10
	30	A + B + C + D	Zn - 15% de Ni	20
	31	A	Zn - 10% de Ni	30
	32	A + B + C + D + E	Zn - 7% de Ni	40
	33	A + B + C	Zn - 20% de Ni	10

\* TIPO DE SOLUCIÓN DE DECAPADO DESPUÉS DEL RECOCIDO

A: 50 g/L DE SOLUCIÓN ACUOSA DE ÁCIDO SULFÚRICO

B: NITRATO

C: SULFATO

D: FLUROSILICATO

E: FLUOROBORATO

En cuanto a la lámina de acero inmediatamente antes del recubrimiento, la altura de la porción convexa-cóncava fina se midió en una longitud de evaluación de 20  $\mu\text{m}$  por el uso de los microscopios láser de medición de la forma series VK-8700 y VK-8710 (fabricados por Keyence Corporation) descritos con anterioridad.

- 5 Además del uso de las láminas de acero recubierto de los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos preparados con el método descrito con anterioridad, se llevó a cabo una prueba de impacto de Dupont para evaluar la adherencia del recubrimiento. En la prueba de impacto de Dupont, suponiendo que la lámina de acero se prensó en una forma complicada, tal como un tanque de combustible, un peso que tiene una forma de la punta con un diámetro de perforación de 4 mm y un peso de 500 g, que era más estricto que uno normal, se dejó caer a la lámina de acero desde una altura de 1 m. Los resultados de la prueba se muestran en la Tabla 3. Un caso en el que no hubo exfoliación de recubrimiento está representado por “o”, y un caso en el que sí hubo exfoliación de recubrimiento está representado por “x”. Si había o no exfoliación de recubrimiento se determinó por medio de la fijación de una cinta adhesiva sobre una superficie de la muestra y después la descamación de la misma después de la prueba.
- 10

ES 2 718 904 T3

[Tabla 3]

	ACERO Núm.	ALTURA DE LA PORCIÓN CONVEXA-CÓNCAVA FINA (µm)	PRUEBA DE IMPACTO DE DUPONT
EJEMPLOS DE LA PRESENTE INVENCION	1	0,02	o
	2	0,04	o
	3	0,01	o
	4	0,008	o
	5	0,03	o
	6	0,005	o
	7	0,05	o
	8	0,09	o
	9	0,052	o
	10	0,005	o
	11	0,005	o
	12	0,021	o
	13	0,08	o
	14	0,05	o
	15	0,07	o
	16	0,08	o
	17	0,1	o
	18	0,05	o
	19	0,09	o
	20	0,008	o
EJEMPLOS COMPARATIVOS	21	<u>0,003</u>	x
	22	<u>0,18</u>	x
	23	<u>0,13</u>	x
	24	<u>0,004</u>	x
	25	<u>0,003</u>	x
	26	<u>0,001</u>	x
	27	<u>0,004</u>	x
	28	<u>0,004</u>	x
	29	<u>0,001</u>	x
	30	<u>0,13</u>	x
	31	<u>0,11</u>	x
	32	<u>0,18</u>	x
	33	<u>0,23</u>	x

El subrayado de la Tabla 3 representa un valor numérico que está fuera del rango de la presente invención.

5 En las láminas de acero de los Ejemplos Núm. 1 a 20 donde los valores están dentro del intervalo de la presente invención, el contenido de Si es de 0,20% a 1,0% y el contenido de Mn es de 0,40% a 2,5%. Además, cuando el contenido de Si está representado por [Si] y el contenido de Mn está representado por [Mn], un valor de “[Mn] + 5 [Si]” es de 2,0 a 7,0. La altura de la porción convexa-cóncava fina de la superficie de la lámina de acero inmediatamente antes del recubrimiento fue de 0,005  $\mu\text{m}$  a 0,10  $\mu\text{m}$ , y se demostró una adherencia del recubrimiento superior en la prueba de impacto de Dupont.

10 Por otra parte, en las láminas de acero recubierto de los Ejemplos Comparativos Núms. 21 a 33 en las que el contenido de Si, el contenido de Mn, y el valor de “[Mn] + 5 [Si]” están fuera del intervalo de la presente invención, la altura de la porción convexa-cóncava fina de la superficie de la lámina de acero inmediatamente antes del recubrimiento fue menor que 0,005  $\mu\text{m}$  o mayor que 0,10  $\mu\text{m}$ , se halló una exfoliación de recubrimiento en la prueba de impacto de Dupont, y la adherencia del recubrimiento era insuficiente.

**[Aplicabilidad industrial]**

15 De acuerdo con la presente invención, se puede obtener una lámina de acero que tiene una adherencia del recubrimiento superior, y es posible proporcionar una lámina de acero galvanizado que tiene una capacidad de formación en prensa y una adherencia del recubrimiento superiores en el campo de los automóviles y el campo de electrónica para el hogar, en particular, para su uso en un tanque de combustible de un vehículo; una lámina de acero para galvanoplastia que es un material de la lámina de acero galvanizado; y métodos para la producción de la misma. Además, de acuerdo con la presente invención, se mejora el grado de procesamiento permitido de una lámina de acero recubierto, y se puede llevar a cabo la reducción en el peso de un vehículo, en particular, un tanque de combustible y la complicación de un diseño de la carrocería del vehículo. Por consiguiente, la presente invención es altamente aplicable a la industria de los automóviles.

20



**REIVINDICACIONES**

1. Una lámina de acero galvanizado que comprende  
una lámina de acero, y  
una capa de galvanoplastia que está formada sobre una superficie de la lámina de acero y que consiste en 0% a  
5 20% de Ni y el resto que incluye Zn e impurezas,  
en el que la lámina de acero consiste en, como una composición química, en % en masa,  
C: de 0,0005% a 0,0050%,  
Si: de 0,20% a 1,0%,  
Mn: de 0,40% a 2,5%,  
10 P: de 0,005% a 0,05%,  
Ti: de 0,010% a 0,050%,  
NB: de 0,010% a 0,040%,  
B: de 0,0005% a 0,0030%,  
S: de 0,0001% a 0,02%,  
15 Al: de 0,01% a 0,30%,  
N: de 0,0010% a 0,01%, y  
el resto que incluye Fe e impurezas,  
en el que en la composición química, cuando un contenido de Si está representado por [Si] y un contenido de Mn  
está representado por [Mn], un valor de "[Mn] + 5 [Si]" es de 2,0 a 7,0, y  
20 la lámina de acero tiene una propiedad de superficie en la cual un promedio de desplazamientos de un punto de  
medición que se obtiene con base en un promedio móvil de 31 puntos continuos en total, que incluyen 15 puntos  
delanteros y 15 puntos traseros en un perfil de sección transversal de una superficie de la lámina de acero obtenida  
por medio de la medición del promedio de desplazamientos en una longitud de evaluación de 10 µm o más en un  
intervalo de 0,07 µm es de 0,005 µm a 0,10 µm,  
25 en el que la propiedad de superficie se mide por el uso de microscopios láser de medición de la forma series VK-  
8700 y VK-8710 fabricados por Keyence Corporation.
2. Un método para la producción de una lámina de acero galvanizado, el método comprende:  
la colada continua de acero fundido que tiene la composición química de acuerdo con la reivindicación 1 en una losa;  
el calentamiento de la losa en un rango de temperatura de 1000 °C a 1300 °C;  
30 la laminación en caliente de la losa calentada bajo una temperatura de laminación de acabado de la temperatura de  
Ar<sub>3</sub> a 1000 °C y una temperatura de bobinado de 850 °C o menor para obtener una lámina de acero laminado en  
caliente;  
el decapado de la lámina de acero laminado en caliente con el fin de eliminar una escala de superficie de la lámina  
de acero laminado en caliente y la obtención de una lámina de acero decapada, como un primer proceso de  
35 decapado;  
la laminación en frío de la lámina de acero decapada a una reducción de laminación en frío de 40% o mayor para  
obtener una lámina de acero laminado en frío;  
el recocido de la lámina de acero laminado en frío a una temperatura de recristalización o mayor;  
40 el decapado de una superficie de la lámina de acero por el uso de 10 g/l a 400 g/l de una solución acuosa de ácido  
sulfúrico o por el uso de una solución de decapado en la que uno o más seleccionados del grupo que consiste en  
nitratos, sulfatos, fluorosilicatos y fluoroboratos se mezclan con la solución acuosa de ácido sulfúrico, como un  
segundo proceso de decapado; y  
la formación de una capa de galvanoplastia, que consiste en 0% a 20% de Ni y el resto que incluye Zn e impurezas,  
en la superficie de la lámina de acero, en una cantidad de 3 g/m<sup>2</sup> a 100 g/m<sup>2</sup> por superficie individual.

FIG. 1

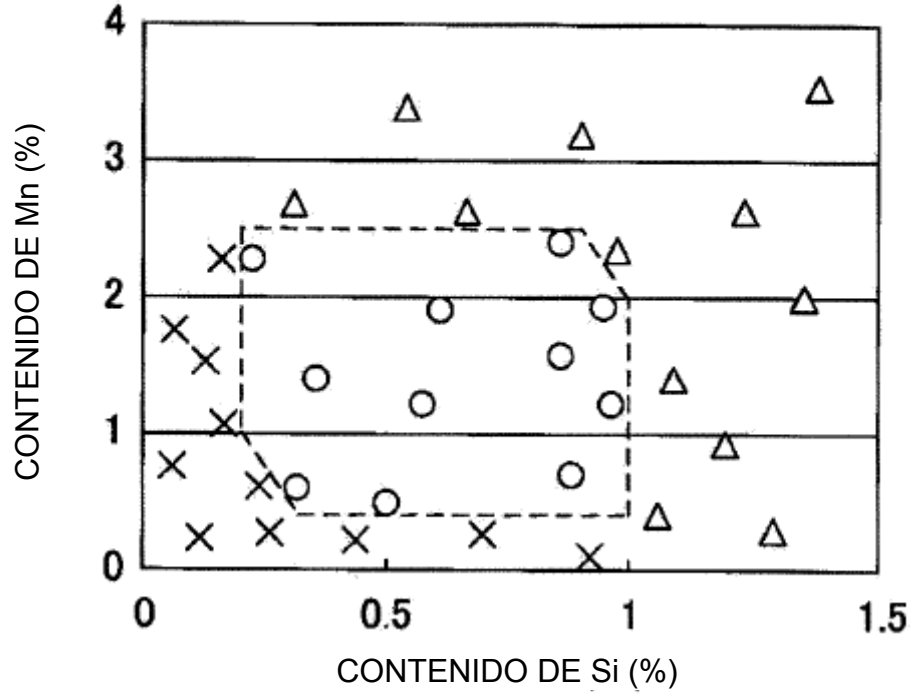


FIG. 2

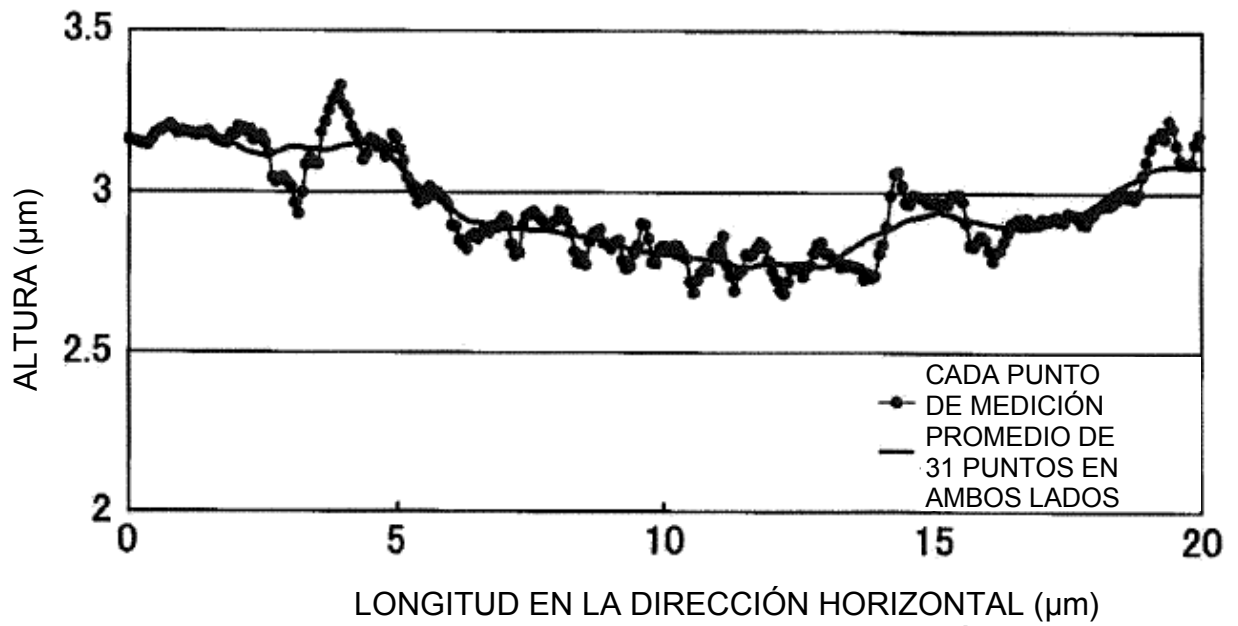


FIG. 3

