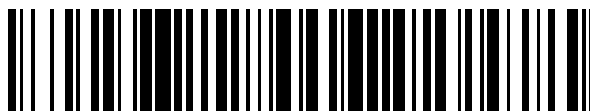


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 465**

51 Int. Cl.:

<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/08</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/14</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/12</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/58</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/16</b>	(2006.01)
<b>C21D 6/00</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/28</b>	(2006.01)
<b>B21B 1/04</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/32</b>	(2006.01)
<b>B21B 1/46</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/38</b>	(2006.01)
<b>C21D 8/02</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/04</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.03.2016 PCT/JP2016/060145**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2016 WO16158961**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2016 E 16772842 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2020 EP 3278895**

54 Título: **Lámina de acero para estampado en caliente, método para su fabricación, y cuerpo moldeado por estampado en caliente**

30 Prioridad:

**31.03.2015 JP 2015072280**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**02.09.2020**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**AZUMA, MASAFUMI;  
SUWA, YOSHIHIRO;  
KONDO, YUSUKE y  
SATO, KOICHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 781 465 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 estampado en caliente, método para su fabricación, y cuerpo moldeado por estampado en caliente

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a una lámina de acero para estampado en caliente excelente en adhesión de incrustaciones en el momento del estampado en caliente y a un método para producir la lámina de acero para estampado en caliente, y a un cuerpo formado por estampado en caliente que es un cuerpo formado de la lámina de acero para estampado en caliente.

**Antecedentes de la técnica**

10 Se está estudiando la reducción de peso de los miembros, tales como las barras de protección de las puertas y los miembros laterales de automóviles, para hacer frente a la tendencia reciente de mejora de la eficiencia del combustible, y en términos de un material, se promueve un incremento de la resistencia de una lámina de acero desde el punto de vista de la resistencia y seguridad contra choques que se deben garantizar incluso cuando se reduce el grosor. De aquí en adelante, resistencia quiere decir tanto la resistencia a la tracción como el límite elástico. Sin embargo, la conformabilidad de un material se deteriora a medida que se incrementa la resistencia y, por lo tanto, para conseguir una reducción de peso de los miembros descritos anteriormente, es necesario producir una lámina de acero que satisfaga tanto la conformabilidad como la alta resistencia. Como método para obtener una alta formabilidad simultáneamente con alta resistencia, existen aceros TRIP (plasticidad inducida por transformación del inglés "TRansformation Induced Plasticity") que aprovechan la transformación martensítica de la austenita retenida que se describe en la bibliografía de patentes 1 y la bibliografía de patentes 2, y la aplicación de aceros TRIP se ha expandido en los últimos años. Sin embargo, en el acero, aunque la capacidad de embutición profunda y la elongación se mejoran en el momento del conformado, debido a la alta resistencia de la lámina de acero, tiene el problema de la baja fijabilidad de la forma de un miembro después del conformado a presión.

25 Para formar una lámina de acero de alta resistencia, que es inferior en conformabilidad, con buena fijabilidad de la forma, existe un método llamado prensado en caliente que se describe en la bibliografía de patentes 3 y en la bibliografía de patentes 4. El método realiza la conformación a una temperatura de 200°C a alrededor de 500°C a la que se reduce la resistencia de la lámina de acero. Sin embargo, cuando se considera la conformación de la lámina de acero de alta resistencia de 780 MPa o más, el método tiene problemas por el hecho de que incluso cuando se incrementa la temperatura de conformación, la resistencia de la lámina de acero aún puede ser alta en algunos casos y, de este modo, la conformación es difícil, y por el hecho de que la resistencia de la lámina de acero después de la conformación se reduce por calentamiento y, de este modo, la resistencia predeterminada no se puede obtener en algunos casos.

35 Como método para resolver los problemas, existe un método denominado estampado en caliente que corta una lámina de acero blando de un tamaño predeterminado, a continuación calienta la lámina de acero hasta una región de una sola fase de austenita a 800°C o más, a continuación realiza la conformación por prensado en la región de una sola fase de austenita como se describe en la bibliografía de patentes 5, y a continuación se realiza el endurecimiento. Como resultado, es posible fabricar un miembro que tiene una alta resistencia de 980 MPa o más y es excelente en fijabilidad de la forma.

40 Sin embargo, en el estampado en caliente, se inserta una lámina de acero en un horno de calentamiento, o se calienta a una temperatura que excede de 800°C mediante calentamiento eléctrico o calentamiento por infrarrojo lejano en la atmósfera, y de este modo el estampado en caliente tiene un problema de incrustaciones generadas sobre una superficie de lámina de acero. Una matriz se puede desgastar debido a las incrustaciones generadas liberadas en el momento del estampado en caliente y, por lo tanto, se requiere que la adhesión de las incrustaciones sea excelente en el momento del estampado en caliente. Como técnica que resuelve estos problemas, se conoce una técnica para restringir la generación de incrustaciones haciendo una atmósfera en el horno de calentamiento una atmósfera de no oxidación en la bibliografía de patentes 6, por ejemplo. Sin embargo, es necesario implementar estrictamente el control de la atmósfera en el horno de calentamiento y, de este modo, el coste de la instalación se incrementa y la productividad se reduce. Además, la lámina de acero que se saca queda expuesta a la atmósfera, y de este modo, la técnica tiene un problema de formación inevitable de incrustaciones. Además, en los últimos años, con el propósito de mejorar la productividad del estampado en caliente, se ha desarrollado el método para calentar eléctricamente una lámina de acero en la atmósfera. En el momento del calentamiento en la atmósfera, es difícil evitar la oxidación de la lámina de acero y, de este modo, se hace fácilmente evidente un problema de desgaste de la matriz debido a las incrustaciones sueltas en el momento del estampado en caliente. Como resultado, es esencial la reparación regular de la matriz.

55 Se conoce una técnica para restringir el desgaste de una matriz causado por incrustaciones sueltas por el uso, en estampado en caliente, de una lámina de acero con chapado de zinc o chapado de Al aplicado a una superficie de lámina de acero como lámina de acero que resuelve estos problemas. Sin embargo, dado que el chapado de zinc o el chapado de Al se funden en una fase líquida en el momento del calentamiento, la técnica tiene un problema de que el zinc o el Al se adhieren al interior del horno de calentamiento y la matriz en el momento del transporte de la

lámina de acero o el momento de prensado. Un depósito de zinc o Al adherido tiene el problema de provocar fallos de indentación en un cuerpo formado por estampado en caliente y adherirse al cuerpo formado para empeorar la apariencia externa. En consecuencia, es necesario reparar la matriz regularmente.

5 En consecuencia, se requiere desarrollar una lámina de acero para el estampado en caliente en la que las incrustaciones no se desprendan en el momento del estampado en caliente, y no se produzca la adhesión de un metal fundido a una matriz.

### Lista de citas

Bibliografías de patentes

Bibliografía de patentes 1: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 01-230715

10 Bibliografía de patentes 2: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 02-217425

Bibliografía de patentes 3: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2002-143935

Bibliografía de patentes 4: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2003-154413

Bibliografía de patentes 5: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2002-18531

Bibliografía de patentes 6: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2004-106034

15 Bibliografía de patentes 7: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2002-18531

Bibliografía de patentes 8: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2008-240046

Bibliografía de patentes 9: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2010-174302

Bibliografía de patentes 10: Publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 2008-214650

### Sumario de la invención

20 Problema técnico

A la luz de los problemas mencionados anteriormente, la presente invención tiene un objetivo de proporcionar una lámina de acero para estampado en caliente que sea excelente en adhesión de incrustaciones en el momento del estampado en caliente, sin que se produzca la adhesión de un metal fundido a una matriz, un método para fabricar la lámina de acero para estampado en caliente, y un cuerpo formado por estampado en caliente.

25 **Solución al problema**

Los presentes inventores han estudiado seriamente métodos para resolver los problemas descritos anteriormente. Como resultado, con la intención de mejorar la adhesión de incrustaciones de una lámina de acero, de 0.50% en masa a 3.00% en masa de Si está contenido en la lámina de acero, la cantidad de aceite inhibidor de la corrosión que se aplica a la lámina de acero se establece dentro de un intervalo de 50 mg/m<sup>2</sup> a 1500 mg/m<sup>2</sup>, y la rugosidad de la superficie de la lámina de acero se establece como Rz > 2.5 μm. Además, un contenido de S incluido en el aceite inhibidor de la corrosión se establece preferentemente en 5% en masa o menos. Por ello, se ha encontrado que se mejora la adhesión de las incrustaciones en el momento del calentamiento y en el momento del estampado en caliente. En general, las inclusiones en el aceite de revestimiento se concentran en una interfase entre el hierro base y las incrustaciones, y por ello deterioran la adhesión de las incrustaciones. Sin embargo, se ha encontrado que es posible asegurar la adhesión de las incrustaciones mediante el uso de restricciones en la cantidad de inclusiones y un efecto de anclaje usando irregularidades en la superficie de la lámina de acero en combinación.

La presente invención está basada en el conocimiento descrito anteriormente, y se enuncia en las reivindicaciones.

### Efectos ventajosos de la invención

40 Según la presente invención, la lámina de acero para estampado en caliente tiene una adhesión excelente de incrustaciones en el momento del estampado en caliente, en el que no se produce la adhesión de un metal fundido a la matriz, se puede proporcionar el método para producir la lámina de acero para estampado en caliente y el cuerpo conformado por estampado en caliente.

### Breve descripción de los dibujos

45 [Fig. 1] La Fig. 1 es un diagrama que ilustra una relación entre una cantidad de aceite de revestimiento en una lámina de acero y la rugosidad de la superficie Rz de la lámina de acero.

[Fig. 2] La Fig. 2 es un diagrama para explicar que cuando se incrementa la concentración de S en el aceite de

revestimiento, las incrustaciones se desprenden fácilmente.

[Fig. 3] La Fig. 3 es un diagrama que ilustra la relación entre un período de tiempo de decapado y la rugosidad de la superficie Rz de la lámina de acero.

5 [Fig. 4A] La Fig. 4A es una fotografía que muestra una microestructura de una capa superficial de una lámina de acero laminado en caliente antes del decapado.

[Fig. 4B] La Fig. 4B es una fotografía que muestra la microestructura de la capa superficial después del decapado.

[Fig. 5] La Fig. 5 es un diagrama que ilustra la relación entre una cantidad de aceite de revestimiento y un grosor de incrustaciones.

10 [Fig. 6A] La Fig. 6A es una fotografía que muestra una sección de una superficie del cuerpo formado por estampado en caliente de un ejemplo de la presente invención.

[Fig. 6B] La Fig. 6B es una fotografía que muestra una sección de una superficie del cuerpo formada por estampado en caliente de un ejemplo comparativo.

15 [Fig. 7] La Fig. 7 es un diagrama para explicar que cuando la rugosidad de la superficie Rz antes del tratamiento térmico de estampado en caliente es menos de 2.5, una densidad numérica de irregularidades después del tratamiento térmico con estampado en caliente es menos de 3.

### Descripción de realizaciones

20 Una lámina de acero para estampado en caliente de la presente invención contiene de 0.5% en masa a 3.0% en masa de Si en la lámina de acero, una cantidad de aceite inhibidor de la corrosión aplicado a la lámina de acero está en un intervalo de 50 mg/m<sup>2</sup> a 1500 mg/m<sup>2</sup>, y la rugosidad de la superficie de la lámina de acero es Rz > 2.5 μm. Un contenido de S contenido en el aceite inhibidor de la corrosión es 5% en masa o menos.

En primer lugar, se describirá la razón por la que los presentes inventores prestaron atención al aceite de revestimiento.

25 Con un objetivo de mejorar la adhesión de incrustaciones de las láminas de acero a las que no se aplica chapado (láminas de acero laminado en frío o láminas de acero laminado en caliente), los presentes inventores han investigado las propiedades de la superficie de las láminas de acero y las influencias de varios tipos de tratamiento. Como resultado, los presentes inventores han descubierto que, aunque las láminas de acero después del desengrasado muestran una excelente adhesión de incrustaciones, la adhesión de incrustaciones se deteriora significativamente después de aplicar aceite inhibidor de la corrosión. Cuando los presentes inventores investigaron la relación entre la adhesión de las incrustaciones y el aceite inhibidor de la corrosión con más detalle, se ha encontrado que cuando se incrementa la cantidad de S contenido como impurezas en el aceite inhibidor de la corrosión, las incrustaciones tienden a desprenderse fácilmente. Es concebible que el S en el aceite inhibidor de la corrosión tenga una influencia en la adhesión de las incrustaciones, aunque la razón detallada no está clara.

35 Por otra parte, es necesario aplicar aceite inhibidor de la corrosión tal como aceite mineral, a una lámina de acero laminado en caliente decapada para estampado en caliente, y a una lámina de acero laminado en frío para estampado en caliente después del laminado en frío o recocido para evitar que se produzca corrosión en el período desde la producción hasta el uso. En particular, una lámina de acero después del decapado generalmente se ha revestido con aceite de más de 1500 mg/m<sup>2</sup>, suponiendo que el período desde la entrega a un usuario hasta el uso es largo. Cuando los presentes inventores investigaron la influencia de la cantidad de aceite de revestimiento con el fin de hacer compatibles las propiedades de inhibición de la corrosión y adhesión de incrustaciones, los presentes inventores han descubierto que, como se ilustra en la Fig. 1, la adhesión de las incrustaciones se mejora controlando estrictamente el intervalo de la cantidad de aceite de revestimiento y la rugosidad de la superficie de una lámina de acero. El efecto se exhibe estableciendo la cantidad de aceite de revestimiento en de 50 mg/m<sup>2</sup> a 1500 mg/m<sup>2</sup>. Se establece un límite inferior de la cantidad de aceite de revestimiento en 50 mg/m<sup>2</sup>, porque es difícil garantizar excelentes propiedades de inhibición de la corrosión con una cantidad de aceite de revestimiento menor que la cantidad de aceite de revestimiento de 50 mg/m<sup>2</sup>. El límite inferior de la cantidad de aceite de revestimiento es preferentemente de 100 mg/m<sup>2</sup> o más, y más preferentemente de 200 mg/m<sup>2</sup> o más. Se establece un límite superior en 1500 mg/m<sup>2</sup> para obtener un efecto de excelente adhesión de incrustaciones. El límite superior de la cantidad de aceite de revestimiento se establece en 1500 mg/m<sup>2</sup> porque cuando la cantidad de aceite de revestimiento excede de 1500 mg/m<sup>2</sup>, la adhesión de incrustaciones se deteriora. El límite superior es preferentemente 1000 mg/m<sup>2</sup>, es más preferentemente 900 mg/m<sup>2</sup> y mucho más preferentemente es 800 mg/m<sup>2</sup>. Además, el aceite revestido en la superficie de la lámina de acero se quema en el momento del calentamiento y, por lo tanto, se convierte en la causa de la generación de hollín. En base a esto, una cantidad menor de aceite de revestimiento es más preferible.

55 La adhesión de incrustaciones ilustrada en la Fig. 1 fue evaluada por un ensayo de embutido poco profundo en caliente en una matriz cilíndrica de Φ 70 mm y una profundidad de 20 mm. Después de que una lámina de acero se calentó a un intervalo de temperatura de 800°C a 1100°C a 50°C/s en un calentador eléctrico, y se mantuvo durante

de 0 segundos a 120 segundos, se detuvo la energización, la lámina de acero se enfrió a 650°C dejándola enfriar, y se realizó un embutido poco profundo en caliente en la matriz descrita anteriormente. Las muestras después de la formación se observaron visualmente, y las muestras en las que un área donde se desprendieron las incrustaciones daban cuenta del 5% o menos se determinó que tenían una buena adhesión de incrustaciones (círculo), las muestras en las que el área donde se separaron las incrustaciones representaban del 5 al 15% se determinaron como pobres (triángulo), y las muestras en las que el área donde se separaron las incrustaciones representaban más del 15% se determinaron como muy pobres (X). Las muestras en las que el área donde se separaron las incrustaciones representaba el 5% o menos se determinaron dentro del intervalo de la presente invención.

Es posible evaluar la adhesión de las incrustaciones sin limitar particularmente el método de calentamiento. Por ejemplo, se pueden adoptar condiciones de cualquiera de un horno de calentamiento, rayos infrarrojos lejanos, rayos infrarrojos cercanos y calentamiento eléctrico. Además, cuando una lámina de acero se calienta en un horno de calentamiento, se puede obtener una adhesión de incrustaciones más excelente al disminuir las incrustaciones controlando la atmósfera en el horno de calentamiento y restringiendo la oxidación de la lámina de acero.

Tenga en cuenta que una temperatura de ensayo de embutido poco profundo puede estar en cualquier región de temperatura con tal de que se pueda procesar una lámina de acero, pero en general, una lámina de acero para estampado en caliente tiene alta resistencia y excelente fijabilidad de forma al procesar en una región de austenita y el subsecuente endurecimiento en matriz. A partir de esto, la evaluación de las características se llevó a cabo mediante embutido poco profundo en caliente a 650°C que excede de Ar3.

Como método de revestimiento de aceite, generalmente se usa revestimiento de aceite electrostático, pulverización, un rodillo de revestimiento y similares, pero el método de revestimiento de aceite no está limitado con tal de que se pueda asegurar la cantidad de aceite de revestimiento.

Aunque no se especifica el tipo de aceite, NOX-RUST530F (fabricado por PARKER INDUSTRIES, INC.) o similares se usa generalmente si el aceite es aceite mineral, por ejemplo, y si la cantidad de aceite de revestimiento satisface el intervalo de la presente invención, el tipo de aceite no está limitado.

Aunque la cantidad de aceite de revestimiento se puede medir por cualquier método con tal de que se pueda medir la cantidad de aceite de revestimiento, los presentes inventores midieron la cantidad de aceite de revestimiento por el siguiente método. La lámina de acero revestida con aceite inhibidor de la corrosión se cortó primero en un cuadrado de 150 mm, y a continuación, se aplicó una cinta de modo que quede expuesta una región de 100 mm por 100 mm. Subsecuentemente, se midieron por adelantado los pesos del aceite de revestimiento y la lámina de acero a la que se realizó el sellado (incluido el peso de la cinta). Subsecuentemente, el desengrasado se realizó limpiando el aceite inhibidor de la corrosión en la superficie de la lámina de acero con un paño que contenía acetona, se midió el peso de la lámina de acero desengrasada, se compararon los pesos antes y después del desengrasado y, por lo tanto, se calculó la cantidad de aceite de revestimiento por unidad de área. La medida se llevó a cabo en tres puntos en cada una de las láminas de acero, y se determinó un valor medio de las cantidades unidas como una cantidad de aceite de revestimiento de cada una de las láminas de acero.

El contenido de S contenido en el aceite inhibidor de la corrosión está restringido al 5% en masa o menos. Cuando los presentes inventores investigaron la relación entre el contenido de S en el aceite de revestimiento y un porcentaje de área separada de incrustaciones como se ilustra en la Fig. 2, los presentes inventores han encontrado que a medida que el contenido de S en el aceite de revestimiento se hace más pequeño, se incrementa la adhesión de las incrustaciones, y especialmente cuando el contenido de S en el aceite de revestimiento es de 5% en masa o menos, el área de incrustaciones desprendidas se vuelve sustancialmente 0%. Es concebible que mientras el aceite contenido en el aceite inhibidor de la corrosión se quema y se elimina durante el calentamiento, el S contenido como una impureza permanece en la superficie de la lámina de acero para concentrarse en las incrustaciones, y por ello deteriora la adhesión de las incrustaciones, aunque el mecanismo detallado no está claro. Por consiguiente, es preferible reducir el contenido de S contenido en el aceite inhibidor de la corrosión. El contenido de S es preferentemente 4% en masa o menos, y es más preferentemente 3% en masa o menos. Aunque el análisis de S en el aceite inhibidor de la corrosión se puede realizar por cualquier método con tal de que el S se pueda analizar, los presentes inventores extrajeron 5 ml del aceite inhibidor de la corrosión que se aplica a la lámina de acero, y llevaron a cabo el análisis por fluorescencia de rayos X (X-ray Fluorescence Sulfur-in-Oil Analyzer SLFA-2800 / HORIBA). En la medida, la medida se llevó a cabo con  $n = 3$ , y su valor medio se definió como el contenido de S.

La rugosidad de la superficie de la lámina de acero se describirá a continuación. Para garantizar la adhesión de las incrustaciones, la rugosidad de la superficie de la lámina de acero necesita satisfacer  $Rz > 2.5 \mu\text{m}$ . Un resultado obtenido al investigar una relación entre la rugosidad de la superficie Rz de la lámina de acero y la adhesión de las incrustaciones es como se ilustra en la Fig. 1 descrita anteriormente. Al proporcionar irregularidades en una interfase entre las incrustaciones que se generan en el momento del tratamiento térmico de estampado en caliente y un hierro base, las irregularidades se forman en la interfase entre el hierro base y las incrustaciones, y se produce un mayor aumento de la adhesión. El efecto generalmente se conoce como efecto de anclaje. En particular, las incrustaciones que se generan en el momento del calentamiento en la presente lámina de acero son delgadas. Como resultado, en la presente lámina de acero en la que el grosor de las incrustaciones es delgado, se forman incrustaciones que tienen irregularidades al recibir una influencia del estado de la superficie del hierro base. Por consiguiente, la

5 rugosidad de la superficie de la lámina de acero antes del estampado en caliente necesita satisfacer  $R_z > 2.5 \mu\text{m}$ . Cuando  $R_z \leq 2.5 \mu\text{m}$ , la rugosidad de la superficie de la lámina de acero es pequeña, y el efecto de anclaje es insuficiente, por lo que no se puede garantizar una excelente adhesión de las incrustaciones en el momento del estampado en caliente. Aunque el efecto de la excelente adhesión de las incrustaciones de la presente invención se puede obtener sin proporcionar particularmente el límite superior, si la adhesión de las incrustaciones se incrementa excesivamente, se hace difícil retirar las incrustaciones en un procedimiento aguas abajo, tal como granallado, por ejemplo. De este modo, se establece en  $R_z < 8.0 \mu\text{m}$ . Es más preferible establecer  $R_z < 7.0 \mu\text{m}$ . Sin embargo, incluso si se establece  $R_z \geq 8.0 \mu\text{m}$ , es posible garantizar una excelente adhesión de incrustaciones que es el efecto del presente invención. Tenga en cuenta que en la lámina de acero en la que el contenido de Si es inferior al 0.50% en masa, incluso si se establece la rugosidad de la superficie en  $R_z > 2.5 \mu\text{m}$ , se forman unas gruesas incrustaciones de Fe en el momento del calentamiento y, de este modo, incluso cuando las irregularidades están en la superficie de la lámina de acero, la interfase entre el hierro base y las incrustaciones se vuelve plana por oxidación excesiva. Como resultado, se eliminan las irregularidades en la interfase entre las incrustaciones y el hierro base, y no se exhibe el efecto de la excelente adhesión de las incrustaciones que es el efecto de la presente invención.

10 Aunque la medida de la rugosidad de la superficie  $R_z$  se puede realizar por cualquier método, los presentes inventores midieron la región de una longitud de 10 mm con  $n = 3$ , con el uso de un instrumento de medida de la rugosidad de la superficie de contacto (SURFCOM2000DX/SD3 fabricado por TOKYO SEIMITSU CO., LTD) con un ángulo de punta de sonda de  $60^\circ$  y un punto R de  $2 \mu\text{m}$ , y determinaron el valor medio como la rugosidad de la superficie  $R_z$  de cada una de las láminas de acero.

15 A continuación, se describirá una estructura de incrustaciones del cuerpo formado por estampado en caliente. La lámina de acero para estampado en caliente de la presente invención asegura la adhesión de incrustaciones mediante el control de las irregularidades en la interfase entre las incrustaciones y el hierro base. Por consiguiente, las incrustaciones pueden estar compuestas principalmente por un óxido de Si,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y FeO. Existe un óxido de Si en la interfase entre el hierro base y las incrustaciones de hierro (FeO,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), y por ello controla el grosor de las incrustaciones de hierro. Por consiguiente, las incrustaciones necesitan contener un óxido de Si. Dado que el objetivo principal es controlar el grosor del óxido de hierro, incluso si el óxido de Si es muy delgado, es suficiente si el óxido de Si existe, e incluso con 1 nm, el óxido de Si exhibe el efecto.

20 El análisis de la composición de las incrustaciones del cuerpo formado se llevó a cabo mediante difracción de rayos X cortando la lámina de un fondo de la porción cilíndrica de una pieza de muestra de embutido poco profundo. A partir de la relación de intensidad de pico de los óxidos respectivos, se midieron las relaciones en volumen de los óxidos de Fe respectivos. El óxido de Si apenas existía, y el porcentaje en volumen era menos de 1%, y de este modo la evaluación cuantitativa en la difracción de rayos X era difícil. Sin embargo, es posible confirmar que existe un óxido de Si en la interfase entre las incrustaciones y el hierro base por análisis en línea de EPMA (Electron Probe Micro Analyzer).

25 El grosor de las incrustaciones es de  $10 \mu\text{m}$  o menos. Cuando el grosor de las incrustaciones es de  $10 \mu\text{m}$  o menos, la adhesión de las incrustaciones se mejora más. Cuando el grosor de las incrustaciones excede de los  $10 \mu\text{m}$ , las incrustaciones tienden a desprenderse fácilmente debido a una tensión térmica que funciona en el momento del enfriamiento en el momento del estampado en caliente. A continuación, en un procedimiento de retirada de incrustaciones, tal como granallado o granallado húmedo, se producen fracturas entre las incrustaciones de Fe, y se desprenden unas incrustaciones que existen en un lado externo. Como resultado, las incrustaciones también tiene el problema de ser inferiores en retirabilidad de las incrustaciones. Por consiguiente, el grosor de las incrustaciones es de  $10 \mu\text{m}$  o menos. El grosor de las incrustaciones es más preferentemente  $7 \mu\text{m}$  o menos, y es más preferentemente  $5 \mu\text{m}$  o menos. El grosor de las incrustaciones se consigue controlando la cantidad de aceite de revestimiento dentro del intervalo predeterminado simultáneamente con el control del contenido de Si de la lámina de acero dentro de un intervalo predeterminado. La Fig. 5 ilustra una relación entre la cantidad de aceite de revestimiento y el grosor de las incrustaciones.

30 En la interfase entre el hierro base y las incrustaciones en el cuerpo formado por estampado en caliente de la presente invención, están presentes tres o más irregularidades de  $0.2 \mu\text{m}$  a  $8.0 \mu\text{m}$  por  $100 \mu\text{m}$ . La Fig. 6A muestra una fotografía de una interfase entre un hierro base y unas incrustaciones de un cuerpo formado excelente en adhesión de incrustaciones, y la Fig. 6B muestra una fotografía de una interfase entre un hierro base e incrustaciones inferiores en adhesión de incrustaciones. Dado que las irregularidades contribuyen a la mejora de la adhesión de las incrustaciones en el momento del estampado en caliente, y de este modo, se puede garantizar una excelente adhesión de las incrustaciones controlando las irregularidades dentro del intervalo descrito anteriormente. Las irregularidades de menos de  $0.2 \mu\text{m}$  proporcionan un efecto de anclaje insuficiente y proporcionan una adhesión de incrustaciones inferior. Con irregularidades de  $8.0 \mu\text{m}$  o más, la adhesión de las incrustaciones es tan fuerte que las incrustaciones son difíciles de retirar en el subsecuente procedimiento de retirada de las incrustaciones, por ejemplo, por granallado o por granallado húmedo, y por lo tanto es preferible hacer las irregularidades en la interfase entre las incrustaciones y el hierro base de  $8.0 \mu\text{m}$  o menos. Las irregularidades son más preferentemente de  $6.0 \mu\text{m}$  o menos, y más preferentemente de  $4.0 \mu\text{m}$  o menos. Tenga en cuenta que incluso si las irregularidades superan los  $8.0 \mu\text{m}$ , se puede garantizar una excelente adhesividad de incrustaciones que es el efecto de la presente invención.

5 Cuando el número de irregularidades de 0.2 µm a 8.0 µm por 100 µm es menor de tres, un efecto de mejora de la adhesión de incrustaciones no es suficiente y, de este modo, el número de irregularidades por 100 µm se establece en tres o más. Es posible asegurar una excelente adhesión de incrustaciones, que es el efecto de la presente invención sin establecer particularmente un límite superior del número de irregularidades por 100 µm. Tenga en cuenta que las irregularidades del cuerpo formado están correlacionadas con la rugosidad de la superficie Rz de la lámina de acero como se ilustra en la Fig. 7, y son controlables estableciendo la rugosidad de la superficie de la lámina de acero como Rz > 2.5 µm.

A continuación, se describirán las composiciones químicas de la lámina de acero y el cuerpo formado por estampado en caliente de la presente invención. Tenga en cuenta que en lo sucesivo % quiere decir % en masa.

10 C: de 0.100% a 0.600%

15 El C representa un elemento que está contenido para mejorar la resistencia de la lámina de acero. Si un contenido de C es inferior al 0.100%, no se puede garantizar una resistencia a la tracción de 1180 MPa o más, y no se puede garantizar un cuerpo formado con alta resistencia que es el objetivo del estampado en caliente. Cuando el contenido de C excede del 0.600%, la soldabilidad y la procesabilidad se vuelven insuficientes, y de este modo el contenido de C se establece en de 0.100% a 0.600%. El contenido de C es preferentemente de 0.100% a 0.550%, y más preferentemente de 0.150% a 0.500%. Sin embargo, si no se requiere la resistencia del cuerpo formado, se puede garantizar una excelente adhesión de incrustaciones incluso si el contenido de C es inferior al 0.150%.

Si: de 0.50% a 3.00%

20 El Si mejora la adhesión de las incrustaciones al controlar la composición de las incrustaciones en el momento del estampado en caliente, y por lo tanto, el Si es un elemento esencial. Si el contenido de Si es inferior al 0.50%, el grosor de las incrustaciones de Fe no se puede controlar y no se puede garantizar una excelente adhesión de las incrustaciones. En consecuencia, es necesario establecer el contenido de Si en 0.50% o más. Además, cuando se considera la aplicación a un miembro que es difícil de formar en el momento del estampado en caliente, es preferible incrementar el contenido de Si. En consecuencia, el contenido de Si es preferentemente 0.70% o más, y es más preferentemente 0.90% o más. Mientras tanto, el Si incrementa un punto Ae3, y la temperatura de calentamiento necesaria para hacer de la martensita una fase principal, y de este modo, si el Si está contenido en exceso, la productividad y la eficiencia económica se reducen. Por consiguiente, un límite superior del contenido de Si se establece en 3.00%. El límite superior del contenido de Si es preferentemente del 2.5%, y el límite superior es más preferentemente del 2.0%. Sin embargo, es posible garantizar una excelente adhesión de incrustaciones, excepto la productividad y la eficiencia económica.

Mn: de 1.20% a 4.00%

35 El Mn retrasa la transformación de ferrita en un procedimiento de enfriamiento en el momento del estampado en caliente, y convierte un cuerpo conformado por estampado en caliente en una estructura que tiene una fase principal de martensita, y de este modo es necesario contener 1.20% o más de Mn. Si el contenido de Mn es menor de 1.20%, la martensita no se puede convertir en una fase principal, y es difícil garantizar una alta resistencia, que es un objetivo del cuerpo formado por estampado en caliente, y, de este modo, un límite inferior del contenido de Mn se establece en 1.20%. Sin embargo, si no se requiere la resistencia del cuerpo formado, se puede asegurar una excelente adhesión de incrustaciones incluso si el contenido de Mn es inferior al 1.20%. Cuando el contenido de Mn excede del 4.00%, el efecto se satura, se provoca fragilización y se provoca una fractura en el momento de la fundición, laminado en frío o laminado en caliente, y de este modo se establece un límite superior del contenido de Mn en 4.00%. El contenido de Mn está preferentemente dentro de un intervalo de 1.50% a 3.50%, y más preferentemente está dentro de un intervalo de 2.00% a 3.00%.

Ti: de 0.005% a 0.100%

45 El Ti es un elemento que se combina con N para formar TiN y, por ello, impide que B sea un nitruro para mejorar la templabilidad. El efecto se vuelve notable cuando el contenido de Ti es 0.005% o más, y de este modo el contenido de Ti se establece como 0.005% o más. Sin embargo, cuando el contenido de Ti excede de 0.100%, se forma un carburo de Ti, se reduce una cantidad de C que contribuye a fortalecer la martensita, y se provoca una reducción de la resistencia, y de este modo, un límite superior del contenido de Ti se establece en 0.100%. El contenido de Ti está preferentemente dentro de un intervalo de 0.005% a 0.080%, y más preferentemente está dentro de un intervalo de 0.005% a 0.060%.

B: de 0.0005% a 0.0100%

55 El B mejora la templabilidad en el momento del estampado en caliente y contribuye a hacer una fase principal de martensita. El efecto es notable cuando el contenido de B es 0.0005% o más, y de este modo es necesario establecer el contenido de B en 0.0005% o más. Cuando el contenido de B excede del 0.0100%, el efecto se satura, se precipita un boruro de hierro y se pierde el efecto de la templabilidad de B y, de este modo, el límite superior del contenido de B se establece en 0.0100%. El contenido de B está preferentemente dentro de un intervalo de 0.0005% a 0.0080%, y más preferentemente está dentro de un intervalo de 0.0005% a 0.0050%.

P: 0.100% o menos

5 El P es un elemento que se segrega en una porción central del grosor de lámina de la lámina de acero, y es un elemento que fragiliza una porción soldada. En consecuencia, un límite superior de un contenido de P se establece en 0.100%. Un límite superior más preferible es 0.050%. Cuanto más bajo es el contenido de P, más preferible, y aunque el efecto de la presente invención se exhibe sin establecer particularmente el límite inferior, pero es económicamente desventajoso reducir el P a menos del 0.001% desde el punto de vista de la productividad y del coste de la desfosforización, y de este modo el límite inferior se establece preferentemente en 0.001%.

S: de 0.0001% a 0.0100%

10 El S ejerce una gran influencia en la adhesión de las incrustaciones y, de este modo, es necesario restringir un contenido en la lámina de acero. En consecuencia, un límite superior de un contenido de S se establece en 0.0100%. Un límite inferior del contenido de S se establece en 0.0001% porque es económicamente desventajoso desde el punto de vista de la productividad y el coste de la desfosforización. El contenido de S está preferentemente dentro de un intervalo de 0.0001% a 0.0070%, y más preferentemente está dentro de un intervalo de 0.0003% a 0.0050%.

15 Al: de 0.005% a 1.000%

20 El Al actúa como un desoxidante y, de este modo, el contenido de Al se establece en 0.005% o más. Cuando el contenido de Al es inferior al 0.005%, no se puede obtener un efecto de desoxidación suficiente y existe una gran cantidad de envoltura (óxido) en la lámina de acero. Estas envolturas se convierten en puntos de partida de destrucción en el momento del estampado en caliente y las causas de la rotura, y por lo tanto no son preferibles. El efecto se vuelve notable cuando el contenido de Al llega a 0.005% o más, y de este modo es necesario establecer el contenido de Al en 0.005% o más. Cuando el contenido de Al excede del 1.000%, se incrementa el punto Ac3 y se incrementa la temperatura de calentamiento en el momento del estampado en caliente. Es decir, el estampado en caliente es una técnica para obtener un cuerpo conformado con alta resistencia que tiene una forma complicada calentando una lámina de acero hasta una región de una sola fase austenita, y sometiendo la lámina de acero a un prensado en matriz caliente de excelente formabilidad y enfriando rápidamente usando una matriz. Como resultado, cuando está contenida una gran cantidad de Al, el punto Ac3 se incrementa significativamente, se produce un incremento de la temperatura de calentamiento requerida para el calentamiento de la región de fase única de austenita, y se reduce la productividad. En consecuencia, es necesario establecer un límite superior del contenido de Al en 1.000%. El contenido de Al está preferentemente dentro de un intervalo de 0.005% a 0.500%, y está más preferentemente dentro de un intervalo de 0.005% a 0.300%.

N: 0.0100% o menos

35 El N es un elemento que forma nitruros gruesos y deteriora la capacidad de doblado y la capacidad de expansión de agujeros. Cuando un contenido de N excede de 0.0100%, la capacidad de doblado y la capacidad de expansión de agujeros se deterioran significativamente, y de este modo, el límite superior del contenido de N se establece en 0.0100%. Tenga en cuenta que el N se convierte en una causa de generación de un agujero de soplado en el momento de la soldadura, y de este modo, cuanto menor es el contenido de N, más preferible es. Por consiguiente, el contenido de N es preferentemente 0.0070 o menos, y es más preferentemente 0.0050% o menos. Aunque no es necesario establecer particularmente un límite inferior del contenido de N, el coste de fabricación se incrementa significativamente cuando el contenido de N se reduce a menos de 0.0001%, y de este modo un límite inferior práctico es 0.0001%. Desde el punto de vista del coste de fabricación, el contenido de N es más preferentemente 0.0005% o más.

40 Tenga en cuenta que otros elementos inevitables pueden estar contenidos en cantidades extremadamente pequeñas. Por ejemplo, el O forma un óxido y existe como una inclusión.

La lámina de acero de la presente invención contiene además los siguientes elementos según la necesidad.

45 Ni: de 0.01% a 2.00%

Cu: de 0.01% a 2.00%

Cr: de 0.01% a 2.00%

Mo: de 0.01% a 2.00%

50 El Ni, Cu, Cr y Mo son elementos que contribuyen a incrementar la resistencia al mejorar la templeabilidad en el momento del estampado en caliente, y hacer una fase principal de martensita. El efecto se vuelve notable al contener 0.01% o más de cada uno de un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en Ni, Cu, Cr y Mo, y de este modo el contenido de los elementos es preferentemente 0.01%, respectivamente. Cuando el contenido de cada uno de los elementos excede de una cantidad predeterminada, la soldabilidad, la trabajabilidad en caliente y similares se deterioran, o la resistencia de la lámina de acero para el estampado en caliente es tan alta



que puede provocar un problema de fabricación y, de este modo, los límites superiores de los contenidos de estos elementos se establecen preferentemente en 2.00%.

Nb: de 0.005 a 0.100%

V: de 0.005 a 0.100%

5 W: de 0.005 a 0.100%

10 El Nb, V y W son elementos que fortalecen los granos finos al inhibir el crecimiento de austenita en el momento del estampado en caliente, y contribuyen a aumentar la resistencia y mejorar la tenacidad. Por consiguiente, puede estar contenido un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en estos elementos. El efecto se vuelve más notable cuando está contenido 0.005% o más de cada uno de los elementos, y de este modo es preferible que esté contenido 0.005% o más de cada uno de los elementos. Tenga en cuenta que cuando está contenido más del 0.100% de cada uno de estos elementos, no es preferible porque se forman carburos de Nb, V y W, se reduce una cantidad de C que contribuye a fortalecer la martensita y se provoca una reducción de la resistencia. Cada uno de los elementos está preferentemente en un intervalo de 0.005% a 0.090%.

15 Un total de uno tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg: de 0.0003% a 0.0300%

En la presente invención, del 0.0003% al 0.0300% de un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg pueden estar además contenidos en total.

20 El REM, Ca, Ce y Mg son elementos que mejoran la resistencia y contribuyen a la mejora del material. Cuando el total de un tipo o dos o más tipos seleccionados del grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg es inferior al 0.0003%, no se puede obtener un efecto suficiente y, de este modo, es preferible establecer un límite inferior del total en 0.0003%. Cuando el total de un tipo o dos o más tipos seleccionados del grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg excede de 0.0300%, es probable que la capacidad de moldeo y la trabajabilidad en caliente se deterioren, y de este modo es preferible establecer un límite superior del total en 0.0300%. Tenga en cuenta que REM es una abreviatura de Rare Earth Metal y se refiere a un elemento que pertenece a un sistema lantanoide. En la presente invención, el REM a menudo se añade en metal de misch, y además de Ce, los elementos de un sistema lantanoide a veces están contenidos en combinación.

25 En la presente invención, el efecto de la presente invención se hace evidente incluso cuando los elementos de un sistema lantanoide distinto de La y Ce están contenidos como impurezas inevitables, y el efecto de la presente invención se hace evidente incluso cuando los otros elementos tales como los metales están contenidos como impurezas.

30 A continuación, se describirán las características de las microestructuras de la lámina de acero para el estampado en caliente y el cuerpo conformado por estampado en caliente de la presente invención.

35 Con tal de que la composición química, la rugosidad de la superficie de la lámina de acero y la cantidad de aceite de revestimiento satisfagan los intervalos de la presente invención, el efecto de la presente invención puede ser exhibido por cualquiera de una lámina de acero laminado en caliente decapado, lámina de acero laminado obtenida laminando en frío una lámina de acero laminado en caliente, o una lámina de acero laminado en frío a la que se aplica un recocido después del laminado en frío.

40 Estas láminas de acero se calientan hasta una región de austenita que excede de los 800°C en el momento del estampado en caliente, y por lo tanto exhiben un rendimiento como láminas de acero para estampado en caliente que tienen una excelente adhesión de incrustaciones que es el efecto de la presente invención sin limitar particularmente la microestructura. Sin embargo, cuando se lleva a cabo el corte mecánico de las láminas de acero y el punzonado en frío antes del estampado en caliente, la resistencia de las láminas de acero es preferentemente lo más baja posible para reducir el desgaste de las matrices, los bordes cortantes de las cuchillas o las matrices de punzonado. En consecuencia, la microestructura de la lámina de acero para estampado en caliente es preferentemente estructuras de ferrita y perlita, o una estructura de bainita y una estructura obtenida templando la martensita. Sin embargo, si el desgaste de un punzón y matrices en el momento del corte mecánico y el punzonado en frío no se convierten en un problema, es posible garantizar una excelente adhesión de las incrustaciones, que es el efecto de la presente invención, incluso si están contenidos un tipo o dos o más tipos de austenita retenida, martensita en estado endurecido y bainita. Además, para reducir la resistencia de la lámina de acero, se puede llevar a cabo un tratamiento térmico en un horno de recocido de tipo caja o en una instalación de recocido continuo. Alternativamente, incluso cuando el laminado en frío se lleva a cabo después del tratamiento de ablandamiento anterior, y el grosor de la lámina se controla hasta un grosor de lámina predeterminado, se garantiza una excelente adhesión de las incrustaciones, que es el efecto de la presente invención.

55 Cuando se mejora la resistencia del cuerpo formado después del estampado en caliente, y se obtiene una alta resistencia del componente, la microestructura del cuerpo formado tiene preferentemente una fase principal de martensita. En particular, para garantizar una resistencia a la tracción de 1180 MPa o más, una relación de volumen

de martensita que es una fase principal se hace preferentemente del 60% o más. La martensita se puede someter a temple después del estampado en caliente, y hacer martensita templada. Como estructura puede estar contenida otra distinta de martensita, bainita, ferrita, perlita, cementita y austenita retenida. Además, incluso si el porcentaje de volumen de martensita es inferior al 60%, es posible asegurar la excelente adhesión de las incrustaciones de la presente invención.

Los siguientes métodos se usan en la identificación de las microestructuras (martensita templada, martensita, bainita, ferrita, perlita, austenita retenida y una estructura restante) que componen la estructura de la lámina de acero, confirmación de las posiciones de existencia y medida de los porcentajes de área. Por ejemplo, es posible corroer una sección en una dirección de laminado de lámina de acero o una sección en una dirección perpendicular a la dirección de laminado con un reactivo nital y el reactivo descrito en la publicación de patente japonesa abierta a inspección pública No. 59-219473, y observar la estructura con un microscopio electrónico de barrido de potencia de 1000 a 100000 (SEM: Scanning Electron Microscope) y microscopio electrónico de transmisión (TEM: Transmission Electron Microscope). Los presentes inventores determinaron la sección de grosor de la lámina paralela a la dirección de laminado de la lámina de acero como superficie de observación, extrajeron una muestra, pulieron la superficie de observación, realizaron un ataque químico con nital, observaron un intervalo de grosor de  $\frac{1}{8}$  a  $\frac{3}{8}$  con un  $\frac{1}{4}$  del grosor de la lámina como centro con un microscopio electrónico de barrido de emisión de campo (FE-SEM: Field Emission Scanning Electron Microscope), midieron una fracción de área, y la fracción de área se tomó como una fracción de volumen. En cuanto a la fracción de volumen de la austenita retenida, la fracción de volumen se midió realizando difracción de rayos X con la superficie que era paralela a la superficie de la lámina de acero principal y tenía un  $\frac{1}{4}$  de grosor, usada como superficie de observación.

A continuación, se describirá un método para producir la lámina de acero para estampado en caliente de la presente invención.

Aunque las otras condiciones de operación se basan en un método usual, las siguientes condiciones son preferibles en términos de productividad.

Para producir la lámina de acero en la presente invención, primero se moldea un planchón que tiene la misma composición de componentes que la composición de componentes de la lámina de acero mencionada anteriormente. Como planchón proporcionado para laminado en caliente, se puede usar un planchón continuamente colado, el planchón producido por un fundidor de planchón delgado o similares. El método para fabricar la lámina de acero de la presente invención se adapta a un procedimiento como el laminado directo de colada continua (CC-DR) que realiza el laminado en caliente inmediatamente después de la colada.

Temperatura de calentamiento del planchón: 1100°C o superior

Temperatura de terminación del laminado en caliente: punto de transformación Ar3 o superior

Temperatura de bobinado: 700°C o inferior

Relación de laminado en frío: de 30 a 70%

La temperatura de calentamiento del planchón se ajusta preferentemente a 1100°C o más. La temperatura de calentamiento del planchón en una región de temperatura inferior a 1100°C provoca una reducción de la temperatura de laminado de acabado y, de este modo, la resistencia en el momento del laminado de acabado tiende a ser alta. Como resultado, existe la posibilidad de que el laminado se vuelva difícil, se produzca una forma pobre de la lámina de acero después del laminado y, de este modo, la temperatura de calentamiento del planchón se establece preferentemente en 1100°C o más.

La temperatura de laminado de acabado se establece preferentemente en el punto de transformación de Ar3 o superior. Cuando la temperatura de laminado de acabado se vuelve más baja que el punto de transformación de Ar3, la carga de laminado se vuelve alta, y existe la posibilidad de que el laminado se vuelva difícil, y que se produzca una forma pobre de la lámina de acero después del laminado, y de este modo se establece un límite inferior de la temperatura de laminado de acabado preferentemente en el punto de transformación Ar3. No es necesario establecer un límite superior de la temperatura de laminado de acabado, pero si la temperatura de laminado de acabado se establece que es excesivamente alta, la temperatura de calentamiento del planchón se tiene que hacer excesivamente alta para garantizar la temperatura y, de este modo, el límite superior de la temperatura de laminado de acabado es preferentemente 1100°C.

La temperatura de bobinado se establece preferentemente en 700°C o inferior. Cuando la temperatura de bobinado excede de 700°C, el grosor de los óxidos formados en la superficie de la lámina de acero se incrementa excesivamente, y la propiedad de decapado se deteriora, y de este modo la temperatura de bobinado más alta de 700°C no es preferible. Cuando se realiza el laminado en frío a continuación, un límite inferior de la temperatura de bobinado se establece preferentemente en 400°C. Cuando la temperatura de bobinado es inferior a 400°C, la resistencia de la lámina de acero laminado en caliente se incrementa extremadamente, y se produce fácilmente una fractura de lámina y una mala forma en el momento del laminado en frío y, de este modo, el límite inferior de la temperatura de bobinado se establece preferentemente en 400°C. Sin embargo, si la lámina de acero laminado en

caliente que se bobina se desea para ser ablandada por calentamiento de la lámina de acero bobinada en caliente en el horno de recocido de tipo caja o la instalación de recocido continuo, la lámina de acero se puede bobinar a una temperatura más baja de 400°C. Tenga en cuenta que en el momento del laminado en caliente, las láminas laminadas en bruto se pueden unir unas con otras y el laminado final se puede realizar de forma continua. Además, la lámina laminada en bruto se puede bobinar temporalmente.

A continuación, se aplica el decapado a la lámina de acero laminado en caliente que se produce de esta manera durante 30 segundos o más en una disolución acuosa con una temperatura de 80°C a 100°C en la que la concentración de ácido es de 3% en masa a 20% en masa y se incluye un inhibidor. En la presente invención, el decapado en las presentes condiciones es extremadamente importante, y para controlar la rugosidad de la superficie Rz de la lámina de acero a más de 2.5 µm, es necesario el decapado en las condiciones descritas anteriormente. Tenga en cuenta que generalmente se usa una disolución acuosa de un ácido clorhídrico, un ácido sulfúrico o similares como ácido, y se puede usar agua regia o similares.

La temperatura de la disolución acuosa se establece en de 80°C a menos de 100°C, porque con una temperatura menor de 80°C, la velocidad de reacción es baja, y se tarda mucho tiempo en llevar la rugosidad de la superficie de la lámina de acero laminado en caliente a un intervalo apropiado. Mientras tanto, calentar a una temperatura de 100°C o más es peligroso y no es preferible porque la disolución hierve y salpica aunque la reacción de decapado no tiene ningún problema.

Además, la razón por la que la concentración del ácido se establece en de 3% en masa a 20% en masa es para controlar la rugosidad de la superficie Rz de la lámina de acero laminado en caliente dentro del intervalo apropiado. Cuando la concentración del ácido es inferior al 3% en masa, lleva mucho tiempo controlar las irregularidades en la superficie mediante decapado. Cuando la concentración del ácido excede del 20% en masa, el depósito de decapado se daña significativamente y el manejo de la instalación se vuelve difícil, por lo que no es preferible. Un intervalo preferible de la concentración del ácido es un intervalo de 5% en masa a 15% en masa.

Además, la razón por la que el período de tiempo de decapado se establece en 30 segundos o más es para dar de manera estable irregularidades predeterminadas (irregularidades de Rz > 2.5 µm) a la superficie de la lámina de acero mediante decapado. Cuando el depósito de decapado se divide en una pluralidad de depósitos, si el período de tiempo de decapado de alguno de los depósitos de decapado o el período de tiempo de decapado total satisface las condiciones descritas anteriormente, la rugosidad de la superficie Rz de la lámina de acero laminado en caliente se puede llevar al intervalo de la presente invención, incluso si las concentraciones o temperaturas de los depósitos de decapado individuales difieren entre sí. Además, el decapado se puede llevar a cabo dividiéndolo en una pluralidad de veces. Tenga en cuenta que en el experimento de los presentes inventores, se usó un ácido clorhídrico que incluye un inhibidor, pero el efecto de la presente invención se puede obtener usando otro ácido tal como ácido clorhídrico sin usar inhibidor, un ácido sulfúrico y un ácido nítrico, o una mezcla de estos ácidos, con tal de que la rugosidad de la superficie Rz se pueda controlar mediante decapado.

Además, las irregularidades formadas por el decapado de la lámina de acero laminado en caliente también permanecen incluso después del laminado de temple, laminado en frío o recocido, y de este modo es extremadamente importante controlar las condiciones de decapado y dar irregularidades a la superficie de la lámina después del decapado. En consecuencia, el laminado de temple se puede llevar a cabo en la lámina de acero laminado en caliente después del decapado.

Además, incluso con una lámina de acero laminado en frío a la que solo se realiza el laminado en frío, o una lámina de acero laminado en frío tratada térmicamente en una instalación de recocido continuo o un horno de recocido tipo caja después del laminado en frío, se forman irregularidades en la superficie al realizar decapado antes de laminar en frío, y se puede obtener el efecto predeterminado. Tenga en cuenta que el laminado en frío se realiza preferentemente con una rugosidad de rodillo Rz para el laminado en frío dentro de un intervalo de 1.0 µm a 20.0 µm, y el rodillo de laminado en frío también incluye un rodillo de laminado de temple.

La laminado en frío se aplica a la lámina de acero laminado en caliente decapado en las condiciones indicadas anteriormente con una reducción de sección del 30% al 80%, y la lámina de acero se puede pasar a través de una instalación de recocido continuo. Cuando la reducción de sección es inferior al 30%, se hace difícil mantener la forma de la lámina de acero plana, y la ductilidad del producto acabado se deteriora, y de este modo, un límite inferior de la reducción de sección se establece preferentemente en 30%. Cuando la reducción de sección supera el 80%, la carga de laminado se vuelve excesivamente grande, y el laminado en frío se vuelve difícil, y de este modo un límite superior de la reducción de sección se establece preferentemente en el 80%. La reducción de sección es más preferentemente del 40% al 70%. El efecto de la presente invención se hace evidente incluso sin especificar particularmente el número de veces de paso de laminado y la reducción de sección de cada paso, y de este modo no es necesario especificar el número de veces de paso de laminado, y la reducción de sección en cada paso.

Después de eso, la lámina de acero laminado en frío se puede hacer pasar a través de la línea de recocido continuo. Un objetivo del tratamiento es ablandar la lámina de acero que es altamente endurecida por laminado en frío, y de este modo, se puede adoptar cualquier condición con tal de que la condición sea tal que la lámina de acero se ablande. Por ejemplo, cuando la temperatura de recocido está en un intervalo de 550°C a 750°C, la dislocación

introducida en el momento del laminado en frío se libera por recuperación, recristalización o transformación de fase y, de este modo, el recocido se realiza preferentemente en esta región de temperatura.

Al realizar el recocido mediante un horno de tipo caja para un propósito similar, se puede obtener la lámina de acero para estampado en caliente de excelente adhesión de incrustaciones de la presente invención.

5 Después de eso, se lleva a cabo el revestimiento de aceite. Como método de revestimiento de aceite, generalmente se usa aceitado electrostático, pulverización, un rodillo de revestimiento y similares, y con tal de que se pueda asegurar una cantidad de aceite de revestimiento en un intervalo de 50 mg/m<sup>2</sup> a 1500 mg/m<sup>2</sup>, el método no está limitado. En la presente invención, el revestimiento de una cantidad predeterminada de aceite se realizó mediante una máquina de aceitado electrostático. Además, con tal de que se pueda asegurar la cantidad de aceite de revestimiento en el intervalo de 50 mg/m<sup>2</sup> a 1500 mg/m<sup>2</sup>, se puede aplicar un inhibidor de corrosión en una cantidad igual o mayor que la cantidad de aceite de revestimiento, y se puede realizar el desengrasado.

15 La excelente adhesión de las incrustaciones que es el efecto de la presente invención y una propiedad de inhibición de la corrosión se pueden hacer compatibles sin limitar particularmente las condiciones de estampado en caliente. Por ejemplo, al producir mediante el método de producción que se muestra a continuación, se logra la compatibilidad del excelente rendimiento de la resistencia a la tracción de 1180 MPa o más y la productividad. En el momento de realizar el estampado en caliente, el calentamiento se realiza preferentemente a una región de temperatura de 800°C a 1100°C a una velocidad de calentamiento de 2°C/segundo o más. Al calentar a una velocidad de 2°C/segundo o más, se puede restringir la generación de incrustaciones en el momento del calentamiento, y se proporciona el efecto de mejora en la adhesión de incrustaciones. La velocidad de calentamiento es preferentemente de 5°C/segundo o más, y es más preferentemente de 10°C/segundo o más. Además, el incremento de la velocidad de calentamiento también es efectivo para el propósito de mejorar la productividad.

20 La temperatura de recocido en el momento de realizar el estampado en caliente está preferentemente dentro del intervalo de 800°C a 1100°C. Al realizar el recocido en esta región de temperatura, es posible hacer que la estructura se convierta en una estructura austenítica monofásica, y la estructura se puede convertir en una estructura que tenga martensita como fase principal mediante enfriamiento que se realiza subsecuentemente. Cuando la temperatura de recocido en este momento es inferior a 800°C, la estructura en el momento del recocido se convierte en estructuras de ferrita y austenita, la ferrita crece en el proceso de enfriamiento, el porcentaje de volumen de ferrita excede del 10% y la resistencia a la tracción del cuerpo formado por estampado en caliente es inferior a 1180 MPa. En consecuencia, un límite inferior de la temperatura de recocido se establece preferentemente en 800°C. Cuando la temperatura de recocido excede de 1100°C, no solo el efecto está saturado, sino que también el grosor de las incrustaciones se incrementa significativamente, y surge el temor de que se reduzca la adhesión de las incrustaciones. En consecuencia, es preferible realizar el recocido a 1100°C o inferior. La temperatura de recocido está más preferentemente en un intervalo de 830°C a 1050°C.

35 Después del calentamiento, la retención se puede realizar en la región de temperatura de 800°C a 1100°C. Cuando la retención se lleva a cabo a una temperatura alta, es posible la fusión de los carburos incluidos en la lámina de acero, y se contribuye a incrementar la resistencia de la lámina de acero y la mejora de templabilidad. La retención incluye la residencia, la retirada del calentamiento y la retirada del enfriamiento en la presente región de temperatura. Dado que el objetivo es fundir los carburos, el objetivo se consigue con tal de que se garantice el período de tiempo de residencia en la presente región de temperatura. Aunque la limitación en el período de tiempo de retención no se proporciona particularmente, 1000 segundos se establece preferentemente como un límite superior, porque cuando el período de tiempo de retención es de 1000 segundos o más, el grosor de las incrustaciones se vuelve excesivamente grande y la adhesión de las incrustaciones se deteriora.

45 Después de eso, una temperatura de 800°C a 700°C se reduce preferentemente a una velocidad media de enfriamiento de 5°C/segundo o más. Aquí, 700°C es una temperatura de inicio de enfriamiento de la matriz, y la razón por la cual la temperatura de 800°C a 700°C se reduce a 5°C/segundo o más es para evitar la transformación de ferrita, la transformación de bainita y la transformación de perlita y convertir la estructura en una fase principal de martensita. Cuando la velocidad de enfriamiento es inferior a 5°C/segundo, se forman estas estructuras blandas y es difícil asegurar la resistencia a la tracción de 1180 MPa o más. Mientras tanto, el efecto de la presente invención se exhibe sin establecer particularmente el límite superior de la velocidad de enfriamiento. La razón por la que el intervalo de temperatura que se reduce a 5°C/segundo o más se establece de 800°C a 700°C es que en este intervalo de temperatura, es probable que se forme la estructura de ferrita o similares que provoca la reducción de la resistencia. El enfriamiento en este momento no está limitado al enfriamiento continuo, e incluso cuando se realiza la retención y el calentamiento en la región de temperatura, el efecto de la presente invención se exhibe con tal de que la velocidad media de enfriamiento sea de 5°C/segundo o más. El efecto de la presente invención se puede exhibir sin limitar particularmente el método de enfriamiento. Es decir, el efecto de la presente invención se puede exhibir ya sea por enfriamiento usando una matriz o enfriamiento de la matriz usando enfriamiento por agua en combinación.

### Ejemplos

A continuación, se describirán ejemplos de la presente invención, y las condiciones en los ejemplos son solo un ejemplo de las condiciones adoptadas para confirmar la implementabilidad y el efecto de la presente invención, y la

presente invención no está limitada a un ejemplo de condición.

5 Primero, se fundieron planchones de las composiciones de componentes de A a S y de a a n mostradas en la Tabla 1, y después de que los planchones se enfriaron temporalmente a temperatura ambiente, se llevó a cabo un calentamiento durante 220 minutos en un horno de calentamiento con una temperatura del horno = 1230°C, el laminado en caliente se llevó a cabo con la temperatura de laminado de acabado = de 920°C a 960°C, y el bobinado se realizó en las condiciones de temperatura mostradas en la Tabla 2.

Tabla 1 Componente químico (% en masa)

	C	Si	Mn	P	S	Ti	B	N	Al	Otros
A	0.211	1.04	2.29	0.011	0.0009	0.025	0.0028	0.0023	0.023	-
B	0.207	0.67	2.09	0.009	0.0012	0.023	0.0014	0.0027	0.019	-
C	0.189	1.83	2.55	0.007	0.0016	0.028	0.0029	0.0026	0.035	-
D	0.207	1.21	1.44	0.012	0.0018	0.035	0.0009	0.0031	0.056	Cr=0.68
E	0.208	1.19	1.82	0.013	0.0022	0.045	0.0022	0.0024	0.045	Mb=0.13
F	0.221	1.11	1.74	0.008	0.0019	0.029	0.0023	0.0022	0.024	Ni=0.44, Cu=0.12
G	0.203	1.05	2.27	0.009	0.0017	0.024	0.0020	0.0026	0.029	Nb=0.068
H	0.219	0.98	2.35	0.010	0.0033	0.021	0.0024	0.0037	0.018	V=0.054
I	0.228	1.24	2.19	0.011	0.0027	0.022	0.0021	0.0024	0.033	W=0.033
J	0.218	1.24	2.31	0.015	0.0045	0.026	0.0034	0.0034	0.027	REM=0.0046
K	0.234	1.05	2.37	0.016	0.0039	0.024	0.0025	0.0021	0.025	Ca=0.0033
L	0.219	1.03	2.19	0.009	0.0048	0.025	0.0021	0.0038	0.011	Ce=0.0029
M	0.246	1.11	2.27	0.013	0.0052	0.019	0.0021	0.0029	0.007	Mg=0.0019
N	0.309	1.09	2.19	0.008	0.0024	0.016	0.0026	0.0019	0.022	-
O	0.314	0.78	2.11	0.013	0.0028	0.025	0.0018	0.0024	0.030	-
P	0.311	1.32	1.87	0.011	0.0030	0.028	0.0020	0.0023	0.035	Cr=0.18
Q	0.356	1.24	2.09	0.015	0.0034	0.022	0.0034	0.0025	0.029	-
R	0.349	1.06	1.43	0.016	0.0019	0.021	0.0032	0.0022	0.027	Cr=0.46
S	0.412	0.99	2.22	0.007	0.0014	0.028	0.0023	0.0020	0.024	-
a	0.097	0.98	2.03	0.022	0.0022	0.033	0.0028	0.0023	0.021	-
b	0.898	1.49	1.68	0.007	0.0006	0.024	0.0026	0.0029	0.089	-
c	0.208	0.34	2.11	0.015	0.0027	0.029	0.0026	0.0029	0.019	-
d	0.194	3.25	2.09	0.009	0.0018	0.021	0.0031	0.0025	0.023	-
e	0.211	1.03	1.12	0.014	0.0016	0.026	0.0018	0.0021	0.026	-
f	0.189	1.23	7.89	0.024	0.0039	0.025	0.0049	0.0042	0.038	-
g	0.205	0.78	2.31	0.009	0.0148	0.021	0.0012	0.0031	0.022	-
h	0.209	1.16	2.31	0.007	0.0013	-	0.0018	0.0034	0.031	-
i	0.184	1.08	1.42	0.006	0.0037	0.139	0.0034	0.0037	0.022	-
j	0.210	1.05	1.89	0.016	0.0035	0.022	-	0.0028	0.027	-
k	0.201	0.98	1.45	0.011	0.0055	0.027	0.1180	0.0033	0.024	-
l	0.198	1.21	1.52	0.008	0.0042	0.033	0.0027	0.0191	0.046	-
m	0.205	0.87	2.42	0.011	0.0057	0.021	0.0016	0.0062	0.001	-
n	0.213	0.94	1.98	0.012	0.0019	0.023	0.0024	0.0024	1.285	-

La parte subrayada quiere decir que está fuera del intervalo de la presente invención  
 "..." quiere decir que cada elemento no está añadido

ES 2 781 465 T3

Tabla 2

Acero número	Acero grado*1	Temperatura de enfriamiento (°C)	Concentración de ácido (%)	Temperatura del ácido (°C)	Periodo de tiempo de decapado (s)	Tipo de aceite de revestimiento	Contenido de aceite de revestimiento (mg/m <sup>2</sup> )	Contenido de S (% en masa)	Comentarios
A1	FH	580	8	88	160	NOX503F	-	0	Acero comparativo
A2	FH	600	6	87	200	NOX503F	60	0	Acero de la presente invención
A3	FH	590	8	85	160	NOX503F	140	1	Acero de la presente invención
A4	FH	680	7	90	680	NOX503F	270	1	Acero de la presente invención
A5	FH	590	9	89	160	NOX503F	490	1	Acero de la presente invención
A6	FH	600	9	86	160	NOX503F	780	1	Acero de la presente invención
A7	FH	580	8	84	240	NOX503F	1020	1	Acero de la presente invención
A8	FH	550	9	86	40	NOX503F	1480	5	Acero de la presente invención
A9	FH	510	6	82	18	NOX503F	1000	2	Acero comparativo
A10	FH	520	7	85	24	NOX503F	970	1	Acero comparativo
A11	FH	510	6	85	28	NOX503F	820	1	Acero comparativo
A12	FH	620	10	94	180	NOX503F	1780	6	Acero comparativo
A13	FH	580	8	89	85	NOX503F	2050	6	Acero comparativo
A14	FH	600	9	85	200	NOX503F	3720	7	Acero comparativo
A15	FH	570	8	87	240	NOX504F	4880	8	Acero comparativo
B1	HR	580	12	85	230	NOX503F	490	1	Acero de la presente invención
C1	CR	590	6	86	160	NOX503F	420	1	Acero de la presente invención
D1	FH	560	8	85	100	NOX503F	550	1	Acero de la presente invención
E1	FH	560	7	83	100	NOX503F	1030	2	Acero de la presente invención
F1	FH	570	6	88	140	NOX503F	1200	3	Acero de la presente invención
G1	FH	610	8	83	200	NOX503F	620	1	Acero de la presente invención
H1	FH	600	10	89	130	NOX503F	670	1	Acero de la presente invención
I1	FH	580	8	86	240	NOX503F	980	0	Acero de la presente invención
J1	FH	550	9	90	80	NOX503F	1180	2	Acero de la presente invención
K1	FH	570	8	84	160	NOX503F	630	1	Acero de la presente invención
L1	FH	590	9	88	220	NOX503F	940	0	Acero de la presente invención
M1	FH	600	6	90	200	NOX503F	430	1	Acero de la presente invención
N1	FH	590	8	83	200	NOX503F	570	1	Acero de la presente invención
N2	FH	560	8	89	80	NOX503F	690	1	Acero de la presente invención
N3	FH	550	11	92	70	NOX503F	700	1	Acero de la presente invención
N4	FH	600	10	94	120	NOX503F	800	1	Acero de la presente invención
N5	FH	520	7	82	18	NOX503F	760	1	Acero comparativo
N6	FH	530	7	83	28	NOX503F	80	1	Acero comparativo
N7	FH	590	8	86	210	NOX503F	-	0	Acero comparativo
N8	FH	570	9	87	190	NOX504F	3580	6	Acero comparativo
N9	FH	600	9	92	200	NOX503F	4820	8	Acero comparativo
N10	FH	590	8	88	240	NOX503F	6080	7	Acero comparativo
O1	HR	590	8	94	240	NOX503F	1220	2	Acero de la presente invención
P1	CR	580	7	86	200	NOX503F	880	1	Acero de la presente invención
Q1	FH	580	9	86	180	NOX503F	800	1	Acero de la presente invención
R1	HR	590	8	83	200	NOX503F	1370	3	Acero de la presente invención
S1	FH	560	9	89	200	NOX503F	680	1	Acero de la presente invención
a1	FH	590	8	85	240	NOX503F	590	1	Acero comparativo
b1	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	Acero comparativo
c1	FH	560	8	84	240	NOX503F	1260	2	Acero comparativo
d1	FH	480	7	86	18	NOX503F	2450	2	Acero comparativo
e1	FH	570	9	90	270	NOX503F	890	1	Acero comparativo
f1	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	Acero comparativo
g1	FH	580	9	88	210	NOX503F	1210	1	Acero comparativo
h1	FH	580	8	92	180	NOX503F	1040	0	Acero comparativo
i1	FH	590	7	89	220	NOX503F	1300	1	Acero comparativo
j1	FH	570	8	88	200	NOX503F	1230	2	Acero comparativo
k1	FH	640	8	85	190	NOX503F	840	1	Acero comparativo
l1	FH	610	8	82	80	NOX503F	900	2	Acero comparativo
m1	FH	560	9	93	280	NOX503F	1000	1	Acero comparativo
n1	FH	560	9	86	180	NOX503F	570	1	Acero comparativo

\*1 quiere decir que FH: dejado como laminado en frío, HR: lámina de acero laminado en caliente, y CR: lámina de acero laminado en caliente revenido después de laminado en frío  
 \*2 quiere decir que el Mn es excesivamente alto, se producen muchas fracturas la fundición y tiempo de laminado en caliente, y no se pudo producir lámina de acero laminado en caliente

5 El grosor de lámina acabada de la lámina de acero laminado en caliente proporcionada para el estampado en caliente como la lámina de acero laminado en caliente se hizo 1.6 mm. El grosor de lámina de la lámina de acero laminado en caliente proporcionada para el laminado en frío se hizo 3.2 mm. Cuando se llevó a cabo el decapado en las condiciones de la Tabla 2 a continuación, y se realizó un laminado en frío, el grosor de la lámina se hizo el 50% (3.2 mm → 1.6 mm). Después de eso, se realizó el recocido para algunas de las láminas de acero en una instalación de recocido continuo, y las láminas de acero se convirtieron en láminas de acero laminado en frío. Después de eso, usando NOX-RUST503F (fabricado por PARKER INDUSTRIES, INC.), se aplicó NOX503F (fabricado por PARKER INDUSTRIES, INC.) a las láminas de acero laminado en caliente y las láminas de acero laminado en frío mediante una máquina de aceitado electrostático, en un intervalo de no aceite de revestimiento hasta 6090 mg/m<sup>2</sup>.

10 Después de eso, las láminas de acero se cortaron en un tamaño predeterminado, después de lo cual, se realizó un calentamiento eléctrico hasta 900°C a 50°C/segundo, se llevó a cabo la retención durante 10 segundos a 900°C, a continuación se dejó enfriar durante 10 segundos y se realizó el endurecimiento en las matrices de embutido poco profundo en caliente descritas anteriormente a una temperatura de 650°C o superior. Se realizó una observación visual de los cuerpos formados por estampado en caliente obtenidos, y se determinaron las láminas de acero sin desprendimiento de incrustaciones como las láminas de acero con una excelente adhesión de las incrustaciones.

15 Con respecto a la propiedad de inhibición de la corrosión, se llevó a cabo la retención durante 30 días a temperatura ambiente, y las láminas de acero sin corrosión generada en las superficies de las láminas de acero se definieron como las láminas de acero con una excelente propiedad de inhibición de la corrosión. En combinación, con el uso de piezas de ensayo de lámina plana, se realizó un estampado en caliente en las condiciones mencionadas anteriormente, y se evaluaron las características de tracción. El resultado de la evaluación se muestra en la Tabla 3.



Tabla 3

Acero número	Acero grado*1	Rz (µm)	Grosor de las incrustaciones (µm)	Irregularidades en la interfase/ incrustaciones/ hierro base	Área sin incrustaciones (%)	Adhesión de incrustaciones	Presencia o ausencia de generación de corrosión	TS del cuerpo formado (MPa)	Comentarios
A1	FH	3.7	4	6	0	○	Presencia	1555	Acero comparativo
A2	FH	3.6	5	5	0	○	Ausencia	1562	Acero de la presente invención
A3	FH	4.0	4	8	0	○	Ausencia	1560	Acero de la presente invención
A4	FH	4.4	5	9	0	○	Ausencia	1559	Acero de la presente invención
A5	FH	4.2	4	6	0	○	Ausencia	1555	Acero de la presente invención
A6	FH	4.5	6	8	0	○	Ausencia	1550	Acero de la presente invención
A7	FH	3.8	6	7	0	○	Ausencia	1557	Acero de la presente invención
A8	FH	2.6	5	4	3	○	Ausencia	1562	Acero de la presente invención
A9	FH	2.2	2	0	11	△	Ausencia	1562	Acero comparativo
A10	FH	1.9	3	1	16	×	Ausencia	1554	Acero comparativo
A11	FH	2.4	2	2	8	△	Ausencia	1564	Acero comparativo
A12	FH	4.8	12	7	14	△	Ausencia	1549	Acero comparativo
A13	FH	2.6	14	4	26	×	Ausencia	1556	Acero comparativo
A14	FH	3.9	15	8	44	×	Ausencia	1560	Acero comparativo
A15	FH	3.6	19	7	69	×	Ausencia	1567	Acero comparativo
B1	HR	5.9	4	13	0	○	Ausencia	1549	Acero de la presente invención
C1	CR	4.1	4	8	0	○	Ausencia	1483	Acero de la presente invención
D1	FH	3.7	3	5	0	○	Ausencia	1529	Acero de la presente invención
E1	FH	3.8	3	8	0	○	Ausencia	1550	Acero de la presente invención
F1	FH	3.7	7	7	0	○	Ausencia	1625	Acero de la presente invención
G1	FH	4.5	4	8	0	○	Ausencia	1572	Acero de la presente invención
H1	FH	4.6	4	8	0	○	Ausencia	1645	Acero de la presente invención
I1	FH	4.4	5	6	0	○	Ausencia	1687	Acero de la presente invención
J1	FH	3.8	5	8	0	○	Ausencia	1639	Acero de la presente invención
K1	FH	4.0	3	7	0	○	Ausencia	1752	Acero de la presente invención
L1	FH	4.5	4	8	0	○	Ausencia	1624	Acero de la presente invención
M1	FH	4.3	4	7	0	○	Ausencia	1715	Acero de la presente invención
N1	FH	4.4	4	7	0	○	Ausencia	1834	Acero de la presente invención
N2	FH	3.9	3	6	0	○	Ausencia	1828	Acero de la presente invención
N3	FH	3.2	3	5	0	○	Ausencia	1833	Acero de la presente invención
N4	FH	4.5	4	10	0	○	Ausencia	1829	Acero de la presente invención
N5	FH	2.3	2	0	9	△	Ausencia	1830	Acero comparativo
N6	FH	1.8	3	1	13	△	Ausencia	1826	Acero comparativo
N7	FH	3.9	4	8	0	○	Presencia	1834	Acero comparativo
N8	FH	4.6	13	8	39	×	Ausencia	1823	Acero comparativo
N9	FH	4.3	13	7	47	×	Ausencia	1835	Acero comparativo
N10	FH	4.5	21	8	45	×	Ausencia	1830	Acero comparativo
O1	HR	5.3	4	13	0	○	Ausencia	1854	Acero de la presente invención
P1	CR	4.4	4	8	0	○	Ausencia	1847	Acero de la presente invención
Q1	FH	4.7	4	9	0	○	Ausencia	2108	Acero de la presente invención
R1	HR	6.0	4	12	0	○	Ausencia	2138	Acero de la presente invención
S1	FH	3.9	3	7	0	○	Ausencia	2505	Acero de la presente invención
a1	FH	4.3	4	8	0	○	Ausencia	1054	Acero comparativo
b1	FH	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	Acero comparativo
c1	FH	2.4	16	0	89	×	Ausencia	1483	Acero comparativo
d1	FH	1.8	1	0	84	×	Ausencia	1598	Acero comparativo
e1	FH	3.8	4	9	0	○	Ausencia	987	Acero comparativo
f1	FH	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	-*2	Acero comparativo
g1	FH	4.3	5	9	92	×	Ausencia	1604	Acero comparativo
h1	FH	4.1	4	8	0	○	Ausencia	1156	Acero comparativo
i1	FH	4.0	5	7	0	○	Ausencia	1095	Acero comparativo
j1	FH	4.6	4	7	0	○	Ausencia	1023	Acero comparativo
k1	FH	4.4	7	11	0	○	Ausencia	1154	Acero comparativo
l1	FH	4.1	5	9	0	○	Ausencia	1072	Acero comparativo
m1	FH	3.9	4	5	0	○	Ausencia	-*3	Acero comparativo
n1	FH	4.5	4	7	0	○	Ausencia	1006	Acero comparativo

\*1 quiere decir que FH: dejado como laminado en frío, HR: lámina de acero laminado en caliente, y CR: lámina de acero laminado en caliente revenido después de laminado

\*2 quiere decir que el Mn es excesivamente alto, se producen muchas fracturas la fundición y tiempo de laminado en caliente, y no se pudo producir lámina de acero laminado en caliente

\*3 quiere decir que en el momento del estampado en caliente, se produjo una fractura con la inclusión como punto de partida, y el ensayo de tracción no se pudo llevar a cabo con el conformado

En cuanto a las características de tracción, se extrajeron las piezas de ensayo de tracción que estaban en conformidad con la JIS Z 2201, el ensayo de tracción se realizó de conformidad con la JIS Z 2241, y se midió la

resistencia a la tracción máxima. Los cuerpos formados que tienen la resistencia a la tracción máxima de 1180 MPa o más se determinaron como los cuerpos formados de la presente invención.

5 Los análisis de la composición de las incrustaciones de los cuerpos formados se llevaron a cabo mediante difracción de rayos X cortando láminas de las partes inferiores de las porciones cilíndricas de las piezas de ensayo de embutido poco profundo. A partir de las relaciones de resistencia máxima de los óxidos respectivos, se midieron las relaciones de volumen de los óxidos de Fe respectivos. Los óxidos de Si apenas estaban presentes y la relación de volumen era inferior al 1%, y de este modo la evaluación cuantitativa por difracción de rayos X era difícil. Sin embargo, se podría confirmar que los óxidos de Si estaban presentes en la interfase entre las incrustaciones y el hierro base mediante el análisis lineal de EPMA.

10 En cuanto a la evaluación de las irregularidades en las interfaces de las incrustaciones y los hierros base formados en los cuerpos formados, se llevó a cabo un pulido incorporado para las láminas de acero cortadas de la posición descrita anteriormente, y a continuación, se realizó la observación por SEM con una potencia de 3000 de la sección perpendicular a la dirección de laminado. Se observaron cinco campos visuales en cada una de las piezas de ensayo, y se midió la densidad numérica de las irregularidades en el intervalo de 0.2  $\mu\text{m}$  a 1.0  $\mu\text{m}$  por longitud de 15 100  $\mu\text{m}$ .

Los cuerpos formados que satisfacen las condiciones de la presente invención fueron capaces de hacer compatibles excelentes propiedades de inhibición de la corrosión y una excelente adhesión de incrustaciones. Los cuerpos formados que no satisfacen las condiciones de la invención fueron inferiores en adhesión de incrustaciones, o inferiores en resistencia a la corrosión.

#### 20 **Aplicabilidad industrial**

Según la presente invención, se puede proporcionar la lámina de acero de excelente adherencia de incrustaciones en el momento del estampado en caliente, se pueden resolver los problemas de desgaste y rasgado de la matriz en el momento del estampado en caliente, adhesión de chapado a la matriz y defectos de indentación que lo acompañan y, de este modo, la presente invención puede producir una mejora significativa de productividad y tiene un valor industrialmente grande.

25

**REIVINDICACIONES**

1. Una lámina de acero para estampado en caliente, que comprende una composición que contiene:

en % en masa,

C: de 0.100% a 0.600%;

5 Si: de 0.50% a 3.00%;

Mn: de 1.20% a 4.00%;

Ti: de 0.005% a 0.100%;

B: de 0.0005% a 0.0100%;

P: 0.100% o menos;

10 S: de 0.0001% a 0.0100%;

Al: de 0.005% a 1.000%;

N: 0.0100% o menos;

Ni: de 0% a 2.00%;

Cu: de 0% a 2.00%;

15 Cr: 0% a 2.00%;

Mo: de 0% a 2.00%;

Nb: de 0% a 0.100%;

V: de 0% a 0.100%;

W: de 0% a 0.100%, y

20 un total de un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg: de 0% a 0.0300%,

siendo el resto Fe e impurezas,

25 en la que la rugosidad de la superficie de la lámina de acero satisface  $8.0 \mu\text{m} > R_z > 2.5 \mu\text{m}$ , y se aplica sobre una superficie aceite de revestimiento en una cantidad de 50 mg/m<sup>2</sup> a 1500 mg/m<sup>2</sup>, y en la que una cantidad de S contenido en el aceite de revestimiento que se aplica sobre la lámina de acero es 5% o menos en % en masa, en la que

30 la R<sub>z</sub> se determinó midiendo la región de una longitud de 10 mm con n=3, con el uso de un instrumento de medida de rugosidad de la superficie de contacto (SURFCOM2000DX/SD3 fabricado por TOKYO SEIMITSU CO., LTD) con un ángulo de punta de sonda de 60°, y un punto R de 2 μm y determinando el valor medio como la rugosidad de la superficie R<sub>z</sub> de cada una de las láminas de acero.

2. La lámina de acero para estampado en caliente según la reivindicación 1,

en la que la composición de la lámina de acero contiene, en % en masa,

un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en

Ni: de 0.01% a 2.00%;

35 Cu: de 0.01% a 2.00%;

Cr: de 0.01% a 2.00%;

Mo: de 0.01% a 2.00%;

Nb: de 0.005% a 0.100%;

V: de 0.005% a 0.100%; y

40 W: de 0.005% a 0.100%.

3. La lámina de acero para estampado en caliente según la reivindicación 1 o 2,  
 en la que la composición de la lámina de acero contiene, en% en masa,  
 un total de 0.0003% a 0.0300% de un tipo o dos o más tipos seleccionados del grupo que consiste en REM,  
 Ca, Ce y Mg.
- 5 4. Un método para producir una lámina de acero para estampado en caliente, que comprende:  
 una etapa de fundir un planchón que contiene,  
 en % en masa,  
 C: de 0.100% a 0.600%;  
 Si: de 0.50% a 3.00%;  
 10 Mn: de 1.20% a 4.00%;  
 Ti: de 0.005% a 0.100%;  
 B: de 0.0005% a 0.0100%;  
 P: 0.100% o menos;  
 S: de 0.0001% a 0.0100%;  
 15 Al: de 0.005% a 1.000%;  
 N: 0.0100% o menos;  
 Ni: de 0% a 2.00%;  
 Cu: de 0% a 2.00%;  
 Cr: de 0% a 2.00%;  
 20 Mo: de 0% a 2.00%;  
 Nb: de 0% a 0.100%;  
 V: de 0% a 0.100%;  
 W: de 0% a 0.100%, y  
 un total de un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg: de 0%  
 25 a 0.0300%,  
 siendo el resto Fe e impurezas, y laminando en caliente el planchón directamente o permitiendo que el  
 planchón se enfríe y calentando el planchón para obtener una lámina de acero laminado en caliente;  
 una etapa de decapado de la lámina de acero laminado en caliente durante 30 segundos o más en una  
 30 disolución acuosa que tiene una temperatura de 80°C a menos de 100°C y que incluye un inhibidor siendo  
 una concentración de un ácido de 3% en masa a 20% en masa; y  
 una etapa de aplicar un aceite inhibidor de la corrosión a la lámina de acero después de realizar el  
 decapado.  
 en el que una cantidad restante de aceite que inhibe la corrosión en una superficie de lámina de acero está  
 35 limitada a de 50 mg/m<sup>2</sup> a 1500 mg/m<sup>2</sup>, y en el que una cantidad de S en el aceite inhibidor de la corrosión  
 que se aplica a la lámina de acero es 5% o menos en % en masa.
5. El método para producir una lámina de acero para estampado en caliente según la reivindicación 4, que  
 comprende además:  
 una etapa de laminado en frío de la lámina de acero laminado en caliente que se ha decapado para obtener  
 una lámina de acero laminado en frío,  
 40 en el que el aceite inhibidor de la corrosión se aplica a la lámina de acero laminado en frío.
6. El método para producir una lámina de acero para estampado en caliente según la reivindicación 4, que

comprende además:

una etapa de laminado en frío de la lámina de acero laminado en caliente que se ha decapado, y realizar además un tratamiento térmico en una instalación de recocido continuo o en un horno de recocido de tipo caja para obtener una lámina de acero laminado en frío,

- 5 en el que el aceite inhibidor de la corrosión se aplica a la lámina de acero laminado en frío tratado térmicamente.
7. El método para producir una lámina de acero para estampado en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6,
- 10 en el que una composición del planchón contiene, en % en masa,
- un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en
- Ni: de 0.01% a 2.00%,
- Cu: de 0.01% a 2.00%,
- Cr: de 0.01% a 2.00%,
- Mo: de 0.01% a 2.00%,
- 15 Nb: de 0.005% a 0.100%,
- V: de 0.005% a 0.100%, y
- W: de 0.005% a 0.100%.
8. El método para producir una lámina de acero para estampado en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7,
- 20 en el que una composición del planchón contiene, en % en masa,
- un total de 0.0003% a 0.0300% de un tipo o dos o más tipos seleccionados del grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg.
9. Un cuerpo formado por estampado en caliente, que comprende una composición que contiene:
- 25 en masa %,
- C: de 0.100% a 0.600%;
- Si: de 0.50% a 3.00%;
- Mn: de 1.20% a 4.00%;
- Ti: de 0.005% a 0.100%;
- B: de 0.0005% a 0.0100%;
- 30 P: 0.100% o menos;
- S: de 0.0001% a 0.0100%;
- Al: de 0.005% a 1.000%;
- N: 0.0100% o menos;
- Ni: de 0% a 2.00%;
- 35 Cu: de 0% a 2.00%;
- Cr: de 0% a 2.00%;
- Mo: de 0% a 2.00%;
- Nb: de 0% a 0.100%;
- V: de 0% a 0.100%;

W: de 0% a 0.100%, y

un total de un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg: de 0% a 0.0300%,

siendo el resto Fe e impurezas,

- 5 en el que tres o más irregularidades en un intervalo de 0.2  $\mu\text{m}$  a 8.0  $\mu\text{m}$  de profundidad están presentes por 100  $\mu\text{m}$  en una interfase entre las incrustaciones y un hierro base, y la resistencia a la tracción es 1180 MPa o más, y en el que un grosor de las incrustaciones es 10  $\mu\text{m}$  o menos.
10. El cuerpo formado por estampado en caliente según la reivindicación 9,
- 10 en el que un óxido de Si, FeO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> y Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> están incluidos en una superficie del cuerpo formado por estampado en caliente.
11. El cuerpo formado por estampado en caliente según la reivindicación 9 o 10,
- en el que la composición del cuerpo formado por estampado en caliente contiene, en % en masa,
- un tipo o dos o más tipos seleccionados de un grupo que consiste en
- Ni: de 0.01% a 2.00%,
- 15 Cu: de 0.01% a 2.00%,
- Cr: de 0.01% a 2.00%,
- Mo: de 0.01% a 2.00%,
- Nb: de 0.005% a 0.100%,
- V: de 0.005% a 0.100%, y
- 20 W: de 0.005% a 0.100%.
12. El cuerpo formado por estampado en caliente según una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11,
- en el que la composición del cuerpo formado por estampado en caliente contiene, en % en masa,
- un total de 0.0003% a 0.0300% de un tipo o dos o más tipos seleccionados del grupo que consiste en REM, Ca, Ce y Mg.

25

FIG. 1

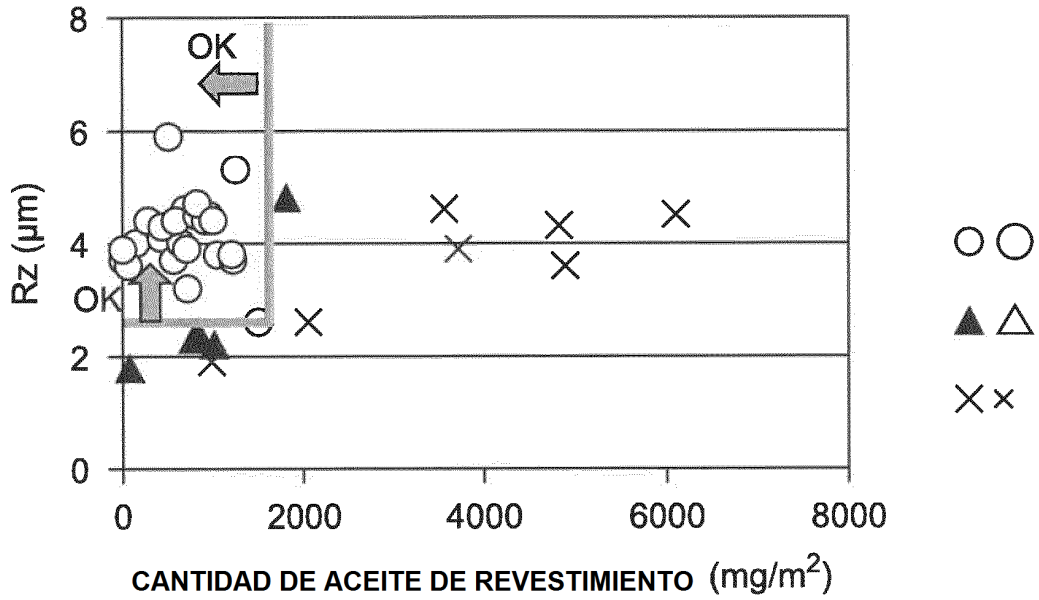


FIG. 2

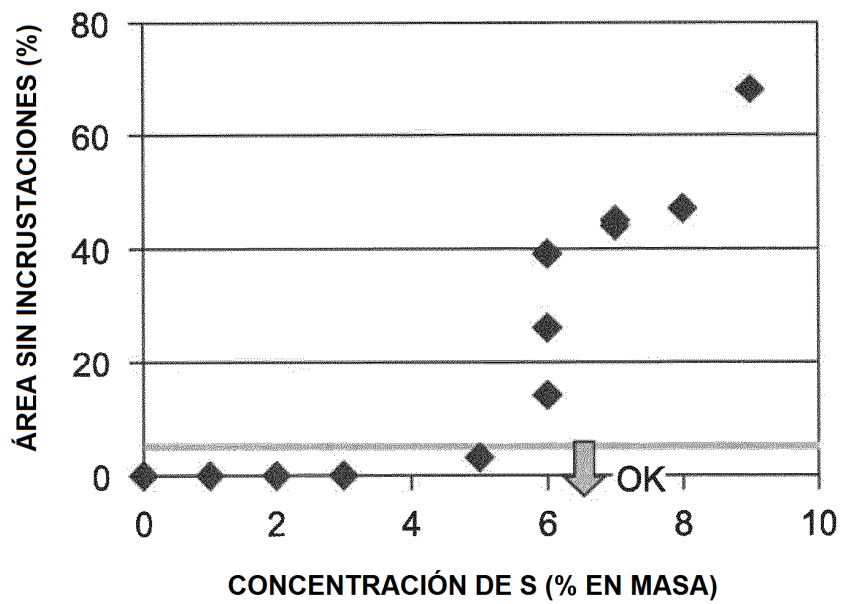


FIG. 3

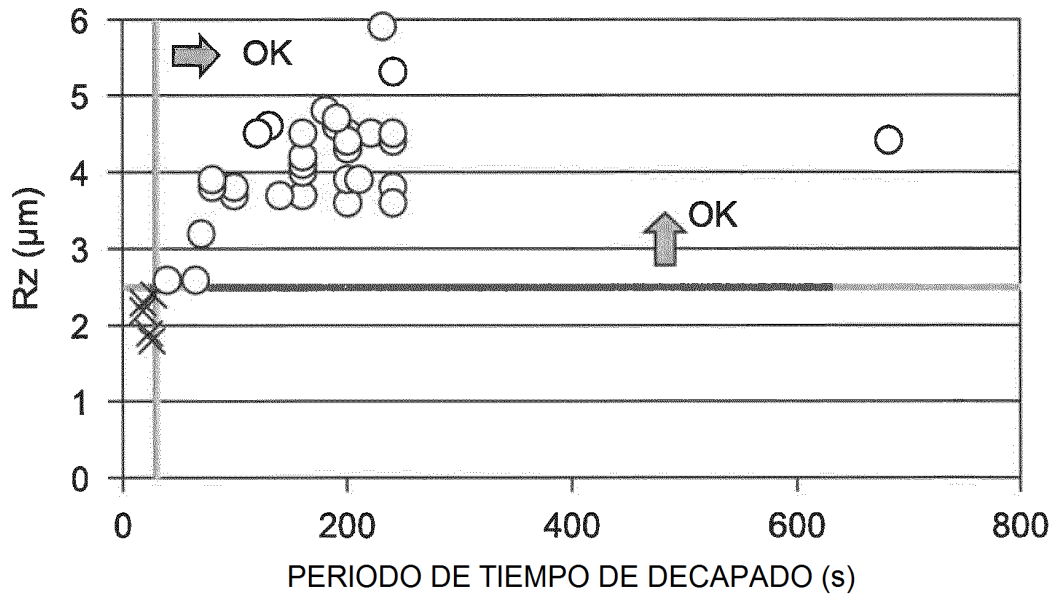




FIG. 4A

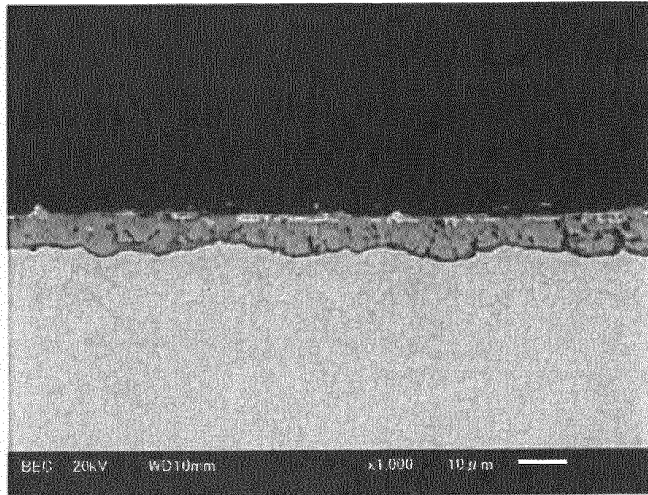


LÁMINA DE ACERO LAMINADO EN CALIENTE (SIN DECAPAR)

FIG. 4B

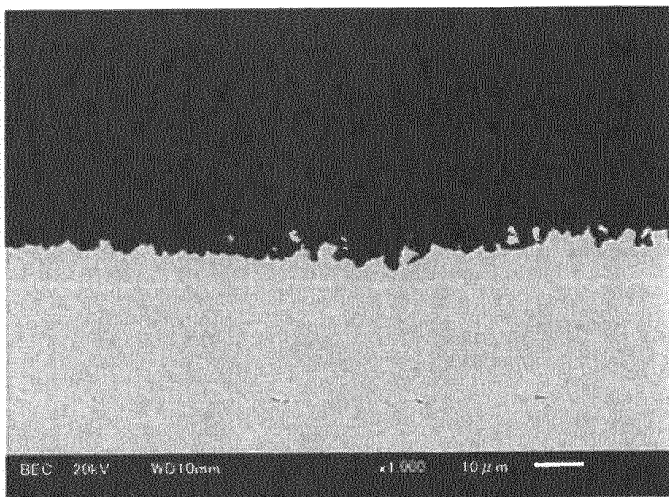


LÁMINA DECAPADA

FIG. 5

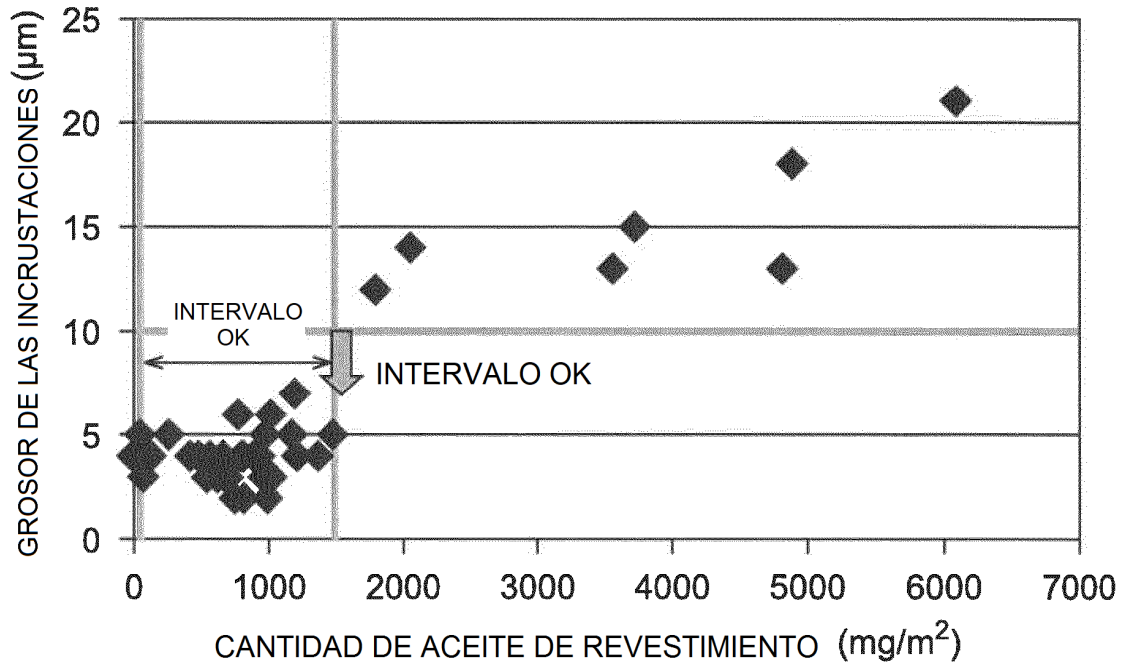


FIG. 6A

LÁMINA DE ACERO DE LA INVENCIÓN (BUENA ADHESIÓN)

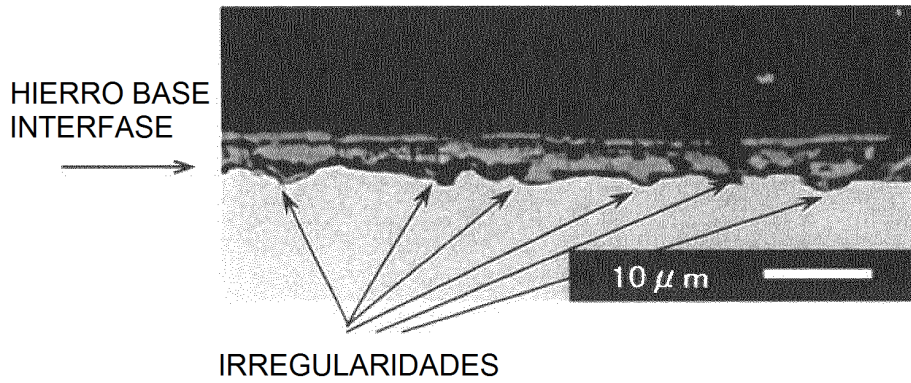


FIG. 6B

LÁMINA DE ACERO DEL EJEMPLO COMPARATIVO  
(POSICIÓN INFERIOR DE ADHESIÓN)

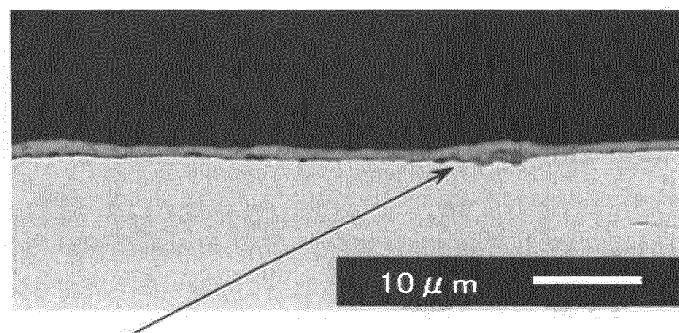


FIG. 7

