

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 586 555**

51 Int. Cl.:

B21D 22/20	(2006.01)	C23C 2/40	(2006.01)
C22C 18/00	(2006.01)	C21D 1/18	(2006.01)
C23C 2/06	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
C22C 38/00	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
C22C 38/32	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
B32B 15/01	(2006.01)	C22C 38/28	(2006.01)
C21D 9/00	(2006.01)	B21D 37/16	(2006.01)
C23C 2/02	(2006.01)		
C23C 2/26	(2006.01)		
C23C 2/28	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.08.2012 E 12827602 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 2752257**

54 Título: **Pieza moldeada estampada en caliente y método de fabricación de la misma**

30 Prioridad:

01.09.2011 JP 2011191063
07.10.2011 JP 2011223439

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

17.10.2016

73 Titular/es:

KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (100.0%)
10-26 Wakinohama-cho 2-chome Chuo-ku
Kobe-shi, Hyogo 651-8585, JP

72 Inventor/es:

OKITA, KEISUKE;
IKEDA, SHUSHI y
NAITOU, JUNYA

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 586 555 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

Pieza moldeada estampada en caliente y método de fabricación de la misma

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a piezas endurecidas en prensa utilizadas en miembros estructurales de componentes de automóviles que requieren resistencia y resistencia a la corrosión y a un método para producir las mismas, y en particular, a piezas endurecidas en prensa en las que se obtiene una resistencia predeterminada mediante moldeo y templado en el momento de conformar una chapa de acero de superficie tratada precalentada de una forma predeterminada y a un método para producir las piezas endurecidas en prensa.

Antecedentes de la técnica

15 Como una de las medidas para mejorar la eficiencia del combustible de un automóvil originada a partir de los problemas medioambientales globales, se ha reducido el peso de la carrocería del vehículo, y por lo tanto es necesario aumentar en todo lo posible la resistencia de una chapa de acero para su utilización en un automóvil. Sin embargo, cuando se produce la chapa de acero para que tenga una resistencia alta con el fin de reducir el peso del automóvil, disminuye un alargamiento EL o un valor "r" (valor de Lankford), dando como resultado el deterioro de la formabilidad de prensa o de la capacidad de fijación de la forma.

Con el fin de solucionar los problemas anteriormente descritos, los componentes se producen mediante el empleo de un proceso de endurecimiento en prensa que asegura la resistencia después de la conformación de tal manera que después de que la chapa de acero (pieza de trabajo) se caliente a una temperatura predeterminada (por ejemplo, temperatura en fase austenita) para disminuir la resistencia (es decir, para facilitar la conformación), se llevan a cabo en la chapa de acero el moldeo y el tratamiento de enfriamiento rápido (templado) usando una diferencia entre las temperaturas de la chapa de acero y de una herramienta de moldeo, mediante la conformación en la herramienta de moldeo de una temperatura baja (por ejemplo, temperatura ambiente), en comparación con una chapa de acero fina.

De acuerdo con tal proceso de endurecimiento en prensa, como la chapa de acero se forma en un estado de baja resistencia, la recuperación de la chapa de acero se reduce (excelente en capacidad de fijación de la forma), lo que da lugar a la consecución de una resistencia a la tracción en la clase de 1500 MPa mediante el templado. En este sentido, el proceso de endurecimiento en prensa se ha llamado por varios nombres tales como método de conformación en caliente, método de estampación en caliente, un método de estampado en caliente y método de templado en troquel, además de método de prensado en caliente.

La figura 1 es un diagrama explicativo esquemático que ilustra una estructura de una herramienta de moldeo para llevar a cabo el endurecimiento en prensa como se describe anteriormente (en lo sucesivo, representado a veces como "estampado en caliente"). En la figura, los números de referencia 1, 2, 3, y 4 representan un punzón, un troquel, un soporte de preforma y una chapa de acero (preforma), respectivamente, y las abreviaturas BHF, rp, rd y CL representan una fuerza de soporte de la preforma, un radio de reborde del punzón, un radio de reborde del troquel y un espacio libre entre el punzón y el troquel, respectivamente. En estos componentes, se forman un canal 1a y un canal 2a en el interior del punzón 1 y del troquel 2, respectivamente, y puede pasar a través de los canales un medio de enfriamiento (por ejemplo, agua). La herramienta de moldeo se configura de tal manera que estos miembros se enfrían por el paso del medio de enfriamiento a través de estos canales.

Cuando una chapa de acero se somete a un estampado en caliente (por ejemplo, embutición profunda en caliente) utilizando la herramienta de moldeo, se inicia la conformación se inicia en un estado donde una chapa de acero (preforma) 4 se ablanda mediante calentamiento a un intervalo de temperatura de dos fases (punto de transformación Ac_1 a punto de transformación Ac_3) o a un intervalo de temperatura de una fase que no es inferior a un punto de transformación Ac_3 . Es decir, la chapa de acero 4 se introduce en una cavidad del troquel 2 (entre los componentes indicados con los números de referencia 2 y 2 de la figura 1) mediante el punzón 1 con la chapa de acero 4 en un estado de alta temperatura intercalada entre el troquel 2 y soporte de la preforma 3 para conformar la chapa de acero 4 en una forma correspondiente a la forma exterior del punzón 1 al tiempo que se reduce el diámetro exterior de la chapa de acero 4. Además, se elimina el calor de la chapa de acero 4 a la herramienta de moldeo (punzón 1 y troquel 2) enfriando el punzón 1 y el troquel 2 en paralelo a la conformación, y se lleva a cabo el templado de un material de base mediante la retención y enfriamiento adicional de la chapa de acero en el punto muerto inferior de la conformación (momento en el una cabeza de punzón se sitúa en la parte más profunda: el estado ilustrado en la figura 1). Llevando a cabo tal método de conformación, pueden obtenerse productos formados de la clase de 1500 MPa clase con una alta precisión de dimensión. Además, tal método de conformación, da lugar a que el volumen de una máquina de prensado pueda disminuirse ya que se puede reducir una carga de conformación en comparación con el caso donde los componentes de la misma clase de resistencia se fabrican por prensado en frío.

65

Los procedimientos descritos anteriormente indican un método (método directo) de realizar simultáneamente la conformación y el templado de piezas endurecidas en prensa de forma simple como se ilustra en la figura 1 desde la etapa de la chapa de acero en la herramienta de moldeo, pero el proceso de endurecimiento en prensa aplicado a la presente invención se puede aplicar a un caso de producción de piezas endurecidas de una forma relativamente complicada sin limitarse a un caso de aplicación de tal método.

Es decir, en el caso de producir piezas endurecidas de forma relativamente complicada, a veces es difícil fabricar una forma final de un producto mediante endurecimiento en prensa de una sola vez. En este caso, se puede emplear un método de realización de conformación por prensado en frío en el paso anterior al endurecimiento en prensa (este método se denomina "método indirecto"). El método indirecto es un método en el que las partes que son difíciles de conformar se pre-forman en una forma aproximada mediante un trabajo en frío y el endurecimiento en prensa se realiza en partes distintas de las partes pre-formadas. De acuerdo con este método, por ejemplo, en un caso de conformación de un componente que tiene tres irregularidades superficiales (partes de cresta) de las piezas endurecidas, dos partes se fabrican mediante conformación por prensado en frío y después se realiza el endurecimiento en prensa de la tercera parte.

Incluso si se emplea cualquiera de los métodos anteriores, cuando la chapa de acero se calienta a una temperatura elevada, especialmente, a una temperatura de aproximadamente 900 °C, que es una región de austenita, durante el endurecimiento en prensa, la superficie de la chapa de acero se oxida durante varios segundos en la atmósfera en el momento de mover la chapa de acero a una máquina de conformación en prensa de un horno de calentamiento, y por lo tanto se forma una escama en la misma. Por lo tanto, la escama se despega durante el endurecimiento en prensa para causar defectos de prensado. Además, puesto que debido a la presencia de la escama se deteriora una propiedad de recubrimiento de una película de recubrimiento resistente a la corrosión, es necesario eliminar la escama mediante batido o similar después del enfriamiento en prensa.

Como medida para evitar los problemas causados por la formación de escamas, puede utilizarse una chapa de acero de superficie tratada sometida a chapado de aluminio, chapado de zinc, chapado por inmersión en caliente de aleaciones de zinc o similares en un material conformado en prensa (chapa de acero de base). En estos tratamientos superficiales, se ha considerado preferentemente la aplicación de la chapa de acero con chapado de Zn o la chapa de acero con chapado por inmersión en caliente de aleaciones de zinc desde el punto de vista de las propiedades de protección anódica contra la corrosión o del coste, pero como el punto de fusión o el punto de ebullición del zinc se produce en una fase líquida o en una fase de vapor en un intervalo de temperatura en el que se realiza el endurecimiento en prensa, la evaporación o la oxidación de la capa de chapado se produce durante el endurecimiento en prensa y la chapa de acero de superficie tratada obtenida está excesivamente aleada con la chapa de acero de base para causar la deposición de Zn a la matriz de prensado o el deterioro significativo de la resistencia a la corrosión o de soldabilidad.

Como método para evitar estos problemas, por ejemplo, se han propuesto las técnicas de las Patentes 1 y 2. Una idea básica de estas técnicas es aumentar el punto de fusión de la capa de chapado mediante la formación de una capa de chapado basado en Zn-Fe que contiene una cantidad predeterminada de Fe en la superficie del material de base. En el caso de emplear la capa de chapado basado en Zn-Fe como capa de chapado, se puede esperar el efecto de aumentar el punto de fusión de la capa de chapado, pero por ejemplo, la capa de chapado debe contener Fe de alrededor del 70 % en masa para hacer que el punto de fusión llegue a ser de 900 °C o superior, y por lo tanto el deterioro de la resistencia a la corrosión, la adherencia del recubrimiento, y la soldabilidad se incrementan en esta composición. Además, cuando la aleación está avanzada, se facilita también la reacción de oxidación, y, por tanto, se producen influencias perjudiciales tales como el abandono de una capa de oxidación, la pobre adherencia después del recubrimiento o similares.

Por el contrario, en el caso de moderar el contenido de Fe en la capa de chapado hasta aproximadamente un 20 % en masa, el punto de fusión se reduce a aproximadamente 670 °C, y la fase líquida entra en contacto con la herramienta de moldeo, lo que da lugar a la aparición de la deposición o de la excoriación. Además, cuando el zinc se funde durante el endurecimiento en prensa se difunde en los límites de grano de la chapa de acero, se produce la fragilización de metal líquido (en adelante, abreviado como "LME", por sus siglas en inglés Liquid metal embrittlement) para provocar la fisura intergranular. En particular, cuando la conformación se lleva a cabo inmediatamente después de un calentamiento rápido, puesto que no hay tiempo para la aleación, el riesgo de que se produzca la fisura intergranular aumenta.

Mientras tanto, la Patente 3 divulga un método de conformación en caliente después de calentar una chapa de acero chapada en Zn provista de una capa de chapado de Zn a una temperatura predeterminada y después de enfriarla a una temperatura de 500 °C o más y de 730 °C o menos durante 60 segundos. Sin embargo, ya que esta técnica incluye la condición de conformación de la capa de chapado en un estado fundido, la descamación de la capa chapada o la fisura intergranular no se evitan por completo. Por ejemplo, cuando el contenido de Fe en la capa chapada basada en Zn es del 15 % en masa, puesto que no entra en una región de fase sólida completa a menos que la temperatura sea de 685 °C o menos, puede ser insuficiente el enfriamiento a, por ejemplo, 700 °C.

Lista de citas**Patentes**

- 5 Patente 1: JP 2003 - 73774 A
 Patente 2: JP 2003 - 147499 A
 Patente 3: JP 2007 - 182608 A
 Patente 4: JP 2011 117086 A

10 El documento JP 2011 117086 A divulga proporcionar un cuerpo endurecido de alta resistencia que tiene una resistencia a la corrosión y una resistencia a la fatiga excelentes. En este documento, un método para proporcionar tal cuerpo endurecido de alta resistencia incluye la conformación de una capa de chapado de Zn en una base de acero, calentando y después enfriando el acero, y después realizando el estampado en caliente acompañado de un proceso de templado.

15 **Sumario de la invención**

La presente invención se hace en vista de los problemas descritos anteriormente, y un objeto de la misma es proporcionar un método útil para producir piezas endurecidas en prensa que tengan excelentes propiedades evitando al mismo tiempo la descamación de una capa de chapado o la fisura intergranular de un material de base durante el conformación en prensa cuando el endurecimiento en prensa se realiza utilizando una chapa de acero de superficie tratada conformada con una capa de chapado basado en Zn-Fe y proporcionar piezas endurecidas en prensa obtenidas por este método.

25 Con respecto al método, el objeto anterior se resuelve mediante un método que tiene las características de la reivindicación 1. Se exponen desarrollos adicionales en las reivindicaciones dependientes. Las piezas endurecidas en prensa obtenidas mediante tal método tal se expone en la reivindicación 9.

30 En el método de la presente invención, preferentemente, una velocidad media de enfriamiento puede ser de 20 °C/s o más (más preferentemente, de 30 °C/s o más) en el momento de enfriamiento de la chapa de acero de superficie tratada a la temperatura que no es mayor que el punto de solidificación de la capa de chapado después de calentar la chapa de acero. Además, preferentemente, la conformación se puede iniciar a una temperatura superior a la temperatura de inicio de transformación martensítica y terminar a una temperatura inferior a la temperatura de inicio de transformación martensítica.

35 De acuerdo con la presente invención, cuando el endurecimiento en prensa se realiza utilizando la chapa de acero de superficie tratada formada con la capa de chapado basado en Zn-Fe, se pueden conseguir piezas endurecidas en prensa que tienen excelentes propiedades mediante el control apropiado de las condiciones durante la conformación en prensa para evitar la descamación de la capa chapada o la fisura intergranular.

40 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama explicativo esquemático que ilustra una estructura de una herramienta de moldeo para llevar a cabo el endurecimiento en prensa.

45 La figura 2 es un diagrama de fases binario de la aleación Zn-Fe.

La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra una imagen de un patrón de calor.

La figura 4 es un diagrama explicativo esquemático que ilustra una estructura de una herramienta de moldeo utilizada en un ejemplo.

50 **Descripción de las realizaciones**

En la producción de piezas endurecidas en prensa mediante la realización del endurecimiento en prensa después de calentar una chapa de acero de superficie tratada formada con una capa de chapado basado en Zn-Fe a una temperatura predeterminada, los inventores de la presente invención han investigado diversos aspectos con el fin de evitar una descamación de la capa de chapado o una fisura intergranular durante la conformación en prensa y para realizar piezas endurecidas en prensa que tengan características excelentes.

60 Por consiguiente, en la producción de piezas endurecidas en prensa mediante la realización de la conformación en prensa en la chapa de herramienta de moldeo en prensa, el inventor ha encontrado el hecho de que se pueden realizar piezas endurecidas en prensa que tiene excelentes propiedades sin la aparición de los inconvenientes anteriores se cuando la conformación se inicia después de que la chapa de acero de superficie tratada se caliente a una temperatura no inferior al punto de transformación Ac_1 de la chapa de acero de base y a 950 °C o menos y después se enfría a una temperatura que no superior al punto de solidificación de la capa de chapado dependiendo del contenido de hierro de la placa de chapado, logrando de este modo la presente invención.

65

En general, en un endurecimiento en prensa, desde el punto de vista de la mejora de la productividad y de la reducción de la fuerza de reacción de prensa, se ha considerado que el requisito necesario para la adquisición de una conformabilidad excelente, es iniciar la conformación de a una temperatura lo más alta posible en la conformación de la chapa de acero hoja sacada de un horno de calentamiento después de calentar la chapa de

5 acero a una temperatura predeterminada. En estas circunstancias, incluso en la producción de piezas endurecidas en prensa mediante la realización de la conformación en prensa de la chapa de acero de superficie tratada conformada con la capa de chapado basado en Zn-Fe, se ha considerado que el requisito es necesario para iniciar la conformación a una temperatura lo más alta posible inmediatamente después de sacar la chapa de acero del

10 horno de calentamiento. En el caso de realización del endurecimiento en prensa bajo estas consideraciones, sin embargo, la descamación de la capa de chapado o fisura intergranular se producen fácilmente durante la conformación en prensa, y por lo tanto no ha sido posible lograr piezas endurecidas en prensa, que tengan una buena calidad y condición de la superficie. En algunos casos, una fase líquida entra en contacto con la herramienta de moldeo para provocar la aparición de la deposición o de la excoiación.

15 Por lo tanto, los inventores han investigado más sobre, por ejemplo, la temperatura de conformación, la conformabilidad y las condiciones de la capa de chapado en el momento de la conformación. Como resultado, los inventores han encontrado que la conformabilidad también se mejora preferentemente sin la ocurrencia de la descamación de la capa de chapado o de la fisura intergranular cuando se inicia la conformación después de calentar la chapa de acero de superficie tratada a una temperatura predeterminada y después de enfriar la chapa de

20 acero de superficie tratada a una temperatura no superior al punto de solidificación de la capa de chapado.

En un método de la presente invención, tras la producción de piezas endurecidas en prensa mediante la realización de la conformación en prensa de la chapa de acero de superficie tratada, que se forma con la capa de chapado basado en Zn-Fe, utilizando la herramienta de moldeo, es necesario calentar la chapa de acero de superficie tratada

25 a una temperatura no inferior al punto de transformación Ac_1 de la chapa de acero de base y a 950 °C o menos. Con el fin de exhibir los efectos del proceso de endurecimiento en prensa, es necesario establecer la temperatura de calentamiento de al menos el punto de transformación Ac_1 o superior de la chapa de acero de base. Cuando la temperatura de calentamiento es menor que el punto de transformación Ac_1 , no es posible obtener la cantidad apropiada de austenita durante el calentamiento ni asegurar una conformabilidad excelente. Además, cuando la

30 temperatura de calentamiento es superior a 950 °C, el zinc en una capa de chapado de Zn se hierve y se evapora, y por lo tanto la resistencia a la corrosión se deteriora, lo que es indeseable. Además, el límite inferior preferido de la temperatura de calentamiento es un punto de transformación Ac_3 o superior (temperatura requerida para la austenización completa) de la chapa de acero base, y el límite superior preferido es 930 °C o menos.

35 Después de calentar la chapa de acero de superficie tratada al intervalo de temperaturas anterior, es necesario enfriar la chapa de acero de superficie tratada a la temperatura que no sea mayor que el punto de solidificación de la capa de chapado en función del contenido de Fe de la capa de chapado. Por lo tanto, la conformación se inicia después de que la capa de chapado basado en Zn-Fe se solidifique, y se evita la descamación de la capa de chapado en el momento de la conformación. Además, es posible eliminar la descamación de la capa chapada o el

40 craqueo intergranular que se produce por la prensa de formación de la capa chapada en un estado fundido como en la manera convencional. Esto indica que las propiedades de protección anódica contra la corrosión de la chapa de acero chapado basado en Zn-Fe se exhiben incluso en las piezas endurecidas en prensa producidas mediante estampación en caliente y por lo tanto es posible aplicarlas a los bajos de una carrocería. Además, puesto que la capa de chapado se solidifica en el proceso de calentamiento y enfriamiento durante la conformación, no es

45 necesario calentar y retener la chapa de acero, incluso en el calentamiento rápido y se puede acortar un takt time significativo.

La figura 2 es un diagrama de fases binario de la aleación Zn-Fe. En la figura, una línea discontinua indica un límite (es decir, correspondiente a un punto de solidificación: indicado por "Fp" en la figura) entre una región que incluye una región de fase líquida y una región de fase sólida, y la fase sólida se convierte en una región por debajo del

50 límite. Como la capa de chapado basado en Zn-Fe tiene diferentes temperaturas Fp en función del contenido de Fe de la capa de chapado, el enfriamiento se lleva a cabo de tal manera que la temperatura de la capa de chapado antes de la conformación no es mayor que la Fp (correspondiente al punto de solidificación) dependiendo del contenido de Fe. En la etapa de enfriamiento de la chapa de acero de superficie tratada a la temperatura del punto

55 de solidificación o menos, la totalidad de la capa de chapado basado en Zn-Fe no se solidifica inmediatamente, pero el efecto anterior se exhibe mediante el enfriamiento de la chapa de acero a una temperatura de al menos el punto de solidificación o menos y mediante el inicio de la conformación en el paso donde solo se precipita una parte de la fase sólida.

60 La figura 3 ilustra esquemáticamente una imagen de un patrón de calor. En esta figura, la figura 3(a) ilustra una imagen de un patrón de calor convencional e ilustra el hecho de que se inicia la conformación (y se termina) a una temperatura mayor que la Fp justo en el estado después del calentamiento (sin enfriamiento). Por el contrario, la figura 3(b) ilustra la imagen del patrón de calor de acuerdo con la presente invención e ilustra el hecho de que la conformación se inicia después del enfriamiento a una temperatura inferior a la Fp.

En la presente invención, el término “punto de solidificación de la capa de chapado” como una referencia para el enfriamiento significa un punto de solidificación antes de la conformación (es decir, antes del calentamiento). En el proceso de calentamiento se desarrolla una aleación de chapado basado en Zn-Fe, lo que da lugar al aumento del contenido de Fe en la capa de chapado y también eleva el punto de solidificación de la capa de chapado. Teniendo en cuenta estas cuestiones, es concebible suprimir la LME sin enfriamiento hasta el punto de solidificación antes del calentamiento. En la práctica, sin embargo, la LME no se suprime cuando no se realiza el enfriamiento hasta la temperatura inferior al punto de solidificación antes del calentamiento. Aunque no está totalmente claro, se estima que esta es razón de que el contenido medio de Fe en la capa de chapado se incrementa mediante el calentamiento, mientras que la aleación no se desarrolla localmente en algunas áreas (es decir, el área del punto de solidificación antes del calentamiento), dando lugar a la determinación de la temperatura a la que se produce la LME. Es decir, un punto importante de las medidas LIM es enfriarse a la temperatura de la temperatura de solidificación o menos antes del calentamiento, que está determinada por la relación de Fe y Zn en la capa de chapado.

Además, el proceso de iniciar la conformación después del calentamiento y después el enfriamiento de la chapa de acero de superficie tratada también es eficaz para mejorar aún más la conformabilidad. La razón es que un valor "n" (coeficiente de trabajo de endurecimiento) de la austenita superenfriada aumenta mediante el enfriamiento de la chapa de acero de superficie tratada a la temperatura predeterminada después del calentamiento. En general, el incremento del valor de "n" puede contribuir a una deformación uniforme para mejorar la conformabilidad en todos los modos de conformación tales como la conformación de una brida de contracción, la conformación de una brida de estiramiento, la conformación de un abombamiento y la conformación de una curva.

Preferentemente, una velocidad media de enfriamiento durante el enfriamiento anterior es para asegurar una velocidad media de enfriamiento de 20 °C/s o más para solidificar la capa de chapado tan fácilmente como sea posible. Más preferentemente, la velocidad media de enfriamiento es de 30 °C/s o más.

El tiempo inicial de la conformación es una etapa después de enfriar a una temperatura al menos no superior al punto de solidificación de la capa de chapado de solidificación, pero es preferentemente una etapa en la que se solidifica la totalidad de la capa de chapado. Además, la conformación se inicia preferentemente a una temperatura superior que la temperatura de inicio de transformación martensítica "punto Ms" desde el punto de vista de la fuerza de reacción en prensa o de la conformabilidad. Con el fin de asegurar una resistencia componente después de la conformación, además, es preferible que se enfríe a una temperatura inferior que al menos el punto de transformación martensítica "punto Ms".

La presente invención es llevar a cabo el endurecimiento en prensa en la chapa de acero de superficie tratada conformada con la capa de chapado basado en Zn-Fe, pero un tipo de acero de una chapa de acero (chapa de acero de base) utilizado como material de base de la chapa de acero de superficie tratada puede consistir en composiciones químicas generales, siempre que las composiciones químicas sean adecuadas para una chapa de acero de alta resistencia (véase la Tabla 1 de ejemplo descrita a continuación). Además, el contenido de la capa de chapado basado en Zn-Fe formada sobre una superficie de la chapa de acero de base es del 10 % en masa o más al 80% en masa o menos (más preferentemente, del 60% en masa o menos, y más preferentemente, del 30% en masa) ya que la resistencia a la corrosión, la adherencia del recubrimiento, la soldabilidad o similares se deterioran fácilmente cuando el contenido de Fe es demasiado excesivo.

Además, se permite que la capa de chapado basado en Zn-Fe anterior también contenga elementos de aleación (por ejemplo, Al, Mn, Ni, Cr, Co, Mg, Sn, Pb o similares) que no sean Fe hasta aproximadamente un 3,3 % en masa, y estos elementos tiene poca influencia sobre el punto de solidificación en términos del contenido anterior. Además, la capa de chapado basado en Zn-Fe también puede contener varias impurezas inevitables tales como Be, B, Si, P, Ti, V, W, Mo, Sb, Cd, Nb, Cu, Sr o similares a las composiciones anteriores. Además, un peso de chapado preferido es 90 g/m² o menos (más preferentemente, 80 g/m² o menos) por superficie y 10 g/m² o más (más preferentemente, 20 g/m² o más) por superficie.

En lo sucesivo, aunque el efecto de la presente invención se describirá más específicamente mediante un ejemplo, se entiende que el siguiente ejemplo no pretende limitar la presente invención, pero todos los cambios de diseño a la luz del espíritu descrito anteriormente y a continuación debe construirse como incluidos en un alcance técnico de la presente invención.

Esta solicitud se basa en y reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud de patente japonesa n.º 2011 - 191063, presentada el 1 de septiembre de 2011 y la solicitud de patente japonesa n.º 2011 - 223439, presentada el 7 de octubre de 2011, el contenido completo de las mismas se incorpora en el presente documento por referencia.

[Ejemplo]

Una losa experimental se fabricó llevando a cabo la fusión en vacío de acero que tenía las composiciones químicas indicadas en la siguiente Tabla 1, y la losa se sometió a una laminación en caliente y después a un enrollado por enfriamiento. Además, la chapa fina de acero (chapa de acero de base) se fabricó mediante laminado en frío.

ES 2 586 555 T3

Además, el punto de transformación Ac₁ y el punto Ms en la Tabla 1 se obtienen utilizando las expresiones (1) y (2) (por ejemplo, véase "La metalurgia física de los aceros, Leslie", MARUZEN, (1985)).

$$\text{Punto de transformación Ac}_1 (\text{°C}) = 723 + 29,1 \times [\text{Si}] - 10,7 \times [\text{Mn}] + 16,9 \times [\text{Cr}] - 16,9 \times [\text{Ni}] \dots \dots \dots (1)$$

5

$$\text{Punto MS } (\text{°C}) = 550 - 361 \times [\text{C}] - 39 \times [\text{Mn}] - 10 \times \text{Cu} - 17 \times [\text{Ni}] - 20 \times \text{Cr} - 5 \times [\text{Mo}] + 30 \times [\text{Al}] \dots \dots \dots (2)$$

en la que, [C], [Si], [Mn], [Al], [Cr], [Mo], [Cu] y [Ni] indican el contenido (% en masa) de C, Si, Mn, Al, Cr, Mo, Cu y Ni, respectivamente. Además, cuando los elementos indicados en cada término de las expresiones anteriores (1) y (2) no están incluidos en el acero, el término correspondiente se calcula asumiéndolo como cero.

10

[Tabla.1]

Composición química* (% en masa)											Punto de transformación A _G (°C)	Punto MS (°C)
C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Ti	B	N			
0,23	0,19	1,3	0,012	0,00114	0,21	0,04	0,025	0,0029	0,0039	730	413	

* Balance: Fe y otras impurezas inevitables además de P, S y N

- La capa de chapado basado en Zn-Fe (contenido de Fe: 12 % en masa, punto de solidificación: 665 °C) se formó en la superficie de la chapa de acero de base obtenida (peso de chapado: 50 g/m² por superficie), y la chapa de acero de base conformada con la capa de chapado basado en Zn-Fe se calentó en cada una de las condiciones indicadas en la siguiente Tabla 2 y después se sometió a un tratamiento de enfriamiento mediante enfriamiento al aire o mediante un enfriador de aire que expulsa aire frío. A partir de entonces, la chapa de acero de base conformada con la capa de chapado basado en Zn-Fe se sometió al tratamiento de conformación. En este momento, se utilizó un horno eléctrico en un método de calentamiento, y la chapa de acero se calentó a la temperatura predeterminada durante el tiempo predeterminado en la atmósfera. El tamaño de la chapa de acero durante el enfriamiento Se estableció para ser de 50 mm x 250 mm (espesor de la chapa: 1,4 mm).
- 5
- 10
- En cada chapa de acero de superficie tratada que se sometió a los tratamientos anteriores (calentamiento, enfriamiento y conformación), se examinó la conformabilidad y también se examinó el estado de la capa de chapado mediante la observación visual de las propiedades superficiales de las piezas endurecidas.
- 15
- Se examinó la presencia o ausencia de fisura (fisura intergranular de material de base) de manera que se llevó a cabo el acodado y el estirado como se ilustra en la figura 4, utilizando el endurecimiento en prensa en las condiciones indicadas en la Tabla 2 para observar la sección transversal de una parte de acodado. Además, también se midió la dureza (dureza de Vickers, Hv) de las partes endurecidas.
- 20
- Estos resultados se indican en la siguiente Tabla 2, junto con las condiciones de producción (temperatura de calentamiento, tiempo de calentamiento, velocidad media de enfriamiento antes de la conformación, temperatura inicial de conformación, temperatura final de enfriamiento y el contenido de Fe en la capa de chapado después de la conformación).

[Tabla 2]

Ensayo N°	Método de calentamiento		Método de enfriamiento	Condiciones de conformación			Contenido de Fe en la capa de chapado antes de la conformación (% en masa)	Evaluación			
	Temperatura de calentamiento (°C)	Tiempo de calentamiento (min)		Velocidad media de enfriamiento antes de la conformación (°C/s)	Temperatura inicial de conformación (°C)	Temperatura final de enfriamiento (°C)		Formabilidad	Propiedad superficial de las piezas endurecidas	Fisura intergranular del material de base	Dureza Vickers (Hv)
1	850	4	Enfriamiento al aire	32	763	178	57	x	x(Descamación)	x	502
2	850	4	Enfriamiento al aire	30	704	151	57	O	x(Descamación)	x	494
3	850	4	Enfriamiento al aire	29	660	148	57	O	O	O	488
4	850	4	Enfriamiento al aire	28	624	143	57	O	O	O	502
5	850	4	Enfriamiento al aire	26	543	138	57	O	O	O	494
6	850	4	Enfriamiento al aire	23	494	134	57	O	O	O	487
7	850	4	Enfriamiento al aire	20	401	125	57	x	O	O	454
8	850	4	Enfriamiento al aire	16	719	164	57	O	O	x	502
9	850	4	Enfriamiento al aire	10	560	133	57	O	O	O	377
10	850	1	Enfriamiento al aire	32	720	174	26	O	x	x	494
11	850	1	Enfriamiento al aire	29	672	148	26	O	O	x	488
12	850	1	Enfriamiento al aire	28	636	139	26	O	O	O	490
13	850	1	Enfriamiento al aire	26	543	137	26	O	O	O	3

Ensayo N°	Método de calentamiento		Método de enfriamiento	Condiciones de conformación			Contenido de Fe en la capa de chapado antes de la conformación (% en masa)	Evaluación			
	Temperatura de calentamiento (°C)	Tiempo de calentamiento (min)		Velocidad media de enfriamiento antes de la conformación (°C/s)	Temperatura inicial de conformación (°C)	Temperatura final de enfriamiento (°C)		Formabilidad	Propiedad superficial de las piezas endurecidas	Fisura intergranular del material de base	Dureza Vickers (Hv)
14	900	4	Enfriamiento al aire	30	702	162	61	O	O	x	481
15	900	4	Enfriamiento al aire	29	662	155	61	O	O	O	488
16	900	4	Enfriamiento al aire	27	600	140	61	O	O	O	492
17	900	1	Enfriamiento al aire	30	705	149	29	O	O	x	494
18	900	1	Enfriamiento al aire	29	675	143	29	O	O	x	490
19	900	1	Enfriamiento al aire	28	641	139	29	O	O	O	476

5 A partir de estos resultados, se pueden hacer las siguientes consideraciones. En los ensayos N°. 1, 2, 8, 10, 11, 14, 17, y 18, ya que la conformación se realizó en condiciones de requisitos definidos en la presente invención, es decir, a temperatura mayor que el punto de solidificación antes del calentamiento de capa de chapado, se ha producido la descamación (propiedad superficial de las piezas endurecidas: "x") de la capa de chapado o la fisura intergranular (fisura intergranular del material de base: "x") del material de base. Entre estos, en el ensayo n°.1, puesto que la temperatura inicial de la conformación era muy alta, era probable que se produjese la distribución de temperatura en el material durante la conformación, la deformación se concentró en una pared vertical que apenas entró en contacto con la herramienta de moldeo y apenas se enfrió en particular, y por lo tanto la pared vertical se fracturó (conformabilidad: "x"). Además, en el ensayo n°. 9, aunque no se producen la descamación de la capa de chapado ni la fisura intergranular del material de base (evaluación de ambos: "O"), la velocidad de enfriamiento es insuficiente, la transformación bainítica se produce durante el enfriamiento, y no se ha obtenido, por lo tanto, una resistencia suficiente (dureza).

15 Además, en el ensayo n°. 7, aunque no se produjeron la descamación de la capa de chapado ni la fisura intergranular del material de base (ambos: "O" en la evaluación), puesto que la conformación se inició a la temperatura del punto Ms o menos, se produjo la transformación martensítica, la conformabilidad se deterioró significativamente, y por lo tanto la fractura se generó en el funcionamiento.

20 Por otro lado, en los ensayos n°. 3, 4, 5, 6, 12, 13, 15, 16 y 19 que están dentro del alcance de la presente invención, es posible obtener suficiente resistencia (dureza) (Hv: 450 o más) y para obtener piezas endurecidas en prensa excelentes sin causar la descamación de la capa de chapado o la fisura intergranular del material de base (la propiedad superficial de las piezas endurecidas, la fisura intergranular del material de base, ambos: "O").

25 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención puede producir piezas endurecidas en prensa que tiene las excelentes propiedades evitando al mismo tiempo la descamación de la capa de chapado o la fisura intergranular del material de base durante la conformación en prensa, de tal manera que la conformación se inicia después de que la chapa de acero de superficie tratada superficialmente, en la que se forma la capa de chapado basado en Zn-Fe en la superficie de la chapa de acero de base, se calienta a una temperatura que no es inferior al punto de transformación Ac₁ de la chapa de acero de base y a 950 °C o menos y a continuación, la chapa de acero de superficie tratada se enfría hasta el punto de solidificación o menos de la capa de chapado en función del contenido de Fe en la capa de chapado.

35 **Lista de signos de referencia**

- 40
- 1 Punzón
 - 2 Troquel
 - 3 Apoyo de la preforma
 - 4 Chapa de acero (preforma)

REIVINDICACIONES

1. Un método de producción de una pieza endurecida en prensa de una chapa de acero de superficie tratada (4),
comprendiendo el método
- 5 la conformación de una capa de chapado basado en Zn-Fe que comprende del 10 al 80 % de Fe en masa en una
superficie de una chapa de acero de base, obteniendo de este modo la chapa de acero de superficie tratada (4);
el calentamiento de la chapa de acero de superficie tratada (4) a una temperatura no inferior al punto de
transformación Ac_1 de una chapa de acero de base y a 950 °C o menos;
- 10 posteriormente el enfriamiento de la chapa de acero de superficie tratada (4) a una temperatura no superior al
punto de solidificación de la capa de chapado basado en Zn-Fe en función de un contenido de Fe de la capa de
chapado basado en Zn-Fe; y
posteriormente la conformación en prensa de la chapa de acero de superficie tratada (4), obteniendo de ese
modo la pieza endurecida en prensa,
- 15 donde el punto de solidificación de la capa de chapado basado en Zn-Fe es un punto de solidificación de la capa
de chapado basado en Zn-Fe antes del calentamiento.
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 20 en dicho enfriamiento la velocidad media de enfriamiento es de 20 °C/s o más
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 25 dicha conformación en prensa se inicia a una temperatura mayor que una temperatura de inicio de
transformación martensítica de la chapa de acero de base, y
dicha conformación en prensa termina a una temperatura final de enfriamiento inferior a la temperatura de inicio
de transformación martensítica.
4. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 30 en dicho calentamiento una temperatura no es inferior que un punto de transformación Ac_3 de la chapa de acero
de base y 930 °C o menos.
5. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 35 en dicho enfriamiento una velocidad de enfriamiento medio es de 30 °C/s o más.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 40 dicha conformación en prensa no empieza hasta que toda la placa de chapado basado en Zn-Fe se solidifica.
7. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- 45 la placa de chapado basado en Zn-Fe comprende del 10 al 60 % de Fe en masa.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 1, donde
- la placa de chapado basado en Zn-Fe comprende del 10 al 30 % de Fe en masa.
- 50 9. Unas piezas endurecidas en prensa producidas mediante el método de acuerdo con una cualquiera de las
reivindicaciones 1 a 8.

FIG. 1

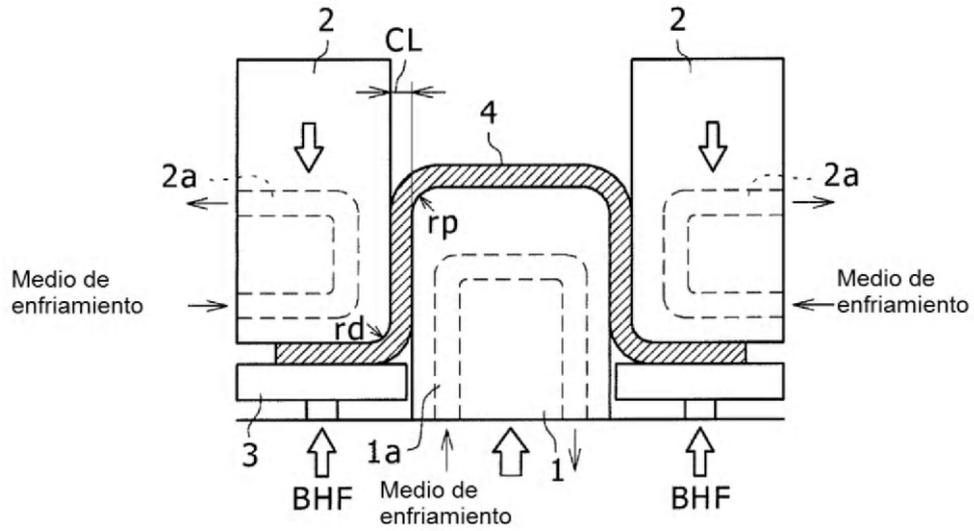


FIG. 2

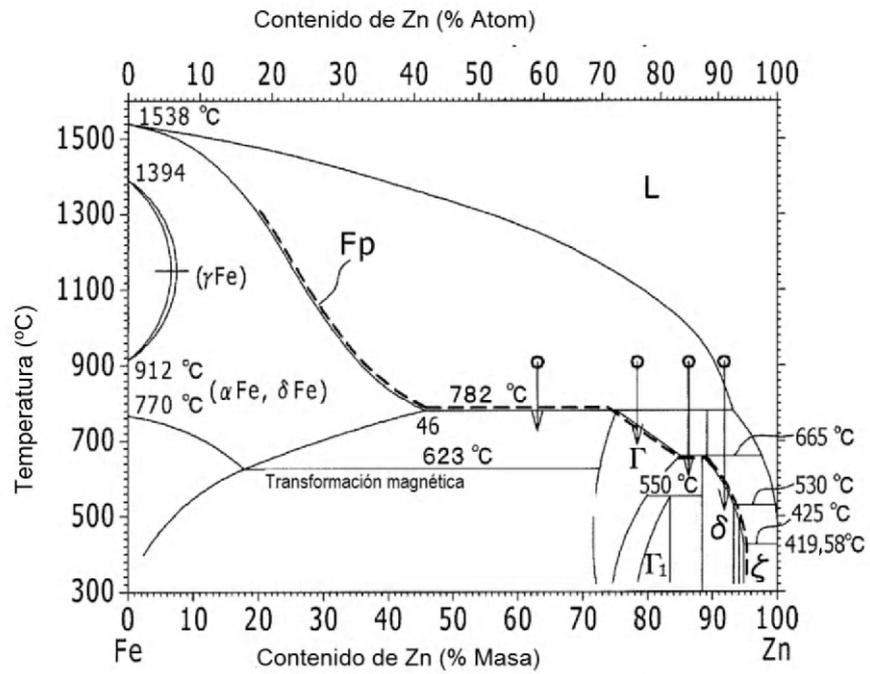


FIG. 3

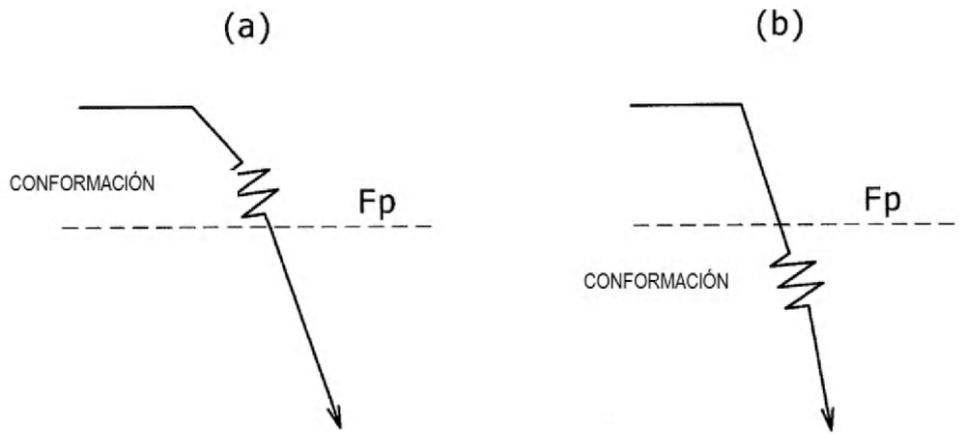


FIG. 4

