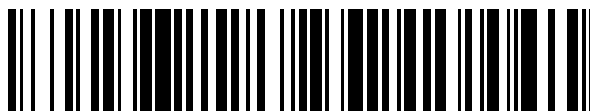


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 775 513**

51 Int. Cl.:

<b>C22C 38/38</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/02</b>	(2006.01)
<b>C22C 38/28</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/04</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/12</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/06</b>	(2006.01)
<b>C23C 2/28</b>	(2006.01)	<b>C22C 38/32</b>	(2006.01)
<b>B32B 15/01</b>	(2006.01)	<b>C22F 1/043</b>	(2006.01)
<b>C21D 8/02</b>	(2006.01)		
<b>C23C 2/40</b>	(2006.01)		
<b>C21D 9/46</b>	(2006.01)		
<b>C22C 21/02</b>	(2006.01)		
<b>C22C 38/00</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2015 PCT/KR2015/004327**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **30.06.2016 WO16104880**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2015 E 15873408 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2019 EP 3239337**

54 Título: **Elemento de moldeo de HPF que tiene excelente resistencia a la deslaminación y método de fabricación del mismo**

30 Prioridad:  
**24.12.2014 KR 20140189098**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.07.2020**

73 Titular/es:  
**POSCO (100.0%)  
(Goedong-dong) 6261, Donghaean-ro, Nam-gu,  
Pohang-si  
Gyeongsangbuk-do 790-300, KR**

72 Inventor/es:  
**KIM, HEUNG-YUN;  
SOHN, IL-RYOUNG y  
BAE, DAE-CHUL**

74 Agente/Representante:  
**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 775 513 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**

Elemento de moldeo de HPF que tiene excelente resistencia a la deslaminación y método de fabricación del mismo

**[Campo técnico]**

5 La presente invención se refiere a un método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación, y más particularmente, a un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación a través del control de una razón de dureza entre una capa aleada y una capa de difusión blanda formada cuando se trata térmicamente la aleación de una chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente que tiene una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre la superficie hasta un valor fijo, y un método para fabricar la misma.

**10 [Técnica anterior]**

Una chapa de acero para HPF (formación por prensado en caliente, "Hot Press Forming") de chapado con aluminio se fabrica comúnmente sumergiendo una chapa de acero que tiene una alta templabilidad en un baño de chapado con Al como base, y posteriormente una chapa de acero chapada que tiene una capa de chapado con Al sobre la superficie se trata térmicamente para usarse ampliamente en artículos de fabricación para automóviles que tienen una forma compleja y una resistencia de 1300 MPa o mayor.

15 Sin embargo, durante un proceso de tratamiento térmico de HPF, la capa de chapado puede tener una estructura que tiene una capa aleada que incluye un compuesto intermetálico tal como FeAl, Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub> o similar como capa superior, y una capa de difusión formada con del 80% en peso al 95% en peso de Fe (a continuación en el presente documento, las composiciones de los componentes del acero se proporcionan todas en % en peso) como capa inferior. Sin embargo, la capa aleada en el lado superior en la capa de chapado puede ser frágil en comparación con la capa de difusión, y se retira de la capa de chapado durante la formación por prensado y se adsorbe sobre la superficie de prensado, lo que puede ser desventajoso, haciendo difícil una formación por prensado continua.

20 En detalle, en un artículo formado por prensado en caliente (HPF) preparado formando una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre una chapa de acero de sustrato y formación a alta temperatura después de eso, la capa de chapado se forma para que tenga una capa de difusión blanda y una capa de aleación dura, y puede producirse rotura en la superficie de contacto de la capa de difusión y la capa de aleación durante el procesamiento en caliente a alta temperatura. Entonces, la capa de chapado rota puede acumularse en un molde en forma de polvo fino, y en algunos casos, puede adherirse al molde y provocar diversos problemas tales como cambios de tamaño en el artículo formado por presión en caliente (HPF), aparición de abolladuras de superficie, modificación del molde e interrupción del trabajo, y puede incurrirse en costes adicionales.

25 Cuando se producen tales problemas, las empresas que reciben y procesan en caliente el material soportan costes extra, y las empresas automovilísticas pueden enfrentarse también a pérdidas significativas puesto que pueden producirse inevitablemente retrasos en la producción. En consecuencia, se ha demandado el desarrollo de artículos formados por prensado en caliente (HPF) que tengan una excelente conformabilidad por prensado en los que se hayan superado los problemas descritos anteriormente. El documento EP2695963A1 da a conocer una pieza de alta resistencia estampada en caliente en la que se suprime la propagación de grietas que se forman en la capa de chapado en el momento de la estampación en caliente cuando se estampa en caliente la chapa de acero chapada con aluminio, y la propiedad de anticorrosión tras pintar es excelente incluso sin añadir elementos de componentes especiales que suprimen la formación de grietas en una capa de chapado con aluminio.

**40 [Divulgación]****[Problema técnico]**

La presente invención se ha realizado en vista de lo anterior, y un objeto de la presente invención es proporcionar un artículo formado por HPF que tiene una excelente resistencia a la deslaminación gestionando la diferencia en las durezas entre una capa aleada y una capa blanda que forman una capa de chapado de aleación con aluminio por inmersión en caliente dentro de un intervalo de valor fijo.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para fabricar el artículo formado por prensado en caliente (HPF).

50 Sin embargo, los problemas que la presente invención pretende solucionar no se limitan a los problemas descritos anteriormente, y otros problemas que no se han mencionado pueden entenderlos claramente los expertos en la técnica a partir de las descripciones realizadas a continuación.

**[Solución técnica]**

En vista de lo anterior, la presente invención se define en las reivindicaciones.

[Mejor modo]

La presente invención, que tiene una composición tal como se describió anteriormente, puede disminuir la diferencia en dureza entre una capa de aleación y una capa blanda dispersando una fase tau blanda en una capa de aleación relativamente dura, y como resultado, puede proporcionarse eficazmente un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación.

**[Descripción de los dibujos]**

La figura 1 es una vista de una sección longitudinal que ilustra una capa de chapado de una chapa de acero chapada según una realización de la presente invención.

La figura 2 es un dibujo que ilustra la imagen estructural de la figura 1.

[Mejor modo]

A continuación en el presente documento, se describirá la presente invención.

Cuando se aplica presión externa a una capa de chapado de aleación de aluminio por inmersión en caliente durante el procesamiento en caliente a alta temperatura, la tensión formada en la capa de chapado puede actuar sobre la capa de aleación dura y la capa de difusión blanda formadas en la capa de chapado durante una transferencia de la misma a una chapa de acero de sustrato. En el presente documento, los inventores de la presente invención han descubierto a partir de sus resultados de investigación que la capa dura desarrolla y propaga grietas puesto que no supera suficientemente la tensión de deformación, mientras que la capa de difusión blanda impide la propagación de las grietas absorbiendo el estrés de deformación provocado por el procesamiento. Además, los inventores de la presente invención se han interesado en una fase tau presente en la capa de aleación y han llevado a cabo repetidamente experimentos sobre la misma, y como resultado, han identificado que la fase tau en la capa de aleación es relativamente blanda y suprime la propagación de las grietas, y retrasa la llegada de las grietas a una superficie de contacto de la capa de difusión y la capa de aleación.

Además, como resultado de estudios sobre métodos para reducir la pulverización durante el procesamiento a alta temperatura, los inventores de la presente invención han identificado que la generación de la pulverización en el procesamiento a alta temperatura puede suprimirse cuando la diferencia en las durezas entre una capa de difusión y una capa de aleación se controla a un determinado nivel o por debajo, y además, la diferencia en las durezas se ve influida por la distribución de fase tau y similares en la capa dura, y se proporciona la presente invención.

A continuación en el presente documento, se describirá un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación de la presente invención. El artículo formado por prensado en caliente (HPF) de la presente invención tiene una estructura sobre la que se forma una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre una superficie de una chapa de acero de sustrato, y la chapa de acero de sustrato incluye, en % en peso, C: del 0,18% al 0,25%, Si: del 0,1% al 1,0%, Mn: del 0,9% al 1,5%, P: el 0,03% o menos, S: 0,01% o menos, Al: del 0,01% al 0,05%, Cr: del 0,05% al 0,5%, Ti: del 0,01% al 0,05%, B: del 0,001% al 0,005%, N: el 0,009% o menos, y el resto de Fe y otras impurezas. Los componentes específicos del acero y los motivos de su limitación son tal como sigue.

C: del 0,18% al 0,25%

El C es un elemento esencial que aumenta la resistencia de la martensita. Cuando el contenido de C es inferior al 0,18%, es difícil obtener una resistencia suficiente como para garantizar resistencia estructural a los choques. Cuando el contenido es mayor del 0,25%, la tenacidad al impacto de un desbaste plano puede reducirse, y la soldabilidad del artículo formado por prensado en caliente (HPF) puede reducirse también. Considerando lo anterior, la presente invención limita preferiblemente el contenido de C a del 0,18% en peso al 0,25% en peso (a continuación en el presente documento, denominado simplemente %).

Si: del 0,1% al 1,0%

El Si es eficaz en la homogeneización del material de acero tras la formación por prensado en caliente (HPF), y puede contribuir a la producción de una fase tau en una capa de chapado al difundirse a la capa de chapado durante el tratamiento térmico de HPF. Cuando el contenido de Si es inferior al 0,1%, pueden no obtenerse suficientes efectos en la homogeneización del material y puede no obtenerse la difusión a la capa de chapado, y cuando el contenido es mayor del 1,0%, puede ser difícil garantizar calidades favorables de una superficie chapada con aluminio por inmersión en caliente debido a los óxidos de Si producidos sobre la superficie de la chapa de acero durante el recocido, y por tanto, se añade Si en una cantidad del 1,0% o menos.

Mn: del 0,9% al 1,5%

Como el Cr, B y similares, se añade Mn para garantizar la templabilidad del acero. Cuando el contenido de Mn es inferior al 0,9%, es difícil garantizar una templabilidad suficiente y puede producirse bainita en consecuencia, y como resultado, puede ser difícil garantizar una resistencia suficiente. Cuando el contenido es mayor del 1,5%, los costes de

## ES 2 775 513 T3

fabricación de la chapa de acero pueden aumentar y las propiedades de flexión del artículo formado por prensado en caliente (HPF) pueden reducirse significativamente también, puesto que el Mn se segrega dentro del acero. Considerando lo anterior, la presente invención limita preferiblemente el contenido de Mn a un intervalo del 0,9% al 1,5%.

5 P: el 0,03% o menos (sin incluir el 0%)

El P es un elemento que inhibe muchas propiedades del artículo formado por prensado en caliente (HPF) como elemento de segregación de límites de grano, y se añade preferiblemente en una cantidad tan pequeña como sea posible. Cuando el contenido de P es mayor del 0,03%, las propiedades de flexión, propiedades de impacto, soldabilidad y similares del artículo formado se degradan, y es preferible limitar el límite superior al 0,03%.

10 S: el 0,01% o menos (sin incluir el 0%)

El S es un elemento que inhibe las propiedades de flexión y la soldabilidad del artículo formado como impurezas presentes en el acero, y se añade preferiblemente en una cantidad tan pequeña como sea posible. Cuando el contenido de S es mayor del 0,01%, las propiedades de flexión, soldabilidad y similares del artículo formado pueden degradarse, y el límite superior se limita preferiblemente al 0,01%.

15 Al: del 0,01% al 0,05%

Se añade Al para la desoxidación en la fabricación de acero, lo que es similar al Si. Para conseguir este objetivo, es necesario añadir Al en una cantidad del 0,01% o mayor, sin embargo, cuando el contenido es mayor del 0,05%, el efecto de desoxidación puede saturarse y las calidades de superficie de un material de chapado pueden ser inferiores también, y el límite superior se limita preferiblemente al 0,05%.

20 Cr: del 0,05% al 0,5%

Como el Mn, B y similares, se añade Cr para garantizar la templabilidad del acero. Cuando el contenido de Cr es inferior al 0,05%, es difícil garantizar una templabilidad suficiente, y cuando el contenido es mayor del 0,5%, la templabilidad puede garantizarse suficientemente, sin embargo, las propiedades de templabilidad pueden saturarse, y los costes de fabricación de acero pueden aumentar. Considerando lo anterior, la presente invención limita preferiblemente el contenido de Cr a un intervalo del 0,05% al 0,5%.

25

Ti: del 0,01% al 0,05%

Se añade Ti para retener una disolución sólida B esencial para garantizar la templabilidad mediante la unión con el nitrógeno que queda como impureza en el acero para producir TiN. Cuando el contenido de Ti es inferior al 0,01%, es difícil que el efecto se espere suficientemente, y cuando el contenido es mayor del 0,05%, las propiedades de templabilidad pueden saturarse, y los costes de fabricación de acero pueden aumentar también. Considerando lo anterior, la presente invención limita preferiblemente el contenido de Ti a un intervalo del 0,01% al 0,05%.

30

B: del 0,001% al 0,005%

Como el Mn y Cr, se añade B para garantizar la templabilidad en el artículo formado por prensado en caliente (HPF). Es necesario añadir B en una cantidad del 0,001% o mayor para conseguir el objetivo mencionado anteriormente, y cuando el contenido es mayor del 0,005%, el efecto de templabilidad se satura, y la propiedad de laminación en caliente disminuye significativamente también. Por consiguiente, la presente invención limita preferiblemente el contenido de B a un intervalo del 0,001% al 0,005%.

35

N: el 0,009% o menos

Está presente N como impurezas en el acero, y se añade preferiblemente en una cantidad tan pequeña como sea posible. Cuando el contenido de N es mayor del 0,009%, pueden provocarse defectos en la superficie del acero, y el límite superior se limita preferiblemente al 0,009%.

40

A continuación, una chapa de acero de sustrato que forma el artículo formado por prensado en caliente (HPF) de la presente invención puede contener adicionalmente los siguientes componentes.

Mo+W: del 0,001% al 0,5%

45

El Mo y W son elementos para aumentar la templabilidad y precipitación, y son altamente eficaces para garantizar adicionalmente una alta resistencia. Cuando la suma añadida de Mo y W es inferior al 0,001%, pueden no obtenerse suficientes efectos de refuerzo de la precipitación y templabilidad, y cuando la suma de Mo y W es mayor del 0,5%, los efectos de precipitación y templabilidad pueden saturarse, y los costes de fabricación pueden aumentar también. Por consiguiente, la presente invención limita preferiblemente el contenido de Mo+W a un intervalo del 0,001% al 0,5%.

50

Suma de uno o más tipos de Nb, Zr o V: del 0,001% al 0,4%

El Nb, Zr y V son elementos que potencian las propiedades de tratamiento térmico, afino del grano y resistencia de la chapa de acero. Cuando el contenido de uno o más tipos de Nb, Zr y V es inferior al 0,001%, es difícil esperar los efectos como anteriormente, y cuando el contenido es mayor del 0,4%, los costes de fabricación pueden aumentar excesivamente. Por consiguiente, la presente invención limita preferiblemente el contenido de estos elementos a del 0,001% al 0,4%.

Cu+Ni: del 0,005% al 2,0%

El Cu es un elemento que potencia la resistencia produciendo precipitados de Cu finos, y el Ni es un elemento eficaz para aumentar la resistencia y potenciar las propiedades de tratamiento térmico. Cuando la suma de estos componentes es inferior al 0,005%, puede no obtenerse suficientemente la resistencia objetivo, y cuando el contenido es mayor del 2,0%, la operatividad puede ser mala y los costes de fabricación pueden aumentar. Considerando lo anterior, la presente invención limita preferiblemente el Cu+Ni a del 0,005% al 2,0%.

Uno o más tipos de Sb, Sn o Bi: el 0,03% o menos

El Sb, Sn y Bi son elementos de segregación de límites de grano, y pueden ser más gruesos en una superficie de contacto de una capa de chapado y hierro de sustrato cuando se emprende el calentamiento de HPF para potenciar la resistencia adhesiva de la capa de chapado. Al potenciar la resistencia adhesiva de la capa de chapado, el Sb, Sn y Bi pueden contribuir a la prevención de la eliminación de la capa de chapado durante la formación por prensado en caliente. El Sb, Sn y Bi tienen propiedades similares, y por tanto, estos 3 elementos pueden mezclarse y usarse, y en el presente documento, es preferible el empleo de la suma de uno o más tipos en una cantidad del 0,03%. Cuando la suma de estos componentes es mayor del 0,03%, puede haber problemas por la generación de fragilidad en el hierro de sustrato durante la formación por prensado en caliente.

El artículo formado por prensado en caliente (HPF) de la presente invención tiene una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente formada sobre una superficie de una chapa de acero de sustrato que tiene los componentes del acero descritos anteriormente, y tal como se conoce comúnmente en la técnica, se forma una capa de chapado de este tipo para que tenga una capa de difusión blanda y una capa de aleación dura.

En primer lugar, se describe de manera sencilla la estructura de una capa de chapado de aleación del artículo chapado de aleación de hierro-aluminio. Tras el chapado con aluminio por inmersión en caliente de una chapa de acero, el resultado se trata térmicamente para formar una capa de chapado de aleación. La capa de chapado de aleación se forma para que tenga una capa de difusión y una capa de aleación, y la capa de difusión está presente entre una chapa de acero de sustrato y la capa de aleación. La capa de aleación está formada por  $Fe_2Al_5$ , un compuesto intermetálico, y una fase tau, y la fase tau es una fase de aleación de tres miembros a base de Fe-Al-Si, y se distribuye dentro de la capa de aleación. En otras palabras, la capa aleada se forma incluyendo una fase de matriz de  $Fe_2Al_5$  que tiene fragilidad y también se forma una fase tau (partícula de fase de aleación a base de Fe-Al-Si) que tiene propiedades blandas. En detalle, la dureza de la capa de difusión es normalmente un nivel de dureza de Vicker (carga de 1 g) de 500, que es relativamente blanda, y la capa de aleación es un compuesto intermetálico de  $Fe_2Al_5$ , y es muy dura con un nivel de dureza de Vicker (carga de 1 g) de 900 a 1100. Por consiguiente, hay una gran diferencia en las durezas entre la capa de difusión y la capa de aleación, cuando la diferencia en las durezas aumenta como anteriormente y se aplica fuerza externa, pueden desarrollarse y propagarse grietas en una superficie de contacto entre la capa de difusión y la capa de aleación al no poder superar la deformación, y se produce un problema de deslaminación al tener una forma de polvo fino.

La capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente que forma el artículo formado por prensado en caliente (HPF) de la presente invención se forma de manera que la capa de difusión y la capa de aleación tienen una diferencia en las durezas de 400 (Hv) o menos. Cuando la diferencia en las durezas entre la capa de difusión y la capa de aleación es mayor de 400, no se absorbe la deformación durante el procesamiento a alta temperatura, y se produce deslaminación en la superficie de contacto entre la capa de difusión y la capa de aleación.

Como medio para lograr lo anterior, puede usarse en la presente invención un método de inclusión de componentes tales como componentes del acero de Si, Mn, Ti y W en la capa de aleación en cantidades muy pequeñas, y cuando se incluyen componentes tales como los anteriores en la estructura cristalina de un compuesto intermetálico, el compuesto puede ser cristalino y la dureza puede disminuirse. Generalmente, cuando se incluye un elemento específico en un elemento de metal, la dureza aumenta debido a distorsión de la estructura cristalina, sin embargo, la propia base de compuesto intermetálico tiene una unión fuerte y alta dureza, y la dureza puede disminuirse significativamente cuando se incluye un elemento específico.

Como otro medio, se lleva a cabo templado de superficie sobre la chapa de acero chapada con aluminio mediante inmersión en caliente en del 0,5% al 3% antes del procesamiento a alta temperatura para facilitar la formación de la fase de aleación durante el calentamiento a alta temperatura y para facilitar la introducción de elementos específicos en la fase de aleación.

Además, los inventores de la presente invención han prestado atención a una fase tau dentro de la capa de aleación, una capa dura, y han identificado que las formas y la distribución de una fase tau tienen una influencia sobre las propiedades de resistencia a la laminación, y la resistencia a la deslaminación se mejora cuando una fase tau está

5 dispersada y distribuida de manera irregular y discontinua en una cantidad del 10% o mayor basándose en la fracción de área total de la capa de aleación. En otras palabras, se produce en última instancia deslaminación entre la capa de difusión y la capa de aleación, y cuando se aplica una fuerza externa que provoca el desarrollo y la propagación de grietas desde la superficie, la fase tau en la capa de aleación absorbe en primer lugar parte de la fuerza externa. En el presente documento, la fase tau que está dispersada en la capa de aleación es ventajosa para la dispersión de la tensión, y por tanto, es necesario que la dispersión sea irregular y discontinua.

10 Es necesario que la fase tau sea del 10% o más basándose en la fracción de área de la capa de aleación completa para presentar un efecto de mejora, y cuando es menor del 10%, un efecto de dispersión de la tensión puede ser insignificante. Preferiblemente, la fracción de área de fase tau en la capa de aleación se gestiona para que esté dentro de un intervalo del 10% al 20%.

Además, la fase tau tiene una forma ventajosa para la dispersión de la tensión, y más próxima a una forma circular es más ventajosa. Considerando lo anterior, la presente invención controla preferiblemente la razón de aspecto de fase tau a de 1 a 4, y por consiguiente, puede mejorarse más la resistencia a la deslaminación. Más preferiblemente, la razón de aspecto se gestiona para que esté en un intervalo de 1 a 2.

15 Además, una fase tau que tiene un tamaño más pequeño es más ventajosa para la dispersión de la tensión. La fase tau se distribuye en la capa de aleación en diversos tamaños, y en la presente invención, es preferible tener una fase tau con un tamaño de 5  $\mu\text{m}$  o menos en el 50% o más con respecto a la fracción de fase tau total, y puede proporcionarse de ese modo una resistencia a la deslaminación más excelente.

20 A continuación, se describirá un método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación.

25 El método para preparar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) de la presente invención incluye preparar una chapa de acero que tiene componentes del acero como anteriormente; chapar con aluminio por inmersión en caliente la chapa de acero sumergiendo, después de calentar la chapa de acero hasta una temperatura de 550°C a 850°C, la chapa de acero en un baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente mantenido a una temperatura de 640°C a 680°C y compuesto por, en % en peso, Si: del 7% al 13%, Fe: menos del 3%, y el resto de Al y otras impurezas inevitables; someter a laminación de endurecimiento superficial ("*skin pass milling*", SPM) la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente con un alargamiento del 0,5% al 3% tras enfriar la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente; alear una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre una superficie de la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente calentando la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente hasta una temperatura de 850°C a 950°C y manteniendo la temperatura durante un determinado periodo de tiempo; y preparar un producto formado por prensado en caliente (HPF) enfriando rápidamente la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente aleada hasta una temperatura de 300°C o menor mientras se forma por prensado en caliente la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente aleada.

35 En primer lugar, en la presente invención, se prepara una chapa de acero que tiene los componentes descritos anteriormente. La chapa de acero en la presente invención puede ser una chapa de acero laminada en caliente o una chapa de acero laminada en frío.

40 A continuación, en la presente invención, la chapa de acero se calienta hasta una temperatura de 550°C a 850°C, y luego se chapa con aluminio por inmersión en caliente sumergiéndola en un baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente mantenido a una temperatura de 640°C a 680°C y compuesto por, en % en peso, Si: del 7% al 13%, Fe: menos del 3%, y el resto de Al y otras impurezas inevitables.

45 En primer lugar, la chapa de acero se calienta hasta una temperatura de 550°C a 850°C en un horno de recocido. El objetivo de recocer la chapa de acero es procesar fácilmente una chapa de acero que se ha endurecido a partir de la laminación en frío, y no es para garantizar las propiedades físicas finales. Cuando la temperatura de recocido es inferior a 550°C, el procesamiento es difícil con una estructura endurecida, lo que puede provocar cambios en los tamaños cuando se lleva a cabo un proceso de corte o un proceso de formación. Por otro lado, una temperatura de recocido que es mayor de 850°C no es adecuada puesto que se producen degradación de la instalación de calentamiento y desperdicio de energía térmica.

50 Entonces, la chapa de acero calentada se chapa con aluminio por inmersión en caliente sumergiéndose en un baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente, y en el presente documento, la temperatura del baño de chapado está preferiblemente en un intervalo de 640°C a 680°C. La temperatura del baño de chapado se determina considerando la transformación de fases del aluminio de inmersión en caliente, y es preferible mantener un estado fundido cuando se realiza el chapado y se transforman las fases rápidamente de una capa de chapado a un estado coagulado tras la inmersión en caliente. Cuando la temperatura del baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente es inferior a 640°C, el baño de chapado con aluminio se coagula localmente en un crisol provocando la coagulación temprana de una capa de chapado con aluminio chapada sobre la chapa de acero, y las calidades del chapado pueden ser malas. Por otro lado, una temperatura del baño de chapado que es mayor de 680°C no es adecuada puesto que el baño de chapado puede erosionarse rápidamente.

Mientras tanto, en la presente invención, el baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente puede tener una composición del 7% en peso al 13% en peso de Si, menos del 3% en peso de Fe, y el resto de aluminio y otras impurezas. Cuando se añade Si al baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente, el Si participa en una reacción entre el hierro y el aluminio, y se produce una capa de aleación a base de Fe-Al-Si entre la chapa de acero de sustrato y la capa de chapado. Se sabe que una capa de aleación de Fe-Al-Si suprime la producción excesiva de una capa de aleación a base de Fe-Al.

Se ocasiona una reacción de difusión cuando se trata térmicamente a alta temperatura la chapa de acero chapada con aluminio en un proceso de formación a alta temperatura, y por tanto, el Si entre los componentes del baño de chapado afecta a la estructura y distribución de la capa de chapado de aleación (capa de aleación) después de la formación a alta temperatura. En otras palabras, cuando el contenido de Si es inferior al 7% en peso en un baño de chapado con aluminio, la formación de la capa de chapado es heterogénea, y la formación de fase tau dentro de la capa de aleación puede ser insuficiente durante el tratamiento térmico a alta temperatura también. Por otro lado, cuando el contenido de Si es mayor del 13% en peso, el baño de chapado tiene un punto de fusión superior y la reacción de formación de la capa de aleación se retrasa en el tratamiento térmico a alta temperatura, y puede no obtenerse una fase tau que tenga las fracciones, formas y distribución objetivo.

El baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente incluye Fe en una cantidad menor del 3% en peso, y esto se disuelve y procede de la chapa de acero de sustrato y está en equilibrio dentro de un límite de solubilidad del hierro en el aluminio. Sin embargo, cuando se incluye Fe en una disolución de baño de chapado en una cantidad del 3% en peso o mayor, se forma escoria en el baño de chapado y se adhiere sobre la superficie de la chapa de acero chapada, lo que disminuye las calidades de chapado de superficie.

Además, el grosor de la capa de chapado obtenida a partir del chapado con aluminio por inmersión en caliente se gestiona preferiblemente para que esté dentro de un intervalo de 20  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$  en la presente invención.

El grosor de la capa de chapado puede ser parte de una orden o una petición realizada por un cliente y no es un factor de control; sin embargo, el grosor de chapado afecta a la formación de la capa de chapado de aleación en la formación a alta temperatura. Cuando la capa de chapado tiene un grosor de menos de 20  $\mu\text{m}$ , la capa de chapado de aleación puede ser relativamente fina después de la formación a alta temperatura, y un artículo puede no estar suficientemente protegido de la corrosión, y cuando el grosor de chapado es mayor de 40  $\mu\text{m}$ , se producen frecuentemente defectos tales como un patrón de flujo cuando se realiza el chapado, y la capa de chapado de aleación se forma más gruesa en la formación a alta temperatura, lo que puede provocar el problema de facilitar la deslaminación de la capa de chapado de aleación.

En la presente invención, la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente se somete a laminación de endurecimiento superficial (SPM) con un alargamiento del 0,5% al 3% tras enfriar la chapa de acero galvanizada por inmersión en caliente. En otras palabras, la chapa de acero chapada que se chapa con aluminio mediante el paso a través del baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente pasa a través de una cuchilla de aire que controla la cantidad de recubrimiento del chapado y un proceso de enfriamiento que coagula la capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente. Posteriormente, se lleva a cabo laminación de endurecimiento superficial (a continuación en el presente documento, SPM) de manera continua proporcionando una función de superficie con un alargamiento del 0,5% al 3%.

Un objetivo principal de la laminación de endurecimiento superficial es eliminar el alargamiento de límite de elasticidad, corregir una forma o proporcionar rugosidad de superficie. Sin embargo, basándose en los resultados de investigación, los inventores de la presente invención han identificado que, cuando se forma una capa de chapado de aleación durante el tratamiento térmico a alta temperatura, una fase tau puede estar dispersada y distribuida irregularmente dentro de la capa de chapado de aleación proporcionando deformación a la capa de chapado a través del control del alargamiento por endurecimiento superficial y la fuerza de laminación. Sin embargo, cuando el alargamiento es inferior al 0,5%, la deformación de la capa de chapado es baja, y puede no obtenerse el efecto de dispersión y distribución de la fase tau sobre la capa de chapado de aleación, y un alargamiento mayor del 3% no es deseable, puesto que una parte de la capa de chapado puede destruirse debido a un alargamiento excesivo, y recubrirse sobre el cilindro acabador provocando abolladuras y similares. La fuerza de la laminación de endurecimiento superficial es una variable dependiente del alargamiento, y está normalmente dentro de un intervalo de 100 toneladas a 250 toneladas.

Posteriormente, calentando la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente hasta una temperatura de entre 850°C y 950°C, y manteniendo la chapa a la temperatura durante un determinado periodo de tiempo, se alea una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre la superficie.

En otras palabras, la chapa de acero chapada con aluminio se inserta en un horno de calentamiento que tiene una temperatura atmosférica en un intervalo de 850°C a 950°C y se trata térmicamente a una temperatura en un intervalo de 850°C a 950°C. La temperatura atmosférica del horno de calentamiento puede no ser la misma que la temperatura de la chapa de acero insertada, y un factor central es la temperatura de la chapa de acero. Sin embargo, controlar la temperatura atmosférica es más conveniente que controlar directamente la temperatura de la chapa de acero. Cuando la temperatura de la chapa de acero es inferior a 850°C, la homogeneización de la austenita de la estructura del acero puede ser insuficiente. Por otro lado, una temperatura de la chapa de acero mayor de 950°C es ventajosa para calentar

la chapa de acero chapada, pero tiene un problema tal como un desperdicio de energía, y degradación de las instalaciones del horno de calentamiento.

La capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente formada sobre la superficie de la chapa de acero se alea a partir del tratamiento térmico a alta temperatura tal como se describió anteriormente. En otras palabras, puede obtenerse una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente formada con una capa de difusión blanda y una capa de aleación dura, y la capa de aleación puede formarse para incluir una fase de matriz de  $Fe_2Al_5$  que tiene fragilidad y una fase tau (fase de aleación a base de Fe-Al-Si) que tiene propiedades blandas.

Además, las fases tau pueden estar dispersadas y distribuidas de manera irregular y discontinua dentro de la capa de aleación en una cantidad del 10% o mayor, basándose en la fracción de área total, y por consiguiente, la diferencia en las durezas entre la capa de aleación y la capa blanda puede controlarse a 400 o menos. Más preferiblemente, la fase tau está presente en un intervalo del 10% en área al 20% en área dentro de la capa de aleación.

Además, la fase tau tiene preferiblemente una razón de aspecto en un intervalo de 1 a 4.

Además, la fase tau que tiene un tamaño de 5  $\mu m$  o menos ocupa preferiblemente un área del 50% o mayor con respecto a la fracción de fase tau total.

Mientras tanto, en la presente invención, el tiempo de calentamiento total está preferiblemente dentro de 30 minutos en el tratamiento térmico. Cuando el tiempo de calentamiento total es un máximo de 30 minutos en el intervalo de temperatura mencionado anteriormente, la homogeneización de la estructura de austenita se satura, y cuando el tiempo de calentamiento total es mayor de 30 minutos, puede producirse un problema de una reducción en la productividad.

Además, el tiempo que se tarda en transportar la chapa de acero calentada desde el horno hasta el molde está preferiblemente dentro de 20 segundos. Cuando el tiempo de transporte es mayor de 20 segundos, la temperatura de la chapa de acero disminuye hasta una temperatura de iniciación de la transformación de ferrita o inferior, y puede no obtenerse la resistencia objetivo. Preferiblemente, el tiempo de transporte está dentro de 12 segundos.

Posteriormente, en la presente invención, se fabrica un producto formado por prensado en caliente (HPF) enfriando rápidamente la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente aleada hasta una temperatura de 300°C o inferior mientras se forma por prensado en caliente la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente aleada. En otras palabras, la chapa de acero aleada se forma con un molde de prensado en caliente cuyo interior se enfría con agua, y el procesamiento por HPF se termina retirando el artículo procesado del molde después de que la temperatura de la chapa de acero sea de 300°C o inferior. Retirar el artículo formado del molde a una temperatura de la chapa de acero de 300°C o superior tras el prensado por inmersión en caliente puede provocar deformación debido a tensión térmica.

[Modo de la invención]

A continuación en el presente documento, la presente divulgación se describirá más específicamente según los ejemplos. Sin embargo, los siguientes ejemplos son para fines ilustrativos solo, y no deben considerarse como limitativos del alcance de la presente divulgación. El alcance de la presente divulgación debe determinarse mediante las reivindicaciones y la información razonablemente deducible de las mismas.

### (Ejemplos)

Tras preparar una chapa de acero laminada en frío que tenía un grosor de 1,5 mm formada con, en % en peso, C: 0,22%, Si: 0,25%, Mn: 1,18%, P: 0,014%, S: 0,0022%, Al: 0,033%, Cr: 0,181%, Ti: 0,034%, B: 0,0023%, N: 0,0050%, y el resto de Fe y otras impurezas, se cortó la chapa de acero laminada en frío en fragmentos que tenían un tamaño de 120 mm x 200 mm para preparar muestras. Entonces, se desengrasaron las muestras preparadas con queroseno y acetona ultrasónica para eliminar los contaminantes y el aceite de laminación de la superficie. Después de eso, se calentaron las muestras preparadas hasta una temperatura de 780°C durante un tiempo de calentamiento total de 6 minutos, y luego se chaparon sumergiéndolas en un baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente a una temperatura de 660°C, y en el presente documento, la cantidad de recubrimiento de la capa de chapado se controló para que fuera de 20  $\mu m$  a 40  $\mu m$ . Además, la composición del baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente en el presente documento se formó para que tuviera del 0% en peso al 13% en peso de Si, y el resto de aluminio, eluyéndose inevitablemente el Fe de la chapa de acero, y otras impurezas, y se controló el alargamiento por endurecimiento superficial para que estuviera dentro de un intervalo del 0% al 3%. La siguiente tabla 1 enumera condiciones específicas de chapado con aluminio por inmersión en caliente para las muestras de chapa de acero chapada usadas en las pruebas.



[Tabla 1]

Chapa de acero chapada n.º	Temperatura de calentamiento (°C)	Temperatura del baño de chapado (°C)	Cantidad de Si del baño de chapado (%)	Grosor de chapado (µm)	Alargamiento por endurecimiento superficial (%)
1	780	660	13	30	0,5
2	780	660	9	35	3
3	780	660	9	30	1,2
4	780	660	7	40	0,5
5	780	660	3	25	3
6	780	660	0	30	0
7	780	660	9	30	10
8	780	660	9	30	0

5 Cuando se llevó a cabo el chapado con aluminio por inmersión en caliente como en la tabla 1, las chapas de acero chapadas 1 a 4 presentaban calidades de chapado favorables; sin embargo, en las chapas de acero chapadas 5 a 8, se produjeron problemas tales como adherencia de escoria tras la inmersión en caliente. Particularmente, la chapa de acero chapada 7 tenía una mala calidad de superficie de chapado debido a una deformación excesiva de la capa de chapado deformación.

10 Después de eso, las chapas de acero chapadas 1 a 6 y 8 se trataron térmicamente a una temperatura atmosférica de 930°C durante un tiempo de mantenimiento total de 6 segundos. Entonces, se midieron las fracciones de área de los componentes que forman una capa de chapado de aleación formada mediante el tratamiento térmico, y específicamente, las fracciones de área de una capa de difusión, Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub> y una fase tau que forman la capa de chapado de aleación se muestran en la siguiente tabla 2. Tal como se muestra en la siguiente tabla 2, se observó que los ejemplos 1 a 4 preparados en las condiciones del procedimiento de fabricación de la presente invención tenían todos una razón de área de fase tau del 10% o mayor en la capa de chapado de aleación. Sin embargo, los ejemplos comparativos 1 a 3 que tenían la condición del procedimiento de fabricación fuera del alcance de la presente invención tenían todos una fracción de área de fase tau de menos del 10%.

[Tabla 2]

Chapa de acero chapada	Tratamiento térmico de formación a alta temperatura		Razón de área de formación de capa de chapado de aleación (%)		Nota	
	N.º	Temperatura atmosférica (°C)	Tiempo de mantenimiento total (s)	Capa de difusión	Fe <sub>2</sub> Al <sub>5</sub>	Fase tau
1	930	6	16	61	23	Ejemplo de la invención 1
2	930	6	20	59	21	Ejemplo de la invención 2
3	930	6	18	67	15	Ejemplo de la invención 3
4	930	6	27	63	10	Ejemplo de la invención 4
5	930	6	33	59	8	Ejemplo comparativo 1
6	930	6	74	26	0	Ejemplo comparativo 2
8	930	6	28	63	9	Ejemplo comparativo 3

20 Mientras tanto, se observó y analizó una sección longitudinal de la chapa de acero chapada tratada térmicamente como anteriormente, y los resultados se muestran en la siguiente tabla 3. En el presente documento, la dureza es un valor de dureza de Vicker (Hv, 1 g) medido usando un medidor de microdureza en una condición de carga de 1 g, y se calculó la diferencia en las durezas y se enumera después de cada dureza de la capa de difusión y dureza de la capa de aleación medida. La razón de área de fase tau en la capa de aleación se calculó como una fracción del área usando un analizador de imágenes, y también se midieron la razón de área de la fase tau que tenía un diámetro promedio de 5 µm o menos, y la razón de aspecto de la fase tau. Los resultados se muestran en la siguiente tabla 3.

Además, se llevó a cabo una evaluación de la resistencia a la deslaminación sobre la capa de aleación en la siguiente tabla 3 de manera que se formó un ángulo interno para que fuera de 30 grados usando un medidor de flexión de 3 puntos, se unió cinta al interior y luego se retiró, y se evaluó el estado de deslaminación frotando la cinta. Específicamente, se usaron los siguientes criterios de evaluación.

5 **[Ejemplo modelo de evaluación de la resistencia a la deslaminación]**

O: No se produjo deslaminación y no estaban presentes trozos deslaminados sobre la cinta.

X: Se produjo deslaminación y estaban presentes trozos deslaminados sobre la cinta.

[Tabla 3]

Chapa de acero chapada n.º	Diferencia en las durezas (Hv) entre la capa de difusión y la capa de aleación	Fase tau en la capa de aleación (%)	Razón de área de fase tau con 5 µm o menos (%)	Razón de aspecto de fase tau	Resistencia a la deslaminación de la capa de aleación	Nota
1	384	23	82	3,3	O	Ejemplo de la invención 1
2	395	21	73	2,4	O	Ejemplo de la invención 2
3	384	15	62	2,8	O	Ejemplo de la invención 3
4	350	10	61	2,1	O	Ejemplo de la invención 4
5	583	8	55	2,8	X	Ejemplo comparativo 1
6	552	0	0	0	X	Ejemplo comparativo 2
8	485	9	16	7,4	X	Ejemplo comparativo 3

10 Tal como se muestra en la tabla 3, se observó que los ejemplos de la invención 1 a 4 tenían todos una fracción de área de fase tau del 10% o mayor en la capa de aleación, y además de esto, el área de superficie de la fase tau que tenía un diámetro promedio de 5 µm o menos y la razón de aspecto de la fase tau satisficieron el alcance de la presente invención. Por consiguiente, se observó que la diferencia en las durezas entre la capa de aleación y la capa de difusión llegó a ser de 400 (Hv) o menos.

15 Mientras tanto, la figura 1 es una imagen estructural de una sección longitudinal que muestra la capa de chapado de la chapa de acero chapada 3 del ejemplo de la invención 3, y la figura 2 es un diagrama de la imagen estructural de la figura 1. Tal como se muestra en las figuras 1 y 2, las fases tau (5) que forman la capa de aleación están formadas de manera irregular y discontinua dentro de la capa de chapado en la presente invención. Tener tal distribución de fase tau permite el logro eficaz de la diferencia descrita anteriormente en las durezas de 400 (Hv) o menos entre la capa de aleación y la capa de difusión.

20 En la figura 2, el número de referencia 1 representa una chapa de acero de sustrato, 2 representa una capa de difusión, 3 representa una capa de aleación, 4 representa Fe<sub>2</sub>Al<sub>5</sub> y 5 representa una partícula de fase tau, y se forma una capa de chapado de aleación que combina la capa de difusión (2) y la capa de aleación (3).

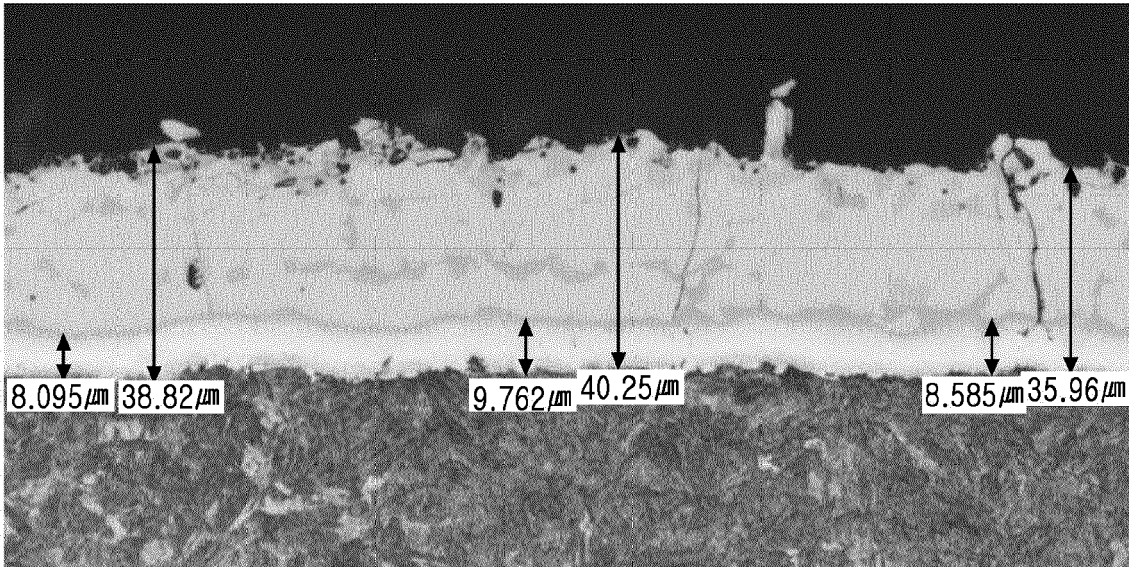
25 Mientras tanto, se observó que los ejemplos comparativos 1 a 3 que tienen el procedimiento de fabricación fuera del alcance de la presente invención tenían todos una diferencia en las durezas de más de 400 (Hv) entre la capa de aleación y la capa de difusión, y por consiguiente, se identificó a través de la tabla 3 que la resistencia a la deslaminación también se degradó.

## REIVINDICACIONES

1. Artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación, formándose una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre una superficie de una chapa de acero de sustrato, en el que la chapa de acero de sustrato incluye, en % en peso, C: del 0,18% al 0,25%, Si: del 0,1% al 1,0%, Mn: del 0,9% al 1,5%, P: el 0,03% o menos, S: el 0,01% o menos, Al: del 0,01% al 0,05%, Cr: del 0,05% al 0,5%, Ti: del 0,01% al 0,05%, B: del 0,001% al 0,005%, N: el 0,009% o menos, y el resto de Fe y otras impurezas, incluyendo además opcionalmente la chapa de acero de sustrato: Mo+W en una cantidad del 0,001% al 0,5%; la suma de uno más tipos de Nb, Zr o V en un intervalo del 0,001% al 0,4%; Cu+Ni en un intervalo del 0,005% al 2,0%; y uno o más tipos de Sb, Sn o Bi en una cantidad del 0,03% o menos;
- 5 la capa de chapado se forma para que tenga una capa de difusión blanda y una capa de aleación dura, teniendo una dureza de Vicker que es mayor que la dureza de Vicker de la capa de difusión blanda;
- una fase tau está dispersada y distribuida de manera irregular y discontinua dentro de la capa de aleación en una cantidad del 10% o más basándose en la fracción de área total de modo que la diferencia en las durezas entre la capa de aleación y la capa de difusión es de 400 Hv o menos; y la fase tau es una fase de aleación a base de Fe-Al-Si.
- 15 2. Artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 1, en el que la chapa de acero de sustrato es una chapa de acero laminada en frío o una chapa de acero laminada en caliente.
3. Artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 1, en el que la fase tau está presente en un intervalo del 10% en peso al 20% en peso dentro de la capa de aleación.
- 20 4. Artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 1, en el que la fase tau tiene una razón de aspecto en el intervalo de 1 a 4.
5. Artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 1, en el que la fase tau que tiene un tamaño de 5  $\mu\text{m}$  o menos ocupa un área del 50% o mayor con respecto a la fracción de fase tau total.
- 25 6. Método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación, comprendiendo el método:
- calentar una chapa de acero de sustrato que incluye, en % en peso, C: del 0,18% al 0,25%, Si: del 0,1% al 1,0%, Mn: del 0,9% al 1,5%, P: el 0,03% o menos, S: el 0,01% o menos, Al: del 0,01% al 0,05%, Cr: del 0,05% al 0,5%, Ti: del 0,01% al 0,05%, B: del 0,001% al 0,005%, N: el 0,009% o menos, y el resto de Fe y otras impurezas, incluyendo además opcionalmente la chapa de acero de sustrato : Mo+W en una cantidad del 0,001% al 0,5%; la suma de uno o más tipos de Nb, Zr o V en un intervalo del 0,001% al 0,4%; Cu+Ni en un intervalo del 0,005% al 2,0%; y uno o más tipos de Sb, Sn o Bi en una cantidad del 0,03% o menos, hasta una temperatura de 550°C a 850°C y luego sumergir la chapa de acero en un baño de chapado con aluminio por inmersión en caliente mantenido a una temperatura de 640°C a 680°C y compuesto por, en % en peso, Si: del 7% al 13%, Fe: menos del 3%, y el resto de Al y otras impurezas inevitables, obteniendo de ese modo una chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente sobre la que se forma una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre una superficie de la chapa de acero de sustrato;
- 30 someter a laminación de endurecimiento superficial (SPM) la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente con un alargamiento del 0,5% al 3%;
- 40 alear una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre una superficie de la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente calentando la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente hasta una temperatura de 850°C a 950°C y manteniendo la temperatura durante un determinado periodo de tiempo; y
- 45 fabricar un producto formado por prensado en caliente (HPF) enfriando rápidamente la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente aleada hasta una temperatura de 300°C o menor mientras se forma por prensado en caliente la chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente aleada.
7. Método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 6, en el que la capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente aleada se forma para que tenga una capa de difusión blanda y una capa de aleación dura, teniendo una dureza de Vicker que es mayor que la dureza de Vicker de la capa de difusión blanda; y
- 50 una fase tau está dispersada y distribuida de manera irregular y discontinua dentro de la capa de aleación en una cantidad del 10% o mayor basándose en la fracción de área total.

8. Método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 6, en el que la chapa de acero es una chapa de acero laminada en frío o una chapa de acero laminada en caliente.
- 5 9. Método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 7, en el que la fase tau está presente en un intervalo del 10% en área al 20% en área dentro de la capa de aleación.
10. Método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 7, en el que la fase tau tiene una razón de aspecto en un intervalo de 1 a 4.
- 10 11. Método para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación según la reivindicación 7, en el que la fase tau que tiene un tamaño de 5  $\mu\text{m}$  o menos ocupa un área del 50% o mayor con respecto a la fracción de fase tau total.
12. Chapa de acero chapada con aluminio por inmersión en caliente para fabricar un artículo formado por prensado en caliente (HPF) que tiene una excelente resistencia a la deslaminación, formándose una capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente sobre una superficie de una chapa de acero de sustrato,
- 15 la chapa de acero de sustrato incluye, en % en peso, C: del 0,18% al 0,25%, Si: del 0,1% al 1,0%, Mn: del 0,9% al 1,5%, P: el 0,03% o menos, S: el 0,01% o menos, Al: del 0,01% al 0,05%, Cr: del 0,05% al 0,5%, Ti: del 0,01% al 0,05%, B: del 0,001% al 0,005%, N: el 0,009% o menos, y el resto de Fe y otras impurezas, incluyendo además opcionalmente la chapa de acero de sustrato: Mo+W en una cantidad del 0,001% al 0,5%; la suma de uno o más tipos de Nb, Zr o V en un intervalo del 0,001% al 0,4%; Cu+Ni en un intervalo del 0,005% al 2,0%; y uno o más tipos de Sb, Sn o Bi en una
- 20 cantidad del 0,03% o menos;
- la capa de chapado con aluminio por inmersión en caliente obtenida llevando a cabo un proceso de HPF se forma para que tenga una capa de difusión blanda y una capa de aleación dura, teniendo una dureza de Vicker que es mayor que la dureza de Vicker de la capa de difusión blanda; una fase tau está dispersada y distribuida de manera irregular y discontinua dentro de la capa de aleación en una cantidad del 10% o mayor basándose en la fracción de área total de
- 25 modo que la diferencia en las durezas entre la capa de aleación y la capa de difusión es de 400 Hv o menos; y la fase tau es una fase de aleación a base de Fe-Al-Si.

【Fig. 1】



【Fig. 2】

