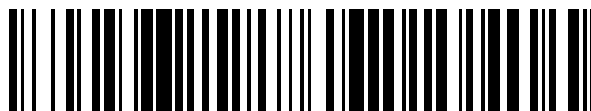


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 649**

51 Int. Cl.:

**C21D 9/46** (2006.01)

**C22C 38/00** (2006.01)

**C22C 38/38** (2006.01)

**C22C 38/58** (2006.01)

**C21D 1/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2011 PCT/JP2011/074320**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012 WO12053642**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2011 E 11834481 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 2631308**

54 Título: **Método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical, y cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical**

30 Prioridad:

**22.10.2010 JP 2010237249**

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

**06.05.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TOMOKIYO, TOSHIMASA;  
HAYASHI, KUNIO y  
ASO, TOSHIMITSU**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 711 649 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

Método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical, y cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical

5 Campo técnico  
La presente invención se refiere a un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical y a un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical.

10 Se reivindica la prioridad de la solicitud de patente japonesa nº 2010-237249, presentada el 22 de octubre de 2010.

## Antecedentes de la técnica

15 Al objeto de conseguir componentes de elevada resistencia del nivel de 1.180 MPa o más que se utilizan para componentes de automóviles o similares con una precisión dimensional excelente, en los últimos años se ha desarrollado una tecnología (a la que se hace referencia de aquí en adelante como de conformación por estampación en caliente) para la obtención de una elevada resistencia en un producto conformado, por medio del calentamiento de una lámina de acero hasta un intervalo de austenita, la realización del embutido en un estado ablandado y de elevada ductilidad, y por medio de un rápido enfriamiento (reducción por enfriamiento) en una matriz de prensa al objeto de realizar la transformación martensítica.

20 En general, una lámina de acero utilizada para la estampación en caliente contiene una gran cantidad de componente de C para asegurar la resistencia del producto después de la estampación en caliente y contiene elementos de estabilización de la austenita como Mn y B para asegurar la templabilidad al enfriar en una matriz. Sin embargo, aunque la resistencia y la templabilidad son propiedades necesarias para un producto estampado en caliente, cuando se fabrica la lámina de acero que es el material del mismo, estas propiedades son desventajosas, en muchos casos. Como desventaja representativa, con un material que tiene dicha elevada templabilidad, una lámina laminada en caliente después de una etapa de laminación en caliente tiende a tener una microestructura desigual en ubicaciones de la bobina laminada en caliente. En consecuencia, como medio para la resolución de la irregularidad de la microestructura generada en la etapa de laminación en caliente, se puede considerar la realización de un atemperado mediante una etapa de recocido por lotes después de una etapa de laminación en caliente o de una etapa de laminación en frío, sin embargo, la etapa de recocido por lotes lleva por lo general 3 o 4 días y, por lo tanto, no es preferible desde el punto de vista de la productividad. En los últimos años, en un acero normal que no sea un material para enfriamiento utilizado con fines especiales, desde el punto de vista de la productividad, se ha generalizado la realización de un tratamiento térmico por medio de una etapa de recocido continuo, distinta de la etapa de recocido por lotes.

35 Sin embargo, en el caso de la etapa de recocido continuo, dado que el tiempo de recocido es corto, es difícil conseguir la esferoidización del carburo al objeto de obtener la suavidad y la uniformidad de la lámina de acero por medio de un tratamiento térmico de larga duración tal como un tratamiento por lotes. La esferoidización del carburo es un tratamiento para la obtención de la suavidad y la uniformidad de la lámina de acero por medio de su mantenimiento cerca de un punto de transformación  $Ac_1$  durante aproximadamente varias decenas de horas. Por otro lado, en el caso de un tratamiento térmico de corta duración, tal como la etapa de recocido continuo, es difícil asegurar el tiempo de recocido necesario para la esferoidización. Es decir, en una instalación de recocido continuo, alrededor de los 10 minutos es el límite superior para el tiempo de mantenimiento a una temperatura próxima al  $Ac_1$ , debido a una restricción en la longitud de la instalación. En tan poco tiempo, dado que el carburo se enfría antes de ser sometido a la esferoidización, la lámina de acero tiene una microestructura desigual en un estado endurecido. Dicha variación parcial de la microestructura se convierte en un motivo de la variación de la dureza de un material de estampación en caliente, y como resultado, tal y como se muestra en la figura 1, se genera la variación de la resistencia del material antes del calentamiento en una etapa de estampación en caliente en muchos casos.

50 En la actualidad, en una conformación de estampación en caliente ampliamente utilizada, es general la realización del enfriamiento al mismo tiempo que el trabajo de prensado después de calentar una lámina de acero que es el material por medio de calentamiento en horno, y al calentar en un horno de calentamiento de manera uniforme hasta una temperatura de una sola fase austenítica es posible dar solución a la variación de la resistencia del material descrita con anterioridad. Sin embargo, un método de calentamiento de un material de estampación en caliente por medio de calentamiento en horno tiene una pobre productividad dado que el calentamiento lleva mucho tiempo. Por consiguiente, se describe una tecnología de mejora de la productividad del material de estampación en caliente mediante un método de calentamiento de corta duración por medio de un método de calentamiento eléctrico. Al utilizar el método de calentamiento eléctrico, es posible controlar la distribución de temperatura de un material laminar en un estado conductor, por medio de la modificación de la densidad de corriente que circula en el propio material laminar (por ejemplo, documento de patente 1).

65 Además, al objeto de resolver la variación de la dureza, cuando se calienta a una temperatura igual o superior a  $Ac_3$  a fin de estar en una fase única de austenita en una etapa de recocido, se genera una fase endurecida, tal como martensita o bainita, en una etapa final de la etapa de recocido debido a la elevada templabilidad por efecto del Mn o

el B descritos con anterioridad, y la dureza del material aumenta de forma significativa. En tanto que material de estampación en caliente, esto no solo se convierte en un motivo para la abrasión de la matriz en una pieza en bruto antes de la estampación, sino que también reduce de forma significativa la capacidad de conformación o la capacidad de fijación de la forma de un cuerpo conformado. Por consiguiente, si se considera no solo la dureza deseada después del enfriamiento de la estampación en caliente, la capacidad de conformación o la capacidad de fijación de la forma de un cuerpo conformado, un material preferible antes de la estampación en caliente es un material que es suave y que tiene una variación pequeña de la dureza, y un material que tiene una cantidad de C y templabilidad al objeto de conseguir la dureza deseada después del enfriamiento de la estampación en caliente. No obstante, si se considera el coste de fabricación como una prioridad y se supone que la fabricación de la lámina de acero se realiza en una instalación de recocido continuo, es difícil llevar a cabo el control descrito con anterioridad mediante la tecnología de recocido de la técnica relacionada.

Además, en el caso de fabricar un cuerpo conformado que tiene una pared vertical por estampación en caliente, cuando se enfría en una matriz, la velocidad de enfriamiento en una pared vertical en la que se genera con facilidad una separación con respecto a la matriz es menor que en una parte adherida a la matriz. Por consiguiente, dado que la variación de la dureza generada al enfriar se añade con respecto a la variación de la dureza de la lámina de acero antes del calentamiento en una etapa de estampación en caliente, existe el problema de que se genera una variación de la dureza significativa en el cuerpo conformado que tiene la pared vertical.

## Lista de citación

### Documento de patente

[Documento de patente 1] Solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación nº 2009-274122. El documento de patente de Japón JP 2008-308732 A trata de una placa de acero para endurecimiento, una placa de acero endurecida y métodos de fabricación.

### Documentos no patente

[Documento no patente 1] "Iron and Steel materials", The Japan Institute of Metals, Maruzen Publishing Co., Ltd. p. 21.

[Documento no patente 2] Steel Standardization Group, "A review of the Steel Standardization Group's Method for the Determination of Critical Points of Steel", Metal Progress, Vol. 49, 1946, p. 1169.

[Documento no patente 3] "Yakiiresei (Hardening of steels) – Motomekata to katsuyou (How to obtain and its use) --," (autor: Owaku Shigeo, editor: Nikkan Kogyo Shimbun.

## Compendio de la Invención

### Problema técnico

Un objeto de la presente invención es resolver los problemas mencionados con anterioridad y proporcionar un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical y un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical que puede eliminar la variación de la dureza de un cuerpo conformado incluso en el caso de fabricar un cuerpo conformado que tiene una pared vertical a partir de una lámina de acero para estampación en caliente.

### Solución al problema

Un esquema de la presente invención hecha para la resolución de los problemas mencionados con anterioridad es el siguiente.

(1) Según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que incluye las etapas de:

laminar en caliente una plancha que contiene unos componentes químicos que incluyen, en % en masa, 0,18 % a 0,35 % de C, 1,0 % a 3,0 % de Mn, 0,01 % a 1,0 % de Si, 0,001 % a 0,02 % de P, 0,0005 % a 0,01 % de S, 0,001 % a 0,01 % de N, 0,01 % a 1,0 % de Al, 0,005 % a 0,2 % de Ti, 0,0002 % a 0,005 % de B, y 0,002 % a 2,0 % de Cr, y el resto de Fe e impurezas inevitables, al objeto de obtener una lámina de acero laminada en caliente;

enrollar la lámina de acero laminada en caliente que se somete a la laminación en caliente;

laminar en frío la lámina de acero laminada en caliente enrollada para obtener una lámina de acero laminada en frío;

recocer continuamente la lámina de acero laminada en frío que se somete a la laminación en frío para obtener una lámina de acero para estampación en caliente; y

realizar la estampación en caliente calentando la lámina de acero para estampación en caliente que se recuece continuamente de manera que la temperatura de calentamiento más elevada sea igual o superior a  $A_{c3}^{\circ}C$ , y conformar una pared vertical,

en el que el recocido continuo incluye las etapas de:

calentar la lámina de acero laminada en frío hasta un intervalo de temperatura igual o superior a  $Ac_1^{\circ}C$  e inferior a  $Ac_3^{\circ}C$ ;

enfriar la lámina de acero laminada en frío calentada desde la temperatura de calentamiento más elevada hasta  $660^{\circ}C$  a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a  $10^{\circ}C/s$ ; y

5 mantener la lámina de acero laminada en frío enfriada en un intervalo de temperatura de  $550^{\circ}C$  a  $660^{\circ}C$  durante un periodo de tiempo de un minuto a 10 minutos.

10 (2) En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según (1), los componentes químicos pueden incluir además uno o más de entre 0,002 % a 2,0 % de Mo, 0,002 % a 2,0 % de Nb, 0,002 % a 2,0 % de V, 0,002 % a 2,0 % de Ni, 0,002 % a 2,0 % de Cu, 0,002 % a 2,0 % de Sn, 0,0005 % a 0,0050 % de Ca, 0,0005 % a 0,0050 % de Mg, y 0,0005 % a 0,0050 % de REM.

15 (3) En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según (1), después de la etapa de recocido continuo se puede realizar cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia.

20 (4) En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según (2), después de la etapa de recocido continuo se puede realizar cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia.

(5) Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que incluye las etapas de:

25 laminar en caliente una plancha que contiene unos componentes químicos que incluyen, en % en masa, 0,18 % a 0,35 % de C, 1,0 % a 3,0 % de Mn, 0,005 % a 1,0 % de Si, 0,001 % a 0,02 % de P, 0,001 % a 0,01 % de S, 0,001 % a 0,01 % de N, 0,01 % a 1,0 % de Al, 0,005 % a 0,2 % de Ti, 0,0002 % a 0,005 % de B, y 0,002 % a 2,0 % de Cr, y el resto de Fe e impurezas inevitables, al objeto de obtener una lámina de acero laminada en caliente;

enrollar la lámina de acero laminada en caliente que se somete a la laminación en caliente;

30 laminar en frío la lámina de acero laminada en caliente enrollada para obtener una lámina de acero laminada en frío;

recocer continuamente la lámina de acero laminada en frío que se somete a la laminación en frío para obtener una lámina de acero para estampación en caliente; y

35 realizar la estampación en caliente calentando la lámina de acero para estampación en caliente que se recuece continuamente de manera que la temperatura de calentamiento más elevada sea igual o superior a  $Ac_3^{\circ}C$ , y conformar una pared vertical,

40 en el que, en la laminación en caliente, en la laminación en caliente de acabado configurada con una máquina con 5 o más soportes de rodillos consecutivos, la laminación se lleva a cabo mediante la fijación de una temperatura de laminación en caliente de acabado  $F_iT$  en un laminador final  $F_i$  en un intervalo de temperatura de  $(Ac_3 - 60)^{\circ}C$  a  $(Ac_3 + 80)^{\circ}C$ , mediante la fijación de un tiempo desde el inicio de la laminación en un laminador  $F_{i-3}$ , que es una máquina anterior al laminador final  $F_i$ , hasta el final de la laminación en el laminador final  $F_i$  para que sea igual o superior a 2,5 segundos, y por medio de la fijación de una temperatura de laminación en caliente  $F_{i-3}T$  en el laminador  $F_{i-3}$  para que sea igual o inferior a  $F_iT + 100^{\circ}C$ , y después de llevar a cabo el mantenimiento en un intervalo de temperatura de  $600^{\circ}C$  a  $Ar_3^{\circ}C$  durante un periodo de tiempo de 3 segundos a 40 segundos, se realiza

45 el enrollamiento,  
el recocido continuo incluye las etapas de:

50 calentar la lámina de acero laminada en frío hasta un intervalo de temperatura igual o superior a  $(Ac_1 - 40)^{\circ}C$  e inferior a  $Ac_3^{\circ}C$ ;

enfriar la lámina de acero laminada en frío calentada desde la temperatura de calentamiento más elevada hasta  $660^{\circ}C$  a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a  $10^{\circ}C/s$ ; y

55 mantener la lámina de acero laminada en frío enfriada en un intervalo de temperatura de  $450^{\circ}C$  a  $660^{\circ}C$  durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos.

60 (6) En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según (5), los componentes químicos pueden incluir además uno o más de entre 0,002 % a 2,0 % de Mo, 0,002 % a 2,0 % de Nb, 0,002 % a 2,0 % de V, 0,002 % a 2,0 % de Ni, 0,002 % a 2,0 % de Cu, 0,002 % a 2,0 % de Sn, 0,0005 % a 0,0050 % de Ca, 0,0005 % a 0,0050 % de Mg, y 0,0005 % a 0,0050 % de REM.

(7) En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según (5), después de la etapa de recocido continuo se puede realizar cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia.

(8) En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según (6), después de la etapa de recocido continuo se puede realizar cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en

caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia.

(9) Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un cuerpo estampado en caliente que está conformado por medio de la utilización del método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según cualquiera de (1) a (8),

en el que, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es igual o inferior a 650° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 100, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 650° C a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 60, y cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es igual o superior a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 40.

#### Efectos ventajosos de la Invención

De acuerdo a los métodos según (1) a (8) descritos con anterioridad, dado que se utiliza una lámina de acero en la que las propiedades físicas después del recocido son uniformes y suaves, incluso cuando se fabrica un cuerpo conformado que tiene una pared vertical de dicha lámina de acero por medio de estampación en caliente, es posible estabilizar la dureza del cuerpo estampado en caliente.

Además, al realizar un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado o un proceso de galvanoplastia, después de la etapa de recocido continuo, es ventajoso dado que es posible evitar la generación de incrustaciones en una superficie elevando la temperatura en una atmósfera sin oxidación para evitar la generación de incrustaciones cuando la elevación de la temperatura de la estampación en caliente no es necesaria, o cuando es innecesario un proceso de desincrustación después de la estampación en caliente, y además, se manifiesta una prevención de la oxidación del cuerpo estampado en caliente.

Además, por medio del empleo de tales métodos, es posible obtener un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical en la que, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es igual o inferior a 650° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 100, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 650° C a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 60, y cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es igual o superior a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 40.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista que muestra la variación de la dureza de una lámina de acero para estampación en caliente después del recocido continuo de la técnica relacionada.

La figura 2 es una vista que muestra un modelo de historia de temperatura en una etapa de recocido continuo de la presente invención.

La figura 3A es una vista que muestra la variación de la dureza de una lámina de acero para estampación en caliente después de un recocido continuo en el que se fija la temperatura de enrollamiento a 680° C.

La figura 3B es una vista que muestra la variación de la dureza de una lámina de acero para estampación en caliente después de un recocido continuo en el que se fija la temperatura de enrollamiento a 750° C.

La figura 3C es una vista que muestra la variación de la dureza de una lámina de acero para estampación en caliente después de un recocido continuo en el que se fija la temperatura de enrollamiento a 500° C.

La figura 4 es una vista que muestra una forma de un producto estampado en caliente a modo de ejemplo de la presente invención.

La figura 5 es una vista que muestra la variación de la templabilidad al realizar una estampación en caliente en función de los valores de  $Cr_B/Cr_M$  y  $Mn_B/Mn_M$  en la presente invención.

La figura 6A es un resultado de perlita segmentada observada por un microscopio SEM 2000x.

La figura 6B es un resultado de perlita segmentada observada por un microscopio SEM 5000x.

La figura 7A es un resultado de perlita no segmentada observada por un microscopio SEM 2000x.

La figura 7B es un resultado de perlita no segmentada observada por un microscopio SEM 5000x.

#### Descripción de las realizaciones

De aquí en adelante se describirán realizaciones preferidas de la invención.

En primer lugar, se describirá un método para el cálculo de  $Ac_3$  que es importante en relación con la presente invención. En la presente invención, dado que es importante obtener un valor preciso de  $Ac_3$ , se desea medir experimentalmente el valor, en lugar de calcularlo a partir de una ecuación de cálculo. Además, también es posible medir  $Ac_1$  a partir de la misma prueba. A modo de ejemplo de un método de medición, tal y como se describe en los documentos no patente 1 y 2, es general un método de medición a partir del cambio de longitud de una lámina de metal cuando se calienta y se enfría. En el periodo de calentamiento, una temperatura a la que empieza a aparecer la austenita es  $Ac_1$ , y una temperatura a la que aparece austenita de una sola fase es  $Ac_3$ , y es posible leer cada temperatura a partir del cambio de la expansión. En el caso de medición de modo experimental, es general la utilización de un método de calentamiento de una lámina de acero después de la laminación en frío a una velocidad de calentamiento en el que en realidad se calienta en una etapa de recocido continuo, y se mide  $Ac_3$  a partir de una

curva de expansión. La velocidad de calentamiento en la presente memoria es una velocidad de calentamiento medio en un intervalo de temperatura de "500° C a 650° C", que es una temperatura igual o menor que  $A_{c1}$ , y el calentamiento se lleva a cabo a una velocidad constante utilizando la velocidad de calentamiento.

- 5 En la presente invención, se utiliza un resultado medido cuando se fija una velocidad de subida de temperatura de 5° C/s.

10 Por otro lado, la temperatura a la que comienza una transformación de una austenita de una sola fase a una fase de transformación de temperatura baja, tal como ferrita o bainita, se denomina  $A_{r3}$ , no obstante, con respecto a la transformación en una etapa de laminación en caliente,  $A_{r3}$  cambia de acuerdo a las condiciones de la laminación en caliente o de acuerdo a una velocidad de enfriamiento tras la laminación. En consecuencia,  $A_{r3}$  se ha calculado de acuerdo a un modelo de cálculo descrito en ISIJ International, vol. 32 (1.992), No. 3, y se ha determinado un tiempo de mantenimiento de  $A_{r3}$  a 600 °C por correlación con una temperatura real.

- 15 A continuación, se describirá una lámina de acero para estampación en caliente según la presente invención que se utiliza en un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical.

(Índice de enfriamiento de la lámina de acero para estampación en caliente)

20 Dado que para un material de estampación en caliente se tiene por objetivo la obtención de una dureza elevada después del enfriamiento, el material de estampación en caliente está diseñado en general al objeto de tener un componente de carbono elevado y un componente que tenga una templabilidad elevada. En la presente memoria la "templabilidad elevada" hace referencia a que un valor de  $D_{l_{inch}}$ , que es un índice de enfriamiento, es igual o mayor que 3. Es posible calcular el valor de  $D_{l_{inch}}$  a partir de ASTM A255-67. En el documento no patente 3 se describe un método de cálculo detallado. Se han propuesto varios métodos de cálculo del valor de  $D_{l_{inch}}$ , en relación a una ecuación de fB para el cálculo que utiliza un método aditivo y que calcula un efecto de B, es posible utilizar una ecuación de  $fB = 1 + 2,7 (0,85 - wt\% C)$  descrita en el documento no patente 3. Además, es necesario especificar el número de tamaño de grano de la austenita según una cantidad añadida de C, no obstante, en la práctica, dado que el número de tamaño de grano de la austenita cambia en función de las condiciones de la laminación en caliente, el cálculo se puede llevar a cabo aceptando como estándar un tamaño de grano de número 6.

30 El valor de  $D_{l_{inch}}$  es un índice que muestra la templabilidad, y no siempre está relacionado con la dureza de una lámina de acero. Es decir, la dureza de la martensita está determinada por las cantidades de C y de otros elementos de solución sólida. En consecuencia, los problemas de esta especificación no se producen en todos los materiales de acero que tienen una gran cantidad añadida de C. Incluso en un caso en el que se incluya una gran cantidad de C, la transformación de fase de una lámina de acero se produce con relativa rapidez siempre que el valor de  $D_{l_{inch}}$  sea un valor bajo, y por lo tanto, la transformación de fase se haya casi completado antes del enrollamiento en el enfriamiento en ROT. Además, también en una etapa de recocido, dado que la transformación de ferrita continúa fácilmente enfriándose desde una temperatura de calentamiento más alta, es fácil fabricar un material de estampación en caliente dúctil. Por otro lado, los problemas de esta especificación se muestran claramente en un material de acero que tiene un alto valor de  $D_{l_{inch}}$  y una gran cantidad añadida de C. En consecuencia, se consiguen los efectos significativos de la presente invención en el caso en el que un material de acero contiene de 0,18 % a 0,35 % de C y en el que el valor de  $D_{l_{inch}}$  es igual o mayor que 3. Por otro lado, cuando el valor de  $D_{l_{inch}}$  es extremadamente alto, dado que la transformación de ferrita no prosigue en el recocido continuo, es preferible un valor de aproximadamente 10 como un límite superior del valor de  $D_{l_{inch}}$ .

45 (Componentes químicos de la lámina de acero para estampación en caliente)

50 En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical según la presente invención, se utiliza una lámina de acero para estampación en caliente fabricada a partir de una pieza de acero que incluye unos componentes químicos que incluyen C, Mn, Si, P, S, N, Al, Ti, B y Cr y el resto de Fe e impurezas inevitables. Además, como elementos opcionales, pueden estar contenidos uno o más elementos de entre Mo, Nb, V, Ni, Cu, Sn, Ca, Mg y REM. En lo sucesivo, se describirá un intervalo preferido de contenido de cada elemento. El % que indica el contenido hace referencia al % en masa. En la lámina de acero para estampación en caliente, pueden estar contenidas impurezas inevitables distintas de los elementos descritos con anterioridad, siempre que el contenido de las mismas sea de un grado tal que no afecte significativamente a los efectos de la presente invención, no obstante, es preferible una cantidad tan pequeña como sea posible de las mismas.

(C: 0,18 % a 0,35 %)

60 Cuando el contenido de C es de menos del 0,18 %, la templabilidad después de la estampación en caliente se hace baja, y el aumento de la dureza de un componente se reduce. Por otro lado, cuando el contenido de C supera el 0,35 %, la conformabilidad del cuerpo formado se reduce de forma significativa.

En consecuencia, un valor límite inferior de C es del 0,18 %, preferiblemente del 0,20 %, y más preferiblemente del 0,22 %. Un valor límite superior de C es del 0,35 %, preferiblemente del 0,33 %, y más preferiblemente del 0,30 %.

65 (Mn: 1,0 % a 3,0 %)

Cuando el contenido de Mn es de menos del 1,0 %, es difícil asegurar la templabilidad en el momento de la estampación en caliente. Por otro lado, cuando el contenido de Mn supera el 3,0 %, tiene lugar fácilmente la segregación de Mn y el agrietamiento se produce con facilidad en el momento de la estampación en caliente.

- 5 En consecuencia, un valor límite inferior de Mn es del 1,0 %, preferiblemente del 1,2 %, y más preferiblemente del 1,5 %. Un valor límite superior de Mn es del 3,0 %, preferiblemente del 2,8 %, y más preferiblemente del 2,5 %.

(Si: 0,01 % a 1,0 %)

- 10 El Si tiene el efecto de mejorar ligeramente la templabilidad, no obstante, el efecto es ligero. Al tener el Si un valor elevado de endurecimiento en solución sólida en comparación con otros elementos que están contenidos, es posible reducir la cantidad de C para la obtención de la dureza deseada después del enfriamiento. Por consiguiente, es posible contribuir a la mejora de la soldabilidad, la cual es una desventaja del acero que tiene una gran cantidad de C. En consecuencia, el efecto del mismo es grande cuando la cantidad añadida es grande, no obstante, cuando la cantidad añadida del mismo excede el 0,1 %, debido a la generación de óxidos en la superficie de la lámina de acero, el recubrimiento de conversión química para conferir resistencia a la corrosión se degrada de forma significativa, o se afecta a la humectación de la galvanización. Además, no se proporciona en particular un límite inferior para el mismo, no obstante, aproximadamente el 0,01 %, que es una cantidad de Si utilizada en un nivel de desoxidación normal, es un límite inferior práctico.

- 20 En consecuencia, el valor límite inferior de Si es del 0,01 %. El valor límite superior de Si es del 1,0 %, y preferiblemente del 0,8 %.

(P: 0,001 % a 0,02 %)

- 25 El P es un elemento que tiene una elevada propiedad de endurecimiento en solución sólida, sin embargo, cuando el contenido del mismo excede el 0,02 %, el recubrimiento de conversión química se degrada de la misma manera que en el caso del Si. Además, no se proporciona en particular un límite inferior para el mismo, sin embargo, es difícil tener un contenido de menos del 0,001 %, ya que el coste se eleva de forma significativa.

(S: 0,0005 % a 0,01 %)

- 30 Dado que el S genera inclusiones tales como el MnS, que degrada la tenacidad o la maleabilidad, se desea que la cantidad añadida del mismo sea pequeña. Por consiguiente, la cantidad del mismo es preferiblemente igual o menor que el 0,01 %. Además, no se proporciona en particular un límite inferior del mismo, sin embargo, es difícil tener un contenido de menos del 0,0005 %, ya que el coste se eleva de forma significativa.

- 35 (N: 0,001 % a 0,01 %)

Dado que el N hace disminuir el efecto de mejora de la templabilidad cuando se realiza la adición de B, es preferible tener una cantidad añadida extremadamente pequeña. Desde este punto de vista, el límite superior del mismo se establece como el 0,01 %. Además, no se proporciona en particular el límite inferior, sin embargo, es difícil tener un contenido de menos del 0,001 %, ya que el coste se eleva de forma significativa.

- 40

(Al: 0,01 % a 1,0 %)

- 45 Dado que el Al tiene la propiedad de endurecimiento en solución sólida de la misma forma que el Si, se puede añadir al objeto de reducir la cantidad añadida de C. Dado que el Al degrada el recubrimiento de conversión química o la humectabilidad de la galvanización de la misma forma que el Si, el límite superior del mismo es del 1,0 %, y no se proporciona en particular el límite inferior, no obstante, el 0,01 %, que es la cantidad de Al mezclado en el nivel de desoxidación, es un límite inferior práctico.

(Ti: 0,005 % a 0,2 %)

- 50 El Ti es ventajoso para la eliminación de la toxicidad del N, el cual hace disminuir el efecto de la adición de B. Es decir, cuando el contenido de N es grande, el B se une con el N y se forma BN. Dado que el efecto de mejorar la templabilidad de B se muestra en el momento en el que se está en un estado de solución sólida de B, aunque B se añada en un estado de gran cantidad de N, no se obtendrá el efecto de mejorar la templabilidad. En consecuencia, por medio de la adición de Ti, es posible fijar el N como TiN y que el B permanezca en un estado de solución sólida. En general, la cantidad de Ti necesaria para la obtención de este efecto se puede conseguir por medio de la adición de la cantidad que sea aproximadamente cuatro veces la cantidad de N a partir del ratio de pesos atómicos. En consecuencia, cuando se considera el contenido de N que inevitablemente se mezcla, es necesario un contenido igual o superior al 0,005 %, que es el límite inferior. Además, el Ti se une con el C y se forma TiC. Dado que se puede obtener un efecto de mejora de una propiedad de fractura retardada tras la estampación en caliente, en el que se mejora de forma activa la propiedad de fractura retardada, es preferible añadir una cantidad igual o superior al 0,05 % de Ti. Sin embargo, si la cantidad añadida supera el 0,2 %, se forma un TiC grueso en un límite de grano de austenita o similar, y se generan grietas en la laminación en caliente, de manera que se establece el 0,2 % como límite superior.

- 60

(B: 0,0002 % a 0,005 %)

El B es uno de los elementos más eficaces como elemento de mejora de la templabilidad de bajo coste. Tal y como se ha descrito con anterioridad, cuando se añade B, ya que es necesario estar en un estado de solución sólida, es necesario añadir Ti, si es necesario. Además, dado que el efecto del mismo no se obtiene cuando la cantidad del mismo es de menos del 0,0002 %, se establece el 0,0002 % como límite inferior. Por otro lado, dado que el efecto del mismo se satura cuando la cantidad del mismo supera el 0,005 %, es preferible establecer el 0,005 % como límite superior.

(Cr: 0,002 % a 2,0 %)

El Cr mejora la templabilidad y la tenacidad con un contenido igual o superior al 0,002 %. La mejora de la tenacidad se obtiene por medio de un efecto de mejora de la propiedad de fractura retardada mediante la formación de carburo en aleación o por medio de un efecto de afinamiento de grano del tamaño de grano de la austenita. Por otro lado, cuando el contenido de Cr supera el 2,0 %, los efectos del mismo se saturan.

(Mo: 0,002 % a 2,0 %)

(Nb: 0,002 % a 2,0 %)

(V: 0,002 % a 2,0 %)

El Mo, el Nb y el V mejoran la templabilidad y la tenacidad con un contenido igual o superior al 0,002 %, respectivamente. El efecto de mejora de la tenacidad se puede obtener por medio de la mejora de la propiedad de fractura retardada mediante la formación de carburo en aleación, o mediante afinamiento de grano del tamaño de grano de la austenita. Por otro lado, cuando el contenido de cada elemento supera el 2,0 %, los efectos de los mismos se saturan. Por consiguiente, las cantidades contenidas de Mo, Nb y V pueden estar en un intervalo del 0,002 % al 2,0 %, respectivamente.

(Ni: 0,002 % a 2,0 %)

(Cu: 0,002 % a 2,0 %)

(Sn: 0,002 % a 2,0 %)

Además, el Ni, el Cu y el Sn mejoran la tenacidad con un contenido igual o superior al 0,002 %, respectivamente. Por otro lado, cuando el contenido de cada elemento supera el 2,0 %, los efectos de los mismos se saturan. Por consiguiente, las cantidades contenidas de Ni, Cu y Sn pueden estar en un intervalo del 0,002 % al 2,0 %, respectivamente.

(Ca: 0.0005 % a 0.0050 %)

(Mg: 0,0005 % a 0,0050 %)

(REM: 0.0005 % a 0.0050 %)

El Ca, el Mg y las REM tienen efectos de afinamiento de grano de las inclusiones cuando cada uno de los contenidos es igual o superior al 0,0005 % y de supresión de las mismas. Por otro lado, cuando la cantidad de cada elemento supera el 0,0050 %, los efectos de los mismos se saturan. En consecuencia, las cantidades contenidas de Ca, Mg y REM pueden estar en un intervalo del 0,0005 % al 0,0050 %, respectivamente.

(Microestructura de la lámina de acero para estampación en caliente)

A continuación, se describirá una microestructura de la lámina de acero para estampación en caliente.

La figura 2 muestra un modelo de historia de temperatura en la etapa de recocido continuo. En la figura 2,  $Ac_1$  hace referencia a una temperatura a la cual la transformación inversa a austenita comienza a ocurrir en el momento en el que la temperatura se eleva, y  $Ac_3$  hace referencia a una temperatura a la cual una composición metálica de la lámina de acero se convierte por completo en austenita en el momento en el que la temperatura se eleva. La lámina de acero que se somete a la etapa de laminación en frío está en un estado en el que la microestructura de la lámina laminada en caliente es triturada por la laminación en frío, y en este estado, la lámina de acero está en un estado endurecido con una densidad de dislocación extremadamente elevada. En general, la microestructura de la lámina de acero laminada en caliente del material de enfriamiento es una estructura mixta de ferrita y perlita. Sin embargo, la microestructura se puede controlar para que sea una estructura formada principalmente por bainita o formada principalmente por martensita, por medio de la temperatura de enrollamiento de la lámina laminada en caliente. Tal y como se describirá con posterioridad, cuando se fabrica la lámina de acero para estampación en caliente, por medio del calentamiento de la lámina de acero hasta que sea igual o superior a  $Ac_1$  °C en una etapa de calentamiento, se establece que una fracción de volumen de ferrita no recristalizada sea igual o inferior al 30 %. Además, al fijar la temperatura de calentamiento más elevada de modo que sea menor que  $Ac_3$  °C en la etapa de calentamiento y al enfriar desde la temperatura de calentamiento más elevada hasta 660 °C a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a 10 °C/s en la etapa de enfriamiento, la transformación de ferrita prosigue en el enfriamiento, y la lámina de acero se ablanda. Cuando, en la etapa de enfriamiento, se provoca la transformación de ferrita y la lámina de acero se ablanda, es preferible que la ferrita permanezca ligeramente en la etapa de calentamiento y, en consecuencia, es preferible fijar la temperatura de calentamiento más elevada de modo que esté entre " $(Ac_1 + 20)$  °C y  $(Ac_3 - 10)$  °C". Por medio del calentamiento hasta este intervalo de temperatura, además de que la ferrita no recristalizada



endurecida se reblandece por recuperación y recristalización debido al movimiento de dislocación en el recocido, es posible austenitizar la restante ferrita endurecida no recristalizada. En la etapa de calentamiento, la ferrita no recristalizada permanece ligeramente, en una etapa de enfriamiento posterior a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a  $10^{\circ}\text{C/s}$  y en una etapa de mantenimiento en la que se mantiene en un intervalo de temperatura de "550° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 1 minuto a 10 minutos, la ferrita crece por medio de la nucleación de la ferrita no recristalizada, y se provoca la precipitación de la cementita debido a la concentración de C en la austenita no transformada. Por consiguiente, la microestructura principal después de la etapa de recocido de la lámina de acero para estampación en caliente según la realización está configurada a partir de ferrita, cementita y perlita, y contiene una parte de la austenita, martensita y bainita restantes. El intervalo de la temperatura de calentamiento más elevada en la etapa de calentamiento se puede ampliar por medio del ajuste de las condiciones de laminación en la etapa de laminación en caliente y de las condiciones de enfriamiento en ROT. Es decir, la causa de los problemas se origina en la variación de la microestructura de la lámina laminada en caliente, y si la microestructura de la lámina laminada en caliente se ajusta de modo que la lámina laminada en caliente se homogeniza y la recristalización de la ferrita después de la laminación en frío prosigue uniforme y rápidamente, aunque el límite inferior de la temperatura de calentamiento más elevada en la etapa de calentamiento se expanda a  $(Ac_1 - 40)^{\circ}\text{C}$ , es posible suprimir el resto de ferrita no recristalizada y expandir las condiciones en la etapa de mantenimiento (tal y como se describirá con posterioridad, en un intervalo de temperatura de "450° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos).

Más en detalle, la lámina de acero para estampación en caliente incluye una estructura metálica en la que una fracción en volumen de la ferrita obtenida por medio de la combinación de la ferrita recristalizada y la ferrita transformada es igual o superior al 50 %, y una fracción en volumen de la fracción de ferrita no recristalizada es igual o inferior al 30 %. Cuando la fracción de ferrita es inferior al 50 %, la resistencia de la lámina de acero después de la etapa de recocido continuo se ve comprometida. Además, cuando la fracción de la ferrita no recristalizada excede el 30 %, la dureza de la lámina de acero después de la etapa de recocido continuo se ve comprometida.

El ratio de ferrita no recristalizada se puede medir por medio del análisis de un patrón de difracción de electrones retrodispersados (EBSP, electron back scattering diffraction pattern, por sus siglas en inglés). La discriminación entre la ferrita no recristalizada y otra ferrita, es decir, la ferrita recristalizada y la ferrita transformada, se puede llevar a cabo por medio del análisis de los datos de medición de la orientación de los cristales del EBSP mediante el método de desorientación promedio en núcleos (método KAM, kernel average misorientation, por sus siglas en inglés). La dislocación se recupera en los granos de la ferrita no recristalizada, no obstante, existe un cambio continuo de la orientación del cristal generado por la deformación plástica en el momento de la laminación en frío. Por otro lado, el cambio de la orientación del cristal en los granos de ferrita, excepto para la ferrita no recristalizada, es extremadamente pequeño. Esto se debe a que, a pesar de que la orientación del cristal de los granos de cristal adyacentes es muy diferente debido a la recristalización y la transformación, la orientación del cristal en un grano de cristal no se ve modificada. En el método KAM, debido a que es posible mostrar cuantitativamente la diferencia de orientación del cristal de los píxeles adyacentes (puntos de medición), en la presente invención, cuando se define el límite de grano entre un píxel en el que la diferencia de orientación del cristal promedio con el punto de medición adyacente es de menos de  $1^{\circ}$  (grado) y un píxel en el que la diferencia de orientación del cristal promedio con el punto de medición adyacente es igual o superior a  $2^{\circ}$  (grados), el grano que tiene un tamaño de grano de cristal igual o superior a  $3\ \mu\text{m}$  se define como la ferrita distinta de la ferrita no recristalizada, es decir, la ferrita recristalizada y la ferrita transformada.

Además, en la lámina de acero para estampación en caliente, (A) un valor de un ratio  $Cr_{\theta}/Cr_M$  de la concentración  $Cr_{\theta}$  de Cr bajo solución sólida en carburo de hierro y de la concentración  $Cr_M$  de Cr bajo solución sólida en un material de base es igual o inferior a 2, o (B) un valor de un ratio  $Mn_{\theta}/Mn_M$  de la concentración  $Mn_{\theta}$  de Mn bajo solución sólida en carburo de hierro y de la concentración  $Mn_M$  de Mn bajo solución sólida en un material de base es igual o inferior a 10.

La cementita, que es representante del carburo de hierro, se disuelve en la austenita en el momento del calentamiento de la estampación en caliente, y la concentración de C en la austenita aumenta. En el periodo de calentamiento en una etapa de estampación en caliente, cuando se calienta a una temperatura baja durante un breve periodo de tiempo por medio de un calentamiento rápido o similar, la disolución de la cementita no es suficiente y la templabilidad o dureza después del enfriamiento no es suficiente. La velocidad de disolución de la cementita se puede mejorar por medio de la reducción de una cantidad de distribución de Cr o Mn en la cementita, el cual es un elemento que se distribuye con facilidad en la cementita. Cuando el valor de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  excede de 2 y el valor de  $Mn_{\theta}/Mn_M$  excede de 10, la disolución de la cementita en la austenita en el periodo de calentamiento durante un tiempo corto es insuficiente. Es preferible que el valor de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  sea igual o inferior a 1,5 y que el valor de  $Mn_{\theta}/Mn_M$  sea igual o inferior a 7.

El  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y el  $Mn_{\theta}/Mn_M$  se pueden reducir en el método de fabricación de una lámina de acero. Tal y como se describirá en detalle, es necesario suprimir la difusión de elementos de sustitución en el carburo de hierro, y es necesario controlar la difusión en la etapa de laminación en caliente, y la etapa de recocido continuo después de la laminación en frío. Los elementos de sustitución tales como el Cr o el Mn son diferentes de los elementos

- intersticiales como el C o el N, y se difunden en el carburo de hierro al mantenerse a una temperatura elevada igual o superior a 600° C durante mucho tiempo. Para evitar esto, hay dos métodos principales. Uno de ellos es un método de disolución de toda la austenita por medio del calentamiento del carburo de hierro generado en la laminación en caliente hasta entre  $Ac_1$  y  $Ac_3$  en el recocido continuo y por medio de la realización de un enfriamiento lento desde la temperatura de calentamiento más elevada hasta una temperatura igual o inferior a 10° C/s y el mantenimiento entre 550° C y 660° C para generar la transformación de ferrita y el carburo de hierro. Dado que el carburo de hierro generado en el recocido continuo se genera en poco tiempo, es difícil que los elementos de sustitución se difundan.
- En el otro de ellos, en la etapa de enfriamiento después de la etapa de laminación en caliente, al completarse la transformación de ferrita y perlita, es posible alcanzar un estado blando y uniforme en el que la cantidad de difusión de los elementos de sustitución en el carburo de hierro de la perlita es pequeña. La razón para limitar las condiciones de la laminación en caliente se describirá más adelante. Por consiguiente, en el estado de la lámina laminada en caliente después de la laminación en caliente, es posible establecer los valores de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y  $Mn_{\theta}/Mn_M$  como valores bajos. Por lo tanto, en la etapa de recocido continuo después de la laminación en frío, incluso con el recocido en un intervalo de temperatura de  $(Ac_1 - 40)^\circ C$  en el que sólo se produce la recristalización de la ferrita, si es posible completar la transformación en el enfriamiento en ROT después de la laminación en caliente, es posible fijar el  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y el  $Mn_{\theta}/Mn_M$  de forma que sean bajos.
- Tal y como se muestra en la figura 5, los valores umbral han sido determinados a partir de una curva de expansión cuando se mantiene C – 1, en la cual los valores de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y de  $Mn_{\theta}/Mn_M$  son bajos, y C – 4, en la que los valores de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y de  $Mn_{\theta}/Mn_M$  son elevados, durante 10 segundos después de calentar hasta 850° C a 150° C/s, y a continuación se enfría a 5° C/s. Es decir, a pesar de que la transformación comienza próxima a 650° C en el enfriamiento, en un material en el que los valores de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y  $Mn_{\theta}/Mn_M$  son elevados, no se observa una transformación de fase clara a una temperatura igual o inferior a 400° C en el material en el que los valores de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y  $Mn_{\theta}/Mn_M$  son elevados. Es decir, al fijar los valores de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y  $Mn_{\theta}/Mn_M$  de forma que sean bajos, es posible mejorar la templabilidad después del calentamiento rápido.
- No está limitado en particular un método de medición de análisis de componentes de Cr y Mn en el carburo de hierro, sin embargo, por ejemplo, el análisis se puede llevar a cabo con un espectrómetro de difusión de energía (EDS, energy diffusion spectrometer, por sus siglas en inglés) conectado a un TEM, por medio de la fabricación de materiales réplica extraídos de ubicaciones arbitrarias de la lámina de acero y la observación utilizando el microscopio electrónico de transmisión (TEM, transmission electron microscope, por sus siglas en inglés) con un aumento de 1000 o más. Además, para el análisis de componentes de Cr y Mn en una fase principal, el análisis con EDS se puede realizar en granos de ferrita suficientemente separados del carburo de hierro, por medio de la fabricación de una película delgada utilizada de forma general.
- Además, en la lámina de acero para estampación en caliente, una fracción de la perlita no segmentada puede ser igual o superior al 10 %. La perlita no segmentada muestra que la perlita que se austenitiza una vez en la etapa de recocido se transforma de nuevo en perlita en la etapa de enfriamiento, la perlita no segmentada muestra que los valores de  $Cr_{\theta}/Cr_M$  y  $Mn_{\theta}/Mn_M$  son más bajos.
- Si la fracción de perlita no segmentada es igual o superior al 10 %, se mejora la templabilidad de la lámina de acero.
- Cuando la microestructura de la lámina de acero laminada en caliente se forma a partir de la ferrita y la perlita, si la ferrita recristaliza después de la laminación en frío de la lámina de acero laminada en caliente hasta aproximadamente el 50 %, por lo general, la ubicación que indica la perlita no segmentada está en un estado en el que la perlita está finamente segmentada, tal y como se muestra en el resultado observado por el SEM de las figuras 6A y 6B. Por otro lado, cuando el calentamiento en el recocido continuo es igual o superior a  $Ac_1$ , después de que la perlita se ha austenitizado una vez, por medio de la etapa siguiente de enfriamiento y mantenimiento, se produce la transformación de ferrita y la transformación de perlita. Dado que la perlita se forma por transformación durante un tiempo corto, la perlita está en un estado que no contiene los elementos de sustitución en el carburo de hierro y tiene una forma no segmentada, tal y como se muestra en las figuras 7A y 7B.
- Se puede obtener un ratio de área de la perlita no segmentada por medio de la observación de una pieza de prueba cortada y pulida con un microscopio óptico, y midiendo el ratio utilizando un método de recuento de puntos.
- (Primera Realización)
- A continuación, se describirá un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical según una primera realización de la presente invención.
- El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical según la realización incluye al menos una etapa de laminación en caliente, una etapa de enrollamiento, una etapa de laminación en frío, una etapa de recocido continuo y una etapa de estampación en caliente. A continuación se describirá cada etapa en detalle.

## (Etapa de laminación en caliente)

En la etapa de laminación en caliente, una pieza de acero que tiene los componentes químicos descritos con anterioridad se calienta (recalienta) hasta una temperatura igual o superior a 1.100° C, y se lleva a cabo la laminación en caliente. La pieza de acero puede ser una plancha obtenida inmediatamente después de ser fabricada en una instalación de colada continua, o se puede fabricar utilizando un horno eléctrico. Por medio del calentamiento de la pieza de acero hasta una temperatura igual o superior a 1.100° C, los elementos formadores de carburo y el carbono se pueden someter a una descomposición, disolviéndose suficientemente en el material de acero. Además, al calentar la pieza de acero hasta una temperatura igual o superior a 1.200° C, los carbonitruros precipitados en la pieza de acero se pueden disolver de forma suficiente. No obstante, no es preferible calentar la pieza de acero hasta una temperatura superior a 1.280° C, desde un punto de vista del coste de producción.

Cuando la temperatura final de la laminación en caliente es inferior a Ar<sub>3</sub>° C, la transformación de ferrita se produce en la laminación por el contacto de la capa superficial de la lámina de acero con un cilindro de laminación, y la resistencia a la deformación de la laminación puede ser significativamente elevada. No se proporciona en particular el límite superior de la temperatura final, no obstante, el límite superior se puede fijar en aproximadamente 1.050° C.

## (Etapa de enrollamiento)

Es preferible que la temperatura de enrollamiento en la etapa de enrollamiento que sigue a la etapa de laminación en caliente esté en un intervalo de temperatura de "700° C a 900° C" (intervalo de transformación de ferrita y de transformación de perlita) o en un intervalo de temperatura de "25° C a 500° C" (intervalo de transformación de martensita o de transformación de bainita). En general, dado que la bobina después del enrollamiento se enfría desde la parte del borde, el historial de enfriamiento se vuelve desigual, y como resultado, se genera con facilidad la irregularidad de la microestructura, no obstante, por medio del enrollamiento de la bobina laminada en caliente en el intervalo de temperatura descrito con anterioridad, es posible evitar que la irregularidad de la microestructura ocurra en la etapa de laminación en caliente. Sin embargo, incluso con una temperatura de enrollamiento por encima del intervalo preferido, es posible reducir una variación significativa de la misma en comparación con la técnica relacionada mediante el control de la microestructura en el recocido continuo.

## (Etapa de laminación en frío)

En la etapa de laminación en frío, la lámina de acero laminada en caliente enrollada es laminada en frío después del decapado y se fabrica una lámina de acero laminada en frío.

## (Etapa de recocido continuo)

En la etapa de recocido continuo, la lámina de acero laminada en frío se somete a recocido continuo. La etapa de recocido continuo incluye una etapa de calentamiento para calentar la lámina de acero laminada en frío en un intervalo de temperatura igual o superior a "Ac<sub>1</sub>° C e inferior a Ac<sub>3</sub>° C", y una etapa de enfriamiento para enfriar a continuación la lámina de acero laminada en frío hasta 660° C desde la temperatura de calentamiento más elevada fijando una velocidad de enfriamiento de 10° C/s o menos, y una etapa de mantenimiento para mantener a continuación la lámina de acero laminada en frío en un intervalo de temperatura de "550° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 1 minuto a 10 minutos.

## (Etapa de estampación en caliente)

En la etapa de estampación en caliente, la estampación en caliente se realiza para la lámina de acero que ha sido sometida al recocido continuo, tal y como se ha descrito con anterioridad, después de calentar hasta una temperatura igual o superior a Ac<sub>3</sub>, y se conforma una pared vertical. Además, la pared vertical hace referencia a una parte que es paralela a una dirección de presión, o a una parte que se interseca con una dirección de presión según un ángulo de menos de 20 grados. Se pueden emplear unas condiciones generales para la velocidad de calentamiento de la misma o para la velocidad de enfriamiento posterior. Sin embargo, dado que la eficiencia de producción es extremadamente baja a una velocidad de calentamiento de menos de 3° C/s, la velocidad de calentamiento se puede fijar para que sea igual o superior a 3° C/s. Además, dado que la pared vertical puede no estar suficientemente enfriada en particular a una velocidad de enfriamiento de menos de 3° C/s, la velocidad de enfriamiento se puede fijar para que sea igual o mayor que 3° C/s.

El método de calentamiento no está regulado en particular, y por ejemplo, se puede emplear un método de aplicación de calentamiento eléctrico o un método de utilización de un horno de calentamiento.

El límite superior de la temperatura de calentamiento más elevada se puede establecer en 1.000° C. Además, el mantenimiento a la temperatura de calentamiento más elevada puede no llevarse a cabo ya que no es necesario aplicar un tiempo de mantenimiento particular siempre que se obtenga la transformación inversa a la fase única de austenita.

Según el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente descrito con anterioridad, ya que se utiliza una lámina de acero para prensado en caliente en la que la dureza es uniforme y que es blanda, incluso en el caso de conformación por estampación en caliente del cuerpo conformado que tiene una pared vertical en el que la

separación con la matriz se genera fácilmente, es posible reducir la variación de la dureza del cuerpo estampado en caliente. En detalle, es posible obtener un cuerpo conformado que tenga una pared vertical en el que, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento sea igual o inferior a 650° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente sea igual o inferior a 100, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento sea de 650° C a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente sea igual o inferior a 60, y cuando la temperatura de inicio de enfriamiento sea igual o superior a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente sea igual o inferior a 40.

La lámina de acero para estampación en caliente contiene una gran cantidad de componente C para asegurar la dureza en el enfriamiento después de la estampación en caliente y contiene Mn y B, y en un componente de acero de este tipo que tiene una elevada templeabilidad y una elevada concentración de C, la microestructura de la lámina laminada en caliente después de la etapa de laminación en caliente tiende a volverse desigual con facilidad. Sin embargo, según el método de fabricación de la lámina de acero laminada en frío para estampación en caliente según la realización, en la etapa de recocido continuo posterior al último paso de la etapa de laminación en frío, la lámina de acero laminada en frío se calienta en un intervalo de temperatura "igual o mayor que  $Ac_1^{\circ} C$  y menor que  $Ac_3^{\circ} C$ ", a continuación se enfría desde la temperatura más elevada hasta 660° C a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a 10° C/s, y después se mantiene en un intervalo de temperatura de "550° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 1 minuto a 10 minutos, y de esta forma se puede conseguir que la microestructura sea uniforme.

En la línea de recocido continuo, también se puede realizar un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia. Los efectos de la presente invención no se pierden incluso cuando el proceso de revestimiento se lleva a cabo después de la etapa de recocido.

Tal y como se muestra en la vista esquemática de la figura 2, la microestructura de la lámina de acero sometida a la etapa de laminación en frío es una ferrita no recristalizada. En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical según la realización, en la etapa de recocido continuo, al calentar hasta un intervalo de calentamiento "igual o superior a  $Ac_1^{\circ} C$  e inferior a  $Ac_3^{\circ} C$ ", que es un intervalo de temperatura más elevado que el punto  $Ac_1$ , el calentamiento se aplica hasta que se tiene una coexistencia de doble fase con la fase de austenita en la que la ferrita no recristalizada permanece ligeramente. Después de eso, en la etapa de enfriamiento a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a 10° C/s, se produce el crecimiento de la ferrita transformada que se nuclea a partir de la ferrita no recristalizada que permanece ligeramente a la temperatura de calentamiento más elevada. A continuación, en la etapa de mantenimiento en la que se mantiene la lámina de acero en un intervalo de temperatura de "550° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 1 minuto a 10 minutos, el engrosamiento de C en la austenita no transformada se produce al mismo tiempo que la transformación de ferrita, y se provoca la precipitación de la cementita o la transformación de la perlita al mantenerse en el mismo intervalo de temperatura.

La lámina de acero para estampación en caliente contiene una gran cantidad de componente C para asegurar la dureza en el enfriamiento después de la estampación en caliente y contiene Mn y B, y B tiene el efecto de evitar la generación de la nucleación de ferrita en el momento del enfriamiento a partir de la fase única de austenita, por lo general, y cuando el enfriamiento se lleva a cabo después de calentar hasta el intervalo monofásico de austenita igual o superior a  $Ac_3$ , es difícil que se produzca la transformación de ferrita. Sin embargo, por medio del mantenimiento de la temperatura de calentamiento en la etapa de recocido continuo en un intervalo de temperatura "igual o superior a  $Ac_1^{\circ} C$  e inferior a  $Ac_3^{\circ} C$ ", el cual está inmediatamente por debajo de  $Ac_3$ , la ferrita permanece ligeramente en un estado en el que la ferrita no recristalizada casi endurecida se transforma inversamente en la austenita, y en la siguiente etapa de enfriamiento a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a 10° C/s y en la etapa de mantenimiento en la que se mantiene en un intervalo de temperatura de "550° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 1 minuto a 10 minutos, se produce el reblandecimiento por medio del crecimiento de la ferrita al nuclearse la ferrita restante. Además, si la temperatura de calentamiento en la etapa de recocido continuo es superior a  $Ac_3^{\circ} C$ , dado que la fase única de austenita se produce principalmente, y además la transformación de ferrita en el enfriamiento es insuficiente, y se realiza el endurecimiento, se fija la temperatura descrita con anterioridad como el límite superior, y si la temperatura de calentamiento es menor que  $Ac_1$ , dado que la fracción de volumen de la ferrita no recristalizada llega a ser elevada y se realiza el endurecimiento, la temperatura descrita con anterioridad se fija como el límite inferior.

Además, en la etapa de mantenimiento en la que se mantiene la lámina de acero laminada en frío en un intervalo de temperatura de "550° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 1 minuto a 10 minutos, se puede provocar la precipitación de cementita o la transformación de perlita en la austenita no transformada en la que el C está engrosado después de la transformación de ferrita. Por lo tanto, según el método de fabricación de un cuerpo formado que tiene una pared vertical según la realización, incluso en el caso de calentar un material que tiene una elevada templeabilidad hasta una temperatura justamente por debajo del punto  $Ac_3$  por medio del recocido continuo, la mayoría de las partes de la microestructura de la lámina de acero se pueden fijar como ferrita y cementita. Según

el estado de la transformación, la bainita, la martensita y la austenita restante existen ligeramente después del enfriamiento, en algunos casos.

5 Además, si la temperatura en la etapa de mantenimiento supera los 660° C, el proceso de transformación de la ferrita se retarda y el recocido lleva mucho tiempo. Por otro lado, cuando la temperatura es inferior a 550° C, la propia ferrita generada por la transformación se endurece, es difícil que continúe la precipitación de la cementita o la transformación de la perlita, o que se produzca la bainita o la martensita, que es el producto de transformación de temperatura más baja. Además, cuando el tiempo de mantenimiento excede los 10 minutos, la instalación de recocido continuo se hace más larga posteriormente y es necesario un alto coste, y por otro lado, cuando el tiempo de mantenimiento es inferior a 1 minuto, la transformación de ferrita, la precipitación de cementita o la transformación de perlita es insuficiente, la estructura está formada principalmente por bainita o martensita en la que la mayoría de las partes de la microestructura después del enfriamiento son de fase endurecida y la lámina de acero se endurece.

15 Según el método de fabricación descrito con anterioridad, por medio del enrollamiento de la bobina laminada en caliente sometida a la etapa de laminación en caliente en un intervalo de temperatura de "700° C a 900° C" (intervalo de ferrita o perlita), o por medio del enrollamiento en un intervalo de temperatura "25° C a 550° C", que es un intervalo de temperatura de transformación a baja temperatura, es posible suprimir la irregularidad de la microestructura de la bobina laminada en caliente después del enrollamiento. Es decir, la zona próxima a los 600° C a la que generalmente se enrolla el acero normal, es un intervalo de temperatura en el que se produce la transformación de ferrita y la transformación de perlita, sin embargo, cuando se enrolla el tipo de acero que tiene una elevada templabilidad en el mismo intervalo de temperatura después de haber fijado las condiciones del acabado de la laminación en caliente realizada normalmente, ya que casi no se produce ninguna transformación en una parte del dispositivo de enfriamiento que se denomina tabla de salida (en adelante, ROT, run-out-table, por sus siglas en inglés) desde el laminado de acabado de la etapa de laminación en caliente hasta el enrollamiento, la transformación de fase de la austenita se produce después del enrollamiento. Por consiguiente, cuando se considera una dirección de anchura de la bobina, las velocidades de enfriamiento en la parte de borde expuesta al aire exterior y en la parte central protegida del aire exterior son diferentes entre sí. Además, también en el caso de considerar una dirección longitudinal de la bobina, de la misma forma que la descrita con anterioridad, los historiales de enfriamiento en un extremo de punta o en un extremo posterior de la bobina que puede estar en contacto con el aire exterior y en una parte intermedia protegida del aire exterior son diferentes entre sí. En consecuencia, en el componente que tiene una elevada templabilidad, cuando se enrolla en un intervalo de temperatura de la misma manera que en un caso de acero normal, la microestructura o la dureza de la lámina laminada en caliente varía de forma significativa en una bobina debido a la diferencia del historial de enfriamiento. Cuando se lleva a cabo el recocido por parte de la instalación de recocido continuo después de la laminación en frío utilizando la lámina laminada en caliente, en el intervalo de temperatura de recristalización de ferrita de valor igual o inferior a  $Ac_1$ , se genera una variación significativa en la dureza, tal y como se muestra en la figura 1, debido a la variación en la velocidad de recristalización de la ferrita causada por la variación de la microestructura de la lámina laminada en caliente. Por otro lado, cuando se calienta hasta el intervalo de temperatura de valor igual o superior a  $Ac_1$  y se enfría tal como está, no solo queda una gran cantidad de ferrita no recristalizada, sino que la austenita que está transformada inversamente de forma parcial se transforma en bainita o martensita, que es una fase endurecida, y se convierte en un material duro que tiene una variación significativa en la dureza. Cuando se calienta hasta una temperatura igual o superior a  $Ac_3$  para eliminar por completo la ferrita no recristalizada, se lleva a cabo un endurecimiento significativo después del enfriamiento con efecto de los elementos de mejora de la templabilidad tales como el Mn o el B. Por consiguiente, es ventajoso llevar a cabo el enrollamiento en el intervalo de temperatura descrito con anterioridad para la uniformidad de la microestructura de la lámina laminada en caliente. Es decir, por medio de la realización del enrollamiento en el intervalo de temperatura de "700° C a 900° C", dado que el enfriamiento es realizado suficientemente desde el estado de temperatura elevada después del enrollamiento, es posible conformar la bobina completa con la estructura de ferrita / perlita. Por otro lado, al enrollar en el intervalo de temperatura de "25° C a 550° C", es posible conformar la bobina completa en bainita o martensita, la cual es dura.

Las figuras 3A a 3C muestran la variación de la resistencia de la lámina de acero para estampación en caliente después del recocido continuo con diferentes temperaturas de enrollamiento para la bobina laminada en caliente. La figura 3A muestra un caso en el que se lleva a cabo un recocido continuo fijando una temperatura de enrollamiento como 680° C, la figura 3B muestra un caso en el que se lleva a cabo el recocido continuo fijando una temperatura de enrollamiento a 750° C, es decir, en el intervalo de temperatura de "700° C a 900° C" (intervalo de transformación de ferrita y de transformación de perlita), y la figura 3C muestra un caso en el que se lleva a cabo el recocido continuo fijando una temperatura de enrollamiento como 500° C, es decir, en el intervalo de temperatura de "25° C a 500° C" (intervalo de transformación de bainita y de transformación de martensita). En las figuras 3A a 3C,  $\Delta TS$  indica la variación de la resistencia de la lámina de acero (valor máximo de la resistencia a la tracción de la lámina de acero - valor mínimo de la misma). Tal y como se muestra claramente en las figuras 3A a 3C, al llevar a cabo el recocido continuo en condiciones adecuadas, es posible la obtención de una dureza uniforme y suave de la lámina de acero después del recocido, y por consiguiente, es posible reducir la variación de la dureza del cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical.

65

Por medio de la utilización de un acero que tiene una dureza uniforme, en la etapa de estampación en caliente, incluso en el caso de la fabricación del cuerpo conformado que tiene la pared vertical en la que la velocidad de enfriamiento se vuelve fácilmente más lenta que en las otras partes, es posible estabilizar la dureza de un componente del cuerpo conformado después de la estampación en caliente. Además, para la parte que es una parte de sujeción de electrodo en la que la temperatura no aumenta por el calentamiento eléctrico y en la que la dureza del material de la propia lámina de acero afecta a la dureza del producto, por medio de la regulación de forma uniforme de la dureza del material de la propia lámina de acero, es posible mejorar la regulación de la precisión de la calidad del producto del cuerpo conformado después de la estampación en caliente.

10 (Segunda realización)

A continuación, se describirá un método de fabricación del cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical según una segunda realización de la presente invención.

15 El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según la realización incluye al menos una etapa de laminación en caliente, una etapa de enrollamiento, una etapa de laminación en frío, una etapa de recocido continuo y una etapa de estampación en caliente. A continuación se describirá cada etapa en detalle.

(Etapa de laminación en caliente)

20 En la etapa de laminación en caliente, una pieza de acero que tiene los componentes químicos descritos con anterioridad se calienta (recalienta) hasta una temperatura igual o superior a  $1.100^{\circ}\text{C}$ , y se lleva a cabo la laminación en caliente. La pieza de acero puede ser una plancha obtenida inmediatamente después de ser fabricada en una instalación de colada continua, o se puede fabricar utilizando un horno eléctrico. Por medio del calentamiento de la pieza de acero hasta una temperatura igual o superior a  $1.100^{\circ}\text{C}$ , los elementos formadores de carburo y el carbono se pueden someter a una descomposición, disolviéndose suficientemente en el material de acero. Además, al calentar la pieza de acero hasta una temperatura igual o superior a  $1.200^{\circ}\text{C}$ , los carbonitruros precipitados en la pieza de acero se pueden disolver de forma suficiente. No obstante, no es preferible calentar la pieza de acero hasta una temperatura superior a  $1.280^{\circ}\text{C}$ , desde un punto de vista del coste de producción.

30 En la etapa de laminación en caliente de la realización, en la laminación en caliente de acabado configurada con una máquina con 5 o más soportes de rodillos consecutivos, la laminación se lleva a cabo (A) mediante la fijación de una temperatura de laminación en caliente de acabado  $F_{iT}$  en un laminador final  $F_i$  en un intervalo de temperatura de  $(Ac_3 - 80)^{\circ}\text{C}$  a  $(Ac_3 + 40)^{\circ}\text{C}$ , (B) mediante la fijación de un tiempo desde el inicio de la laminación en un laminador  $F_{i-3}$ , que es una máquina anterior al laminador final  $F_i$ , hasta el final de la laminación en el laminador final  $F_i$  para que sea igual o superior a 2,5 segundos, y (C) por medio de la fijación de una temperatura de laminación en caliente  $F_{i-3T}$  en el laminador  $F_{i-3}$  para que sea igual o inferior a  $(F_{iT} + 100)^{\circ}\text{C}$ , y llevando a cabo a continuación el mantenimiento en un intervalo de temperatura de " $600^{\circ}\text{C}$  a  $Ar_3^{\circ}\text{C}$ " durante un periodo de tiempo de 3 segundos a 40 segundos, y el enrollamiento se realiza en la etapa de enrollamiento.

40 Por medio de la realización de dicha laminación en caliente, es posible llevar a cabo una estabilización y transformación de la austenita a la ferrita, la perlita o la bainita, que es la fase de transformación de temperatura baja, en la ROT (tabla de salida), la cual es un lecho de enfriamiento en la laminación en caliente, y es posible reducir la variación de la dureza de la lámina de acero que está acompañada de una desviación de la temperatura de enfriamiento generada después del enrollamiento de la bobina. Al objeto de completar la transformación en la ROT, el afinamiento del tamaño de grano de la austenita y el mantenimiento a una temperatura igual o inferior a  $Ar_3^{\circ}\text{C}$  en la ROT durante un periodo de tiempo prolongado son condiciones importantes.

50 Cuando la  $F_{iT}$  es menor que  $(Ac_3 - 80)^{\circ}\text{C}$ , no queda estabilizada la posibilidad de que la transformación de ferrita en la laminación en caliente se haga elevada y de resistencia a la deformación en la laminación en caliente. Por otro lado, cuando la  $F_{iT}$  es superior a  $(Ac_3 + 40)^{\circ}\text{C}$ , el tamaño de grano de la austenita inmediatamente antes del enfriamiento después de la laminación en caliente de acabado se vuelve grueso, y se retarda la transformación de la ferrita. Es preferible que la  $F_{iT}$  se fije como un intervalo de temperatura de " $(Ac_3 - 70)^{\circ}\text{C}$  a  $(Ac_3 + 20)^{\circ}\text{C}$ ". Por medio de la fijación de las condiciones de calentamiento tal y como se ha descrito con anterioridad, es posible afinar el tamaño de grano de la austenita después de la laminación final, y es posible provocar la transformación de ferrita en el enfriamiento en la ROT. Por consiguiente, dado que la transformación se produce en la ROT, es posible reducir en gran medida la variación de la microestructura en las direcciones longitudinal y de anchura de la bobina que es causada por la variación del enfriamiento de la bobina después del enrollamiento.

60 Por ejemplo, en el caso de una línea de laminación en caliente que incluye siete laminadores finales, el tiempo de tránsito de un laminador  $F_4$  que corresponde a una tercera laminación desde un laminador  $F_7$  que está en una posición final, al laminador  $F_7$  se fija en 2,5 segundos o más. Cuando el tiempo de tránsito es inferior a 2,5 segundos, dado que la austenita no se recristaliza entre los soportes, el B segregado al límite de grano de austenita retarda de forma significativa la transformación de ferrita y es difícil que la transformación de fase en la ROT avance. El tiempo de tránsito es preferiblemente igual o mayor que 4 segundos. No está limitado en particular, no obstante, cuando el tiempo de transición es igual o superior a 20 segundos, la temperatura de la lámina de acero entre los soportes disminuye en gran medida y es imposible llevar a cabo la laminación en caliente.

65

Para una recristalización en la que la austenita quede afinada y no exista B en el límite de grano de austenita, es necesario completar la laminación a una temperatura extremadamente baja de valor igual o superior a  $Ar_3$ , y recristalizar la austenita en el mismo intervalo de temperatura. En consecuencia, se fija una temperatura en el lado de salida de laminación del laminador  $F_4$  para que sea igual o inferior a  $(F_1T + 100)^\circ C$ . Esto se debe a que es necesario reducir la temperatura de la temperatura de laminación del laminador  $F_4$  al objeto de obtener el efecto de afinamiento del tamaño de grano de austenita en la última etapa de la laminación de acabado. No se proporciona en particular el límite inferior de  $F_{1-3}T$ , sin embargo, dado que la temperatura en el lado de salida del laminador final  $F_7$  es  $F_1T$ , ésta se fija como el límite inferior de la misma.

Al fijar el tiempo de mantenimiento en el intervalo de temperatura de  $600^\circ C$  a  $Ar_3^\circ C$  de forma que sea un tiempo largo, se produce la transformación de ferrita. Dado que  $Ar_3$  es la temperatura de inicio de la transformación de ferrita, ésta se fija como el límite superior, y se fija  $600^\circ C$ , temperatura a la cual se genera la ferrita ablandada, como el límite inferior. Un intervalo de temperatura preferible de la misma es de  $600^\circ C$  a  $700^\circ C$ , en el que por lo general la transformación de ferrita se produce más rápidamente.

(Etapas de enrollamiento)

Por medio del mantenimiento de la temperatura de enrollamiento en la etapa de enrollamiento después de la etapa de laminación en caliente a una temperatura de  $600^\circ C$  a  $Ar_3^\circ C$  durante 3 segundos o más en la etapa de enfriamiento, la lámina de acero laminado en caliente en la que se produjo la transformación de ferrita se enrolla tal como está. Substancialmente, aunque se modifica por la longitud de la instalación de la ROT, la lámina de acero se enrolla en el intervalo de temperatura de  $500^\circ C$  a  $650^\circ C$ . Por medio de la realización de la laminación en caliente descrita con anterioridad, la microestructura de la lámina laminada en caliente después del enfriamiento de la bobina tiene una estructura que incluye fundamentalmente la ferrita y la perlita, y es posible suprimir la irregularidad de la microestructura generada en la etapa de laminación en caliente.

(Etapas de laminación en frío)

En la etapa de laminación en frío, la lámina de acero laminada en caliente enrollada es laminada en frío después del decapado y se fabrica una lámina de acero laminada en frío.

(Etapas de recocido continuo)

En la etapa de recocido continuo, la lámina de acero laminada en frío se somete a recocido continuo. La etapa de recocido continuo incluye una etapa de calentamiento para calentar la lámina de acero laminada en frío en un intervalo de temperatura igual o superior a  $(Ac_1 - 40)^\circ C$  e inferior a  $Ac_3^\circ C$ , y una etapa de enfriamiento para enfriar a continuación la lámina de acero laminada en frío hasta  $660^\circ C$  desde la temperatura de calentamiento más elevada fijando una velocidad de enfriamiento de  $10^\circ C/s$  o menos, y una etapa de mantenimiento para mantener a continuación la lámina de acero laminada en frío en un intervalo de temperatura de  $450^\circ C$  a  $660^\circ C$  durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos.

(Etapas de estampación en caliente)

En la etapa de estampación en caliente, la estampación en caliente se realiza para la lámina de acero que ha sido sometida al recocido continuo, tal y como se ha descrito con anterioridad, después de calentar hasta una temperatura igual o superior a  $Ac_3$ , y se conforma una pared vertical. Además, la pared vertical hace referencia a una parte que es paralela a una dirección de presión, o a una parte que se interseca con una dirección de presión según un ángulo de menos de 20 grados. Se pueden emplear unas condiciones generales para la velocidad de calentamiento de la misma o para la velocidad de enfriamiento posterior. Sin embargo, dado que la eficiencia de producción es extremadamente baja a una velocidad de calentamiento de menos de  $3^\circ C/s$ , la velocidad de calentamiento se puede fijar para que sea igual o superior a  $3^\circ C/s$ . Además, dado que la pared vertical puede no estar suficientemente enfriada en particular a una velocidad de enfriamiento de menos de  $3^\circ C/s$ , la velocidad de enfriamiento se puede fijar para que sea igual o mayor que  $3^\circ C/s$ .

El método de calentamiento no está regulado en particular, y por ejemplo, se puede emplear un método de aplicación de calentamiento eléctrico o un método de utilización de un horno de calentamiento.

El límite superior de la temperatura de calentamiento más elevada se puede establecer en  $1.000^\circ C$ . Además, el mantenimiento a la temperatura de calentamiento más elevada puede no llevarse a cabo ya que no es necesario aplicar un tiempo de mantenimiento particular siempre que se obtenga la transformación inversa a la fase única de austenita.

Según el método de fabricación descrito con anterioridad, ya que se utiliza una lámina de acero para prensado en caliente en la que la dureza es uniforme y que es blanda, incluso en el caso de conformación por estampación en caliente del cuerpo conformado que tiene una pared vertical en el que la separación con la matriz se genera fácilmente, es posible reducir la variación de la dureza del cuerpo estampado en caliente. En detalle, es posible obtener un cuerpo conformado que tenga una pared vertical en el que, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento sea igual o inferior a  $650^\circ C$ , la variación de la dureza Vickers  $\Delta Hv$  del cuerpo estampado en caliente

sea igual o inferior a 100, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento sea de 650° C a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente sea igual o inferior a 60, y cuando la temperatura de inicio de enfriamiento sea igual o superior a 750° C, la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente sea igual o inferior a 40.

5 Dado que la lámina de acero se enrolla en una bobina después de la transformación de la austenita a la ferrita o a la perlita en la ROT por medio de la etapa de laminación en caliente de la segunda realización descrita con anterioridad, se reduce la variación de la resistencia de la lámina de acero que está acompañada de una desviación de la temperatura de enfriamiento generada después del enrollamiento de la bobina. Por consiguiente, en la etapa de recocido continuo posterior al último paso de la etapa de laminación en frío, por medio del calentamiento de la lámina de acero laminada en frío en el intervalo de temperatura que va desde un valor "igual o superior a  $(Ac_1 - 40)^\circ C$  hasta uno menor que  $Ac_3^\circ C$ ", enfriándose posteriormente desde la temperatura más elevada hasta 660° C a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a 10° C/s, y manteniéndose a continuación en el intervalo de temperatura de "450° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos, es posible la obtención de la uniformidad de la microestructura de la misma forma que en el método de fabricación de una lámina de acero descrito en la primera realización, o de una forma mejorada con respecto al mismo.

En la línea de recocido continuo, también se puede realizar un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia. Los efectos de la presente invención no se pierden incluso cuando el proceso de revestimiento se lleva a cabo después de la etapa de recocido.

Tal y como se muestra en la vista esquemática de la figura 2, la microestructura de la lámina de acero sometida a la etapa de laminación en frío es una ferrita no recristalizada. En el método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical según la segunda realización, de forma adicional a la primera realización, en la etapa de recocido continuo, al calentar hasta un intervalo de calentamiento "igual o superior a  $(Ac_1 - 40)^\circ C$  e inferior a  $Ac_3^\circ C$ ", el calentamiento se aplica hasta que se tiene una coexistencia de doble fase con la fase de austenita en la que la ferrita no recristalizada permanece ligeramente, es posible reducir la temperatura de calentamiento incluso para el proceso de recuperación y recristalización de la ferrita en la bobina, incluso con la temperatura de calentamiento con un valor de  $Ac_1^\circ C$  a  $(Ac_1 - 40)^\circ C$  a la cual no se produce la transformación inversa de la austenita. Además, por medio de la utilización de la lámina laminada en caliente que muestra la estructura uniforme, después de calentar hasta una temperatura igual o superior a  $Ac_1^\circ C$  e inferior a  $Ac_3^\circ C$ , es posible bajar la temperatura y acortar el tiempo de mantenimiento después del enfriamiento a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a 10° C/s, en comparación con la primera realización. Esto muestra que la transformación de ferrita avanza más rápido en la etapa de enfriamiento a partir de la austenita al obtener una microestructura uniforme, y es posible lograr una uniformidad y un ablandamiento suficientes de la estructura, incluso con las condiciones de mantenimiento de temperatura más baja y tiempo corto. Es decir, en la etapa de mantenimiento en la que se mantiene la lámina de acero en el intervalo de temperatura de "450° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos, el engrosamiento del C en la austenita no transformada se produce al mismo tiempo que la transformación de la ferrita, y la precipitación de la cementita o la transformación de la perlita se produce rápidamente al mantenerse en el mismo intervalo de temperatura.

Desde estos puntos de vista, cuando la temperatura es inferior a  $(Ac_1 - 40)^\circ C$ , ya que la recuperación y la recristalización de la ferrita es insuficiente, ésta se fija como el límite inferior, y por otro lado, cuando la temperatura es igual o superior a  $Ac_3^\circ C$ , dado que la transformación de ferrita no se produce de manera suficiente y la resistencia después del recocido aumenta de forma significativa por el retardo en la generación de la nucleación de la ferrita por el efecto de adición de B, ésta se fija como el límite superior. Además, en la siguiente etapa de enfriamiento a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a 10° C/s y en la etapa de mantenimiento en la que se mantiene en un intervalo de temperatura de "450° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos, se logra el ablandamiento por medio del crecimiento de la ferrita mediante la nucleación de la ferrita restante.

En este caso, en la etapa de mantenimiento en la que se mantiene la lámina de acero en un intervalo de temperatura de "450° C a 660° C" durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos, la precipitación de la cementita o la transformación de la perlita se puede provocar en la austenita no transformada en la que el C está engrosado después de la transformación de la ferrita. Por lo tanto, según el método de fabricación de un cuerpo conformado que tiene una pared vertical según la realización, incluso en el caso de calentar un material que tiene una alta templabilidad hasta una temperatura justamente por debajo del punto  $Ac_3$  por medio del recocido continuo, la mayoría de las partes de la microestructura de la lámina de acero se pueden fijar como ferrita y cementita. Según el estado de la transformación, la bainita, la martensita y la austenita restante existen ligeramente después del enfriamiento, en algunos casos.

Además, si la temperatura en la etapa de mantenimiento supera los 660° C, el proceso de transformación de la ferrita se retarda y el recocido lleva mucho tiempo. Por otro lado, cuando la temperatura es inferior a 450° C, la propia ferrita que se genera por la transformación se endurece, es difícil que continúe la precipitación de la cementita



o la transformación de la perlita, o que se produzca la bainita o la martensita, que es el producto de transformación de temperatura más baja. Además, cuando el tiempo de mantenimiento excede los 10 minutos, la instalación de recocido continuo se hace más larga posteriormente y es necesario un alto coste, y por otro lado, cuando el tiempo de mantenimiento es inferior a 20 segundos, la transformación de ferrita, la precipitación de cementita o la transformación de perlita es insuficiente, la estructura está formada principalmente por bainita o martensita en la que la mayoría de las partes de la microestructura después del enfriamiento son de fase endurecida y la lámina de acero se endurece.

Las figuras 3A a 3C muestran la variación de la resistencia de la lámina de acero para estampación en caliente después del recocido continuo con diferentes temperaturas de enrollamiento para la bobina laminada en caliente. La figura 3A muestra un caso en el que se lleva a cabo un recocido continuo fijando una temperatura de enrollamiento como 680° C, la figura 3B muestra un caso en el que se lleva a cabo el recocido continuo fijando una temperatura de enrollamiento a 750° C, es decir, en el intervalo de temperatura de "700° C a 900° C" (intervalo de transformación de ferrita y de transformación de perlita), y la figura 3C muestra un caso en el que se lleva a cabo el recocido continuo fijando una temperatura de enrollamiento como 500° C, es decir, en el intervalo de temperatura de "25° C a 500° C" (intervalo de transformación de bainita y de transformación de martensita). En las figuras 3A a 3C,  $\Delta TS$  indica la variación de la lámina de acero (valor máximo de la resistencia a la tracción de la lámina de acero - valor mínimo de la misma). Tal y como se muestra claramente en las figuras 3A a 3C, al llevar a cabo el recocido continuo en condiciones adecuadas, es posible la obtención de una dureza uniforme y suave de la lámina de acero después del recocido.

Por medio de la utilización de un acero que tiene una dureza uniforme, en la etapa de estampación en caliente, incluso en el caso de la fabricación del cuerpo conformado que tiene la pared vertical en la que la velocidad de enfriamiento se vuelve fácilmente más lenta que en las otras partes, es posible estabilizar la dureza de un componente del cuerpo conformado después de la estampación en caliente. Además, para la parte que es una parte de sujeción de electrodo en la que la temperatura no aumenta por el calentamiento eléctrico y en la que la dureza del material de la propia lámina de acero afecta a la dureza del producto, por medio de la regulación de forma uniforme de la dureza del material de la propia lámina de acero, es posible mejorar la regulación de la precisión de la calidad del producto del cuerpo conformado después de la estampación en caliente.

En lo expuesto con anterioridad, la presente invención se ha descrito basándose en la primera realización y en la segunda realización, sin embargo, la presente invención no se limita solo a las realizaciones descritas con anterioridad, y se pueden realizar diferentes modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. Por ejemplo, incluso en la etapa de laminación en caliente o en la etapa de recocido continuo de la primera realización, es posible emplear las condiciones de la segunda realización.

#### Ejemplos

A continuación se describirán ejemplos de la presente invención.

ES 2 711 649 T3

[Tabla 1]

Tipo de acero	C	Mn	Si	P	S	N	Al	Ti	B	Cr	Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	D <sub>linch</sub>
	(% en masa)										(°C)	(°C)	-
A	0,22	1,35	0,15	0,009	0,004	0,003	0,010	0,020	0,0012	0,22	735	850	4,8
B	0,22	1,65	0,03	0,009	0,004	0,004	0,010	0,010	0,0013	0,02	725	840	3,5
C	0,22	1,95	0,03	0,008	0,003	0,003	0,010	0,012	0,0013	0,15	725	830	4,2
D	0,23	2,13	0,05	0,010	0,005	0,004	0,020	0,015	0,0015	0,10	720	825	5,2
E	0,28	1,85	0,10	0,008	0,004	0,003	0,015	0,080	0,0013	0,01	725	825	3,8
F	0,24	1,63	0,85	0,009	0,004	0,003	0,032	0,020	0,0014	0,01	740	860	5,4
G	0,21	2,62	0,12	0,008	0,003	0,003	0,022	0,015	0,0012	0,10	725	820	8,0
H	0,16	1,54	0,30	0,008	0,003	0,003	0,020	0,012	0,0010	0,03	735	850	34
I	0,40	1,64	0,20	0,009	0,004	0,004	0,010	0,020	0,0012	0,01	730	810	4,1
J	0,21	0,82	0,13	0,007	0,003	0,003	0,021	0,020	0,0011	0,01	735	865	1,8
K	0,28	3,82	0,13	0,008	0,003	0,004	0,020	0,010	0,0012	0,13	710	770	7,1
L	0,26	1,85	1,32	0,008	0,004	0,003	0,020	0,012	0,0015	0,01	755	880	9,2
M	0,29	1,50	0,30	0,008	0,003	0,004	1,300	0,020	0,0018	0,01	735	1.055	4,6
N	0,24	1,30	0,03	0,008	0,004	0,003	0,020	0,310	0,0012	0,20	730	850	4,1
O	0,22	1,80	0,04	0,009	0,005	0,003	0,010	0,020	0,0001	0,10	725	830	2,2
P	0,23	1,60	0,03	0,009	0,005	0,003	0,012	0,003	0,0010	0,01	725	840	1,3
Q	0,21	1,76	0,13	0,009	0,004	0,003	0,021	0,020	0,0013	0,20	730	835	7,5
R	0,28	1,65	0,05	0,008	0,003	0,004	0,025	0,015	0,0025	0,21	725	825	7,9
S	0,23	2,06	0,01	0,008	0,003	0,003	0,015	0,015	0,0022	0,42	715	815	8,4
T	0,22	1,60	0,15	0,008	0,004	0,003	0,022	0,015	0,0021	2,35	710	810	16,1

[Tabla 2]

Tipo de acero	Mo	Nb	V	Ni	Cu	Sn	Ca	Mg	REM
	(% en masa)								
A	0,05					0,003			
B									
C									
D		0,04	0,01		0,008		0,003		
E									
F		0,06		0,04	0,02				0,003
G	0,2		0,005					0,003	
H								0,002	
I									
J									
K	0,05								
L									0,002
M									
N	0,15								
O	0,1						0,005		
P									
Q	0,11								
R	0,15	0,08				0,002		0,003	
S									
T									

[Tabla 3]

Tipo de acero	Condición nº	Condiciones de la laminación en caliente al enrollamiento						Condiciones del recocido continuo					
		F <sub>4</sub> T [°C]	F <sub>7</sub> T [°C]	(Ac <sub>s</sub> -80) [°C]	(Ac <sub>s</sub> +40) [°C]	Tiempo desde la etapa 4 a la etapa 7 [s]	Tiempo de mantenimiento desde 600 °C a A <sub>f3</sub> [s]	CT [°C]	Temperatura de calentamiento más elevada [°C]	Velocidad de enfriamiento [°C/s]	Temperatura de mantenimiento [°C]	Tiempo de mantenimiento [s]	
A	1	955	905	770	890	2,7	2,1	680	830	3,5	585	320	
	2	945	900	770	890	2,9	1,3	500	825	4,2	580	330	
	3	945	900	770	890	2,2	0,3	800	830	4,1	585	320	
	4	940	900	770	890	2,8	2,5	680	700	4,3	570	330	
	5	945	905	770	890	2,9	3,1	675	870	4,5	580	300	
	6	955	910	770	890	2,5	3,2	685	820	13,5	560	290	
	7	950	905	770	890	2,6	2,9	680	825	5,2	530	300	
	8	945	905	770	890	2,2	4,6	685	810	4,6	575	45	
	9	880	820	770	890	4,6	8,2	580	810	4,2	560	310	
	10	875	810	770	890	4,5	7,9	610	710	4,3	470	35	
B	1	960	890	760	880	2,2	4,0	650	820	3,5	580	290	
	2	950	895	760	880	2,8	1,0	500	815	5	560	300	
	3	945	895	760	880	2,6	3,0	670	860	4,5	560	320	
	4	945	900	760	880	2,9	3,0	670	810	5	500	310	
	5	890	830	760	880	4,8	7,2	600	805	3,9	570	50	
	6	900	845	760	880	5,1	7,6	590	705	4,5	460	45	
C	1	970	905	750	870	2,2	4,0	650	820	5,6	570	300	
	2	960	910	750	870	2,8	4,0	680	815	5,5	570	290	
	3	965	915	750	870	2,3	4,0	680	810	5,2	510	280	

(continuación)

Tipo de acero	Condición nº	Condiciones de la laminación en caliente al enrollamiento					Condiciones del recocido continuo					
		F <sub>4</sub> T [°C]	F <sub>7</sub> T [°C]	(Ac <sub>3</sub> -80) [°C]	(Ac <sub>3</sub> +40) [°C]	Tiempo desde la etapa 4 a la etapa 7 [s]	Tiempo de mantenimiento desde 600 °C a A <sub>T3</sub> [s]	CT [°C]	Temperatura de calentamiento más elevada [°C]	Velocidad de enfriamiento [°C/s]	Temperatura de mantenimiento [°C]	Tiempo de mantenimiento [s]
	4	960	910	750	870	3,0	3,0	680	700	4,3	560	300
	5	880	800	750	870	5,2	7,5	610	695	4,5	475	28
	6	895	820	750	870	4,5	6,5	590	790	3,1	560	32
	7	980	930	750	870	2,5	2,6	720	690	2,5	480	35
	8	980	820	750	870	6,2	7,0	590	780	3,6	570	25
	9	890	810	750	870	4,4	6,3	600	655	2,3	595	30
	10	900	830	750	870	4,5	6,5	580	755	3,5	470	5

[Tabla 4]

Tipo de acero	Condición nº	Condiciones de la laminación en caliente al enrollamiento							Condiciones del recocido continuo				
		F <sub>1</sub> T [°C]	F <sub>2</sub> T [°C]	(Ac <sub>3</sub> -80) [°C]	(Ac <sub>3</sub> +40) [°C]	Tiempo desde la etapa 4 a la etapa 7 [s]	Tiempo de mantenimiento desde 600 °C a Af <sub>3</sub> [s]	CT [°C]	Temperatura de calentamiento más elevada [°C]	Velocidad de enfriamiento [°C/s]	Temperatura de mantenimiento [°C]	Tiempo de mantenimiento [s]	
D	1	950	910	745	865	3,2	4,0	680	700	2,1	500	324	
	2	960	910	745	865	2,1	4,0	680	810	4,3	580	320	
	3	965	920	745	865	2,0	4,0	680	775	1,6	580	405	
	4	960	915	745	865	3,3	3,0	680	775	2,9	540	270	
	5	965	910	745	865	2,3	4,0	680	800	2,2	540	405	
	6	975	930	745	865	2,9	4,0	680	800	4,3	500	270	
	7	960	910	745	865	2,1	1,0	500	700	2,1	680	324	
	8	950	920	745	865	2,1	2,0	500	775	1,6	580	405	
	9	950	910	745	865	2,2	0,0	750	700	2,1	550	324	
	10	955	915	745	865	2,3	0,0	750	775	1,6	580	405	
E	1	950	900	745	865	2,5	3,0	680	800	2,3	575	325	
	2	960	890	745	865	2,5	1,0	500	805	2,5	580	320	
	3	965	895	745	865	2,9	1,0	750	795	2,8	580	328	
	4	955	890	745	865	3,1	3,0	680	840	2,5	580	315	
	5	955	890	745	865	2,2	3,0	680	800	13,5	580	300	
	6	945	895	745	865	2,2	1,0	680	800	4,2	520	350	
	7	950	895	745	865	2,3	1,0	680	795	3,5	575	45	
	8	900	830	745	865	5,3	7,2	595	785	4,2	610	55	
	9	910	810	745	865	6,4	8,1	600	700	3,9	460	22	

(continuación)

Tipo de acero	Condición nº	Condiciones de la laminación en caliente al enrollamiento					Condiciones del recocido continuo					
		F <sub>4</sub> T [°C]	F <sub>7</sub> T [°C]	(Ac <sub>3</sub> -80) [°C]	(Ac <sub>3</sub> +40) [°C]	Tiempo desde la etapa 4 a la etapa 7 [s]	Tiempo de mantenimiento desde 600 °C a A <sub>13</sub> [s]	CT [°C]	Temperatura de calentamiento más elevada [°C]	Velocidad de enfriamiento [°C/s]	Temperatura de mantenimiento [°C]	Tiempo de mantenimiento [s]
F	1	960	910	780	900	2,2	2,2	675	840	4,6	560	325
	2	950	900	780	900	2,1	2,3	675	830	4,3	585	520
	3	950	920	780	900	2,1	3,0	450	835	3,5	580	320
	4	960	900	780	900	1,8	1,0	775	825	3,5	575	350
	5	950	905	780	900	1,9	1,5	685	730	3,6	580	305

[Tabla 5]

Tipo de acero	Condición nº	Condiciones de la laminación en caliente al enrollamiento						Condiciones del recocido continuo					
		F <sub>1</sub> T	F <sub>7</sub> T	(Ac <sub>3</sub> -80)	(Ac <sub>3</sub> +40)	Tiempo desde la etapa 4 a la etapa 7	Tiempo de mantenimiento desde 600 °C a Af <sub>3</sub>	CT	Temperatura de calentamiento más elevada	Velocidad de enfriamiento	Temperatura de mantenimiento	Tiempo de mantenimiento	
		[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[s]	[s]	[°C]	[°C]	[°C/s]	[°C]	[s]	
G	1	960	905	740	860	2,2	2,5	680	800	3,8	555	320	
	2	970	910	740	860	2,5	2,6	680	805	4,2	585	545	
	3	950	910	740	860	2,6	2,4	400	800	4,1	575	320	
	4	950	915	740	860	2,3	2,2	800	790	3,5	580	315	
	5	955	920	740	860	2,5	2,3	680	710	3,5	580	295	
H	1	960	915	770	890	2,4	2,1	685	830	4,2	580	305	
	2	955	920	770	890	2,5	2,5	680	760	4,1	550	310	
I	1	950	905	730	850	2,6	2,1	675	800	3,2	580	290	
	2	955	900	730	850	2,7	2,5	670	790	2,8	540	285	
J	1	945	905	785	905	2,8	2,1	680	840	3,5	580	300	
	2	950	910	785	905	2,6	2,1	685	750	3,8	530	310	
K	1	-	-	690	810	2,9	-	-	-	-	-	-	
L	1	960	920	800	920	2,3	2,5	680	850	5,2	560	300	
M	1	960	910	975	1.095	2,5	4,0	680	860	4,5	580	305	
N	1	-	-	770	890	-	-	-	-	-	-	-	
O	1	960	910	750	870	2,9	2,1	670	810	3,5	590	305	
P	2	965	905	750	870	2,5	2,1	680	750	4,2	520	310	
	1	970	930	760	880	2,9	2,3	680	820	4,5	580	300	
Q	1	960	910	755	875	2,1	2,5	680	810	5	575	310	
R	1	940	905	745	865	2,2	2,1	610	785	4,2	575	305	
S	1	945	910	735	855	2,4	2,2	605	795	3,2	585	295	
T	1	-	-	730	850	-	-	-	-	-	-	-	



ES 2 711 649 T3

[Tabla 6]

Tipo de acero	Condición nº	Material		Microestructura			Cr <sub>e</sub> / Cr <sub>M</sub>	Mn <sub>e</sub> / Mn <sub>M</sub>
		ΔTS	TS_Ave	Fracción de ferrita	Fracción de ferrita no recristalizada	Fracción de perlita no segmentada		
		[MPa]	[MPa]	[vol. %]	[vol. %]	[vol. %]		
A	1	60	620	65	10	25	1,3	8,2
	2	40	590	75	5	20	1,5	8,1
	3	35	580	65	5	30	1,4	7,5
	4	150	750	45	55	0	3,2	14,3
	5	55	760	20	0	0	1,5	7,5
	6	60	720	35	5	0	1,2	8,7
	7	90	710	45	5	5	1,3	7,3
	8	55	720	40	10	5	1,5	7,8
	9	30	580	75	5	20	1,3	7,9
	10	55	640	85	5	10	1,5	7,5
B	1	60	600	70	5	15	1,4	8,9
	2	30	590	65	10	15	1,2	8,4
	3	85	700	35	0	0	1,5	8,8
	4	95	690	45	10	5	1,3	8,2
	5	35	585	70	10	15	1,5	8,2
	6	45	635	80	5	10	1,6	8,5
C	1	60	610	65	10	15	1,2	7,9
	2	65	605	70	15	15	1,4	8,2
	3	105	705	45	10	5	1,4	8,8
	4	150	685	40	60	0	3,3	12,8
	5	40	645	80	10	10	2,2	9,4
	6	35	620	70	5	25	1,2	8,1
	7	95	730	40	60	0	3,5	11,9
	8	115	725	35	10	10	1,4	8,2
	9	85	820	5	95	0	2,2	9,6
	10	45	735	60	15	5	1,2	7,5

[Tabla 7]

Tipo de acero	Condición nº	Material		Microestructura			Cr <sub>8</sub> / Cr <sub>M</sub>	Mn <sub>8</sub> / Mn <sub>M</sub>
		ΔTS	TS_Ave	Fracción de ferrita	Fracción de ferrita no recristalizada	Fracción de perlita no segmentada		
		[MPa]	[MPa]	[vol. %]	[vol. %]	[vol. %]		
D	1	166	690	40	55	5	3,5	13,2
	2	62	610	70	10	20	1,2	7,6
	3	70	620	65	20	15	1,5	8,1
	4	73	690	45	15	5	1,2	7,9
	5	58	680	40	10	5	1,4	8,2
	6	120	720	40	10	0	1,1	7,4
	7	100	700	40	60	0	3,2	12,2
	8	28	630	65	15	15	1,5	9,4
	9	115	700	40	60	0	2,9	11,5
	10	46	620	65	10	10	1,2	8,5
E	1	80	685	75	10	15	1,5	8,6
	2	60	680	70	20	10	1,2	7,8
	3	55	675	65	25	10	1,1	8,2
	4	80	810	40	0	0	1,5	9,1
	5	80	760	30	20	0	1,3	8,8
	6	90	840	45	20	5	1,4	8,5
	7	80	950	45	15	5	1,2	7,5
	8	40	630	65	10	15	1,3	8,8
	9	35	610	70	30	0	2,2	9,6
F	1	70	640	65	10	15	1,5	7,6
	2	50	610	60	10	20	1,2	7,8
	3	45	600	70	5	15	1,3	8,2
	4	40	605	75	10	15	1,5	7,5
	5	135	680	45	55	0	2,5	13,5

[Tabla 8]

Tipo de acero	Condición nº	Material		Microestructura			Cr <sub>8</sub> / Cr <sub>M</sub>	Mn <sub>8</sub> / Mn <sub>M</sub>
		ΔTS	TS_Ave	Fracción de ferrita	Fracción de ferrita no recristalizada	Fracción de perlita no segmentada		
		[MPa]	[MPa]	[vol. %]	[vol. %]	[vol. %]		
G	1	70	635	60	30	10	1,3	9,2
	2	55	605	65	20	15	1,4	8,9
	3	40	620	65	20	15	1,4	8,5
	4	40	610	60	20	20	1,6	8,8
	5	165	695	40	60	0	2,2	13,2
H	1	70	620	80	10	10	1,8	9,3
	2	105	680	80	20	0	2,5	13,3
I	1	130	830	65	15	20	1,2	7,5
	2	150	850	45	10	15	1,5	8,2
J	1	50	580	75	15	10	1,3	8,5
	2	60	585	45	40	15	1,6	11,9
K	1	-	-	-	-	-	-	-
L	1	70	650	65	25	10	1,6	9,2
M	1	140	760	70	10	20	1,7	8,5
N	1	-	-	-	-	-	-	-
O	1	30	610	70	20	10	1,5	6,8
	2	55	600	75	10	15	1,6	7,5
P	1	30	600	75	15	10	1,3	8,5
Q	1	30	595	65	20	15	1,3	8,9
R	1	65	705	60	10	30	1,8	9,2
S	1	35	605	75	10	15	1,5	9,3
T	1	-	-	-	-	-	-	-

[Tabla 9]

Tipo de acero	Condición nº	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers ΔHv del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers ΔHv del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers ΔHv del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
A	1	Galvanización por inmersión en caliente	55	44	28	Bueno	
	2	Recocido después de galvanización	65	35	25	Bueno	
	3	Galvanización por inmersión en caliente	67	38	24	Bueno	
	4	-	123	78	48	Bueno	Ferrita no recristalizada restante
	5	-	132	69	55	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	6	-	144	85	63	Bueno	Transformación de ferrita insuficiente
	7	-	135	86	65	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	8	-	125	72	68	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	9	-	65	35	22	Bueno	
	10	-	66	48	21	Bueno	

(continuación)

Tipo de acero	Condición n°	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
B	1	Galvanización por inmersión en caliente	59	35	27	Bueno	
	2	Revestimiento de aluminio fundido	62	39	22	Bueno	
	3	-	115	74	66	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	4	-	119	76	51	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	5	Galvanización por inmersión en caliente	57	44	21	Bueno	
	6	-	59	49	25	Bueno	

(continuación)

Tipo de acero	Condición nº	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
C	1	Galvanización por inmersión en caliente	65	46	21	Bueno	
	2	Galvanización por inmersión en caliente	67	48	25	Bueno	
	3	-	121	72	46	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	4	-	126	75	48	Bueno	Ferrita no recristalizada restante
	5	Recocido después de galvanización	67	54	19	Bueno	
	6	-	72	55	22	Bueno	
	7	Galvanización por inmersión en caliente	113	75	54	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	8	-	114	78	51	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	9	-	135	71	55	Bueno	Recristalización de ferrita insuficiente
	10	-	132	69	69	Bueno	Precipitación de cementita insuficiente

[Tabla 10]

Tipo de acero	Condición nº	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
D	1	-	121	75	51	Bueno	Ferrita no recristalizada restante
	2	-	78	51	22	Bueno	
	3	Galvanización por inmersión en caliente	82	52	23	Bueno	
	4	-	132	78	45	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	5	-	115	74	52	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	6	-	141	81	55	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	7	-	121	64	53	Bueno	Transformación de ferrita insuficiente
	8	Galvanoplastia	84	55	19	Bueno	
	9	-	128	81	49	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	10	-	73	44	18	Bueno	

(continuación)

Tipo de acero	Condición n°	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
E	1	-	79	51	31	Bueno	
	2	Galvanización por inmersión en caliente	77	52	25	Bueno	
	3	Galvanización por inmersión en caliente	75	55	29	Bueno	
	4	-	135	75	52	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	5	-	111	79	56	Bueno	Transformación de ferrita insuficiente
	6	-	119	78	54	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	7	-	108	82	62	Bueno	Transformación de ferrita y precipitación de cementita insuficientes
	8	-	77	45	32	Bueno	
	9	-	76	48	31	Bueno	



(continuación)

Tipo de acero	Condición nº	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
F	1	Revestimiento de aluminio fundido aleado	79	54	31	Bueno	
	2	-	91	49	29	Bueno	
	3	Galvanización por inmersión en caliente	89	46	28	Bueno	
	4	Galvanización por inmersión en caliente	82	48	33	Bueno	
	5	-	132	72	55	Bueno	Ferrita no recristalizada restante

[Tabla 11]

Tipo de acero	Condición n°	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
G	1	-	76	51	29	Bueno	
	2	Galvanoplastia	75	52	28	Bueno	
	3	-	81	49	22	Bueno	
	4	Galvanización por inmersión en caliente	69	44	26	Bueno	
	5	-	109	71	61	Bueno	Ferrita no recristalizada restante
H	1	-	72	45	21	Bueno	La resistencia después de la estampación en caliente es inferior a 1.180 MPa
	2	-	75	55	19	Bueno	
I	1	-	-	-	-	Bueno	Se generan grietas en la parte extrema en el momento de la conformación por estampación en caliente
	2	-	-	-	-	Bueno	
J	1	-	76	45	35	Bueno	$\Delta H_v$ está en el intervalo incluso con el método de la técnica relacionada para baja templeabilidad
	2	-	77	44	34	Bueno	
K	1	-	-	-	-	Bueno	La laminación en caliente es difícil
	1	-	91	54	32	Pobre	Recubrimiento de conversión química pobre
M	1	-	87	59	35	Pobre	Recubrimiento de conversión química pobre
	1	-	-	-	-	Bueno	La laminación en caliente es difícil

(continuación)

Tipo de acero	Condición nº	Tipo de revestimiento	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700 °C	Variación de la dureza Vickers $\Delta H_v$ del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800 °C	Recubrimiento de conversión química	Nota
O	1	-	87	54	32	Bueno	$\Delta H_v$ está en el intervalo incluso con el método de la técnica relacionada para baja templeabilidad
	2	-	88	55	34	Bueno	
P	1	-	83	51	34	Bueno	$\Delta H_v$ está en el intervalo incluso con el método de la técnica relacionada para baja templeabilidad
Q	1	Galvanización por inmersión en caliente	71	43	25	Bueno	
R	1	-	77	49	31	Bueno	
S	1	-	84	39	22	Bueno	
T	1	-	-	-	-	-	La laminación en caliente es difícil

Un acero que tiene los componentes de material de acero que se muestran en la tabla 1 y en la tabla 2 se fundió y se preparó, se calentó hasta 1.200° C, se laminó y se enrolló a la temperatura de enrollamiento CT (coiling temperatura, por sus siglas en inglés) mostrada en las tablas 3 a 5, siendo fabricada una banda de acero con un espesor de 3,2 mm. La laminación se llevó a cabo utilizando una línea de laminación en caliente que incluye siete laminadores de acabado. Las tablas 3 a 5 muestran un “tipo de acero”, una “condición n<sup>o</sup>”, unas “condiciones de la laminación en caliente al enrollamiento”, y una “condición del recocido continuo”. Ac<sub>1</sub> y Ac<sub>3</sub> se midieron de forma experimental utilizando una lámina de acero con un grosor de 1,6 mm que se obtuvo por laminación con una velocidad de laminación en frío del 50 %. Para la medición de Ac<sub>1</sub> y Ac<sub>3</sub>, la medición se llevó a cabo a partir de una curva de expansión y contracción por medio de equipo formaster, y los valores medidos a una velocidad de calentamiento de 5° C/s están descritos en la tabla 1. El recocido continuo se llevó a cabo para la banda de acero a una velocidad de calentamiento de 5° C/s con las condiciones que se muestran en las tablas 3 a 5. Además, en las tablas 6 a 8 se muestra la “variación de la resistencia ( $\Delta T_S$ )”, un “valor promedio de la resistencia (TS\_Ave)”, una “microestructura de una banda de acero”, “Cr<sub>0</sub> / Cr<sub>M</sub>” y “Mn<sub>0</sub> / Mn<sub>M</sub>” adquiridos en base a la resistencia a la tracción medida en 10 partes de la banda de acero después del recocido continuo. La fracción de la microestructura que se muestra en las tablas 6 a 8 se obtuvo por medio de la observación de la pieza de prueba cortada y pulida con el microscopio óptico y midiendo el ratio mediante la utilización de un método de recuento de puntos. Después de eso, se llevó a cabo el calentamiento eléctrico con un electrodo con respecto a la lámina de acero para estampación en caliente, y la lámina de acero para estampación en caliente se calentó a una velocidad de calentamiento de 30° C/s de manera que la temperatura de calentamiento más elevada fue de Ac<sub>3</sub>° C + 50° C. A continuación, sin realizar un mantenimiento de temperatura después del calentamiento, la lámina de acero calentada se estampó en caliente y se fabricó un cuerpo conformado que tiene una pared vertical que se muestra en la figura 4. La velocidad de enfriamiento del enfriamiento de la matriz se fijó en 20° C/s. La matriz utilizada en el embutido fue una matriz con forma de sombrero, y el R con un tipo de herramienta punzonadora se fijó como 5R. Además, la altura de la pared vertical del sombrero fue de 50 mm y la presión de retención en vacío se fijó en 10 toneladas.

El enfriamiento se llevó a cabo fijando la temperatura de inicio de enfriamiento a 600° C, a 700° C, a 800° C, siendo evaluada para cada una de ellas la variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  de la pared vertical del cuerpo estampado en caliente. Para la dureza de la pared vertical, se obtuvo la dureza de la sección transversal en una posición a 0,4 mm de la superficie a partir del promedio de 5 valores con una carga de 49,0332 N (5 kgf) utilizando un comprobador de dureza Vickers. En las tablas 9 a 11 se muestran los resultados de la evaluación de la “variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 600° C”, de la “variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 700° C”, y de la “variación de la dureza Vickers  $\Delta H_v$  del cuerpo estampado en caliente cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de 800° C”.

Para el recubrimiento de conversión química, se observó un estado de cristal de fosfato con cinco campos visuales utilizando un microscopio electrónico de barrido con un aumento de 10.000 por medio de la utilización de un líquido bonderizado de tipo inmersión que se usa normalmente, y se determinó como correcto si no había ningún espacio en un estado de cristal (correcto: bueno, incorrecto: pobre).

Los ejemplos de prueba A - 1, A - 2, A - 3, A - 9, A - 10, B - 1, B - 2, B - 5, B - 6, C - 1, C - 2, C - 5, C - 6, D - 2, D - 3, D - 8, D - 10, E - 1, E - 2, E - 3, E - 8, E - 9, F - 1, F - 2, F - 3, F - 4, G - 1, G - 2, G - 3, G - 4, Q - 1, R - 1 y S - 1 se calificaron como buenos dado que estaban en el intervalo de las condiciones. En los ejemplos de prueba A - 4, C - 4, D - 1, D - 9, F - 5 y G - 5, dado que la temperatura de calentamiento más elevada en el recocido continuo fue menor que el intervalo de la presente invención, la ferrita no recristalizada permaneció y la  $\Delta H_v$  se elevó. En los ejemplos de prueba A - 5, B - 3 y E - 4, dado que la temperatura de calentamiento más elevada en el recocido continuo fue mayor que el intervalo de la presente invención, la estructura de fase única de austenita se obtuvo a la temperatura de calentamiento más elevada, y la transformación de ferrita y la precipitación de cementita no prosiguieron en el enfriamiento y el mantenimiento posteriores, la fracción de la fase dura después del recocido se hizo elevada y la  $\Delta H_v$  se elevó. En los ejemplos de prueba A - 6 y E - 5, dado que la velocidad de enfriamiento desde la temperatura de calentamiento más elevada en el recocido continuo fue mayor que el intervalo de la presente invención, la transformación de ferrita no se produjo de forma suficiente y la  $\Delta H_v$  se elevó. En los ejemplos de prueba A - 7, D - 4, D - 5, D - 6 y E - 6, dado que la temperatura de mantenimiento en el recocido continuo fue inferior al intervalo de la presente invención, la transformación de ferrita y la precipitación de cementita fueron insuficientes, y la  $\Delta H_v$  se elevó. En el ejemplo de prueba D - 7, dado que la temperatura de mantenimiento en el recocido continuo fue mayor que el intervalo de la presente invención, la transformación de ferrita no avanzó suficientemente, y la  $\Delta H_v$  se elevó. En los ejemplos de prueba A - 8 y E - 7, dado que el tiempo de mantenimiento en el recocido continuo fue más corto que el intervalo de la presente invención, la transformación de ferrita y la precipitación de cementita fueron insuficientes, y la  $\Delta H_v$  se elevó. Al comparar los ejemplos de prueba B - 1, C - 2 y D - 2 y los ejemplos de prueba B - 4, C - 3 y D - 6, que tienen condiciones de fabricación similares en el tipo de acero, que tienen casi la misma concentración de C del material de acero y que tienen diferentes valores de  $D_{l_{inch}}$  de 3,5, 4,2 y 5,2, se encontró que, cuando el valor de  $D_{l_{inch}}$  era grande, la mejora de la  $\Delta H_v$  era significativa. Dado que el tipo de acero H tenía una cantidad pequeña de C del 0,16 %, la temperatura de enfriamiento después de la estampación en caliente se hizo menor, y no fue adecuado como componente estampado en caliente. Dado que el tipo de acero I tenía una gran cantidad de C del 0,40 %, se generaron grietas en la parte extrema en el momento de la estampación en caliente. El

5 tipo de acero J tenía una cantidad pequeña de Mn del 0,82 % y la templabilidad fue baja. Dado que los tipos de acero K y N, respectivamente, tenían una gran cantidad de Mn del 3,82 % y una cantidad de Ti del 0,310 %, fue difícil llevar a cabo la laminación en caliente que forma parte de la etapa de fabricación de un componente estampado en caliente. Dado que los tipos de acero L y M, respectivamente, tenían una gran cantidad de Si del 1,32 % y una cantidad de Al del 1,300 %, el recubrimiento de conversión química del componente estampado en caliente se degradó. Dado que el tipo de acero O tenía una pequeña cantidad añadida de B y el tipo de acero P tenía una eliminación de la toxicidad del N insuficiente debido a la adición de Ti, la templabilidad fue baja.

10 Además, tal y como se descubre a partir de las tablas 3 a 11, aunque se llevó a cabo un tratamiento superficial debido al revestimiento o similar, los efectos de la presente invención no se vieron afectados.

Aplicabilidad industrial

15 Según la presente invención, incluso en el caso de fabricación de un cuerpo conformado que tiene una pared vertical de lámina de acero para estampación en caliente, es posible proporcionar un cuerpo estampado en caliente que tiene una pared vertical que puede eliminar la variación de la dureza en el cuerpo conformado.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente, comprendiendo el método:

- 5 laminar en caliente una plancha que contiene unos componentes químicos que constan de, en % en masa, 0,18 % a 0,35 % de C, 1,0 % a 3,0 % de Mn, 0,01 % a 1,0 % de Si, 0,001 % a 0,02 % de P, 0,0005 % a 0,01 % de S, 0,001 % a 0,01 % de N, 0,01 % a 1,0 % de Al, 0,005 % a 0,2 % de Ti, 0,0002 % a 0,005 % de B, y 0,002 % a 2,0 % de Cr, y
- 10 opcionalmente uno o más de entre 0,002 % a 2,0 % de Mo, 0,002 % a 2,0 % de Nb, 0,002 % a 2,0 % de V, 0,002 % a 2,0 % de Ni, 0,002 % a 2,0 % de Cu, 0,002 % a 2,0 % de Sn, 0,0005 % a 0,0050 % de Ca, 0,0005 % a 0,0050 % de Mg, y 0,0005 % a 0,0050 % de REM,
- 15 y el resto de Fe e impurezas inevitables, al objeto de obtener una lámina de acero laminada en caliente; enrollar la lámina de acero laminada en caliente que se somete a la laminación en caliente; laminar en frío la lámina de acero laminada en caliente enrollada para obtener una lámina de acero laminada en frío;
- 20 recocer continuamente la lámina de acero laminada en frío que se somete a la laminación en frío para obtener una lámina de acero para estampación en caliente; y realizar la estampación en caliente calentando la lámina de acero para estampación en caliente que se recuece continuamente de manera que la temperatura de calentamiento más elevada sea igual o superior a  $A_{c3}^{\circ}C$ , y conformar una pared vertical, en el que el recocido continuo incluye:
- 25 calentar la lámina de acero laminada en frío hasta un intervalo de temperatura igual o superior a  $A_{c1}^{\circ}C$  e inferior a  $A_{c3}^{\circ}C$ ;
- enfriar la lámina de acero laminada en frío calentada desde la temperatura de calentamiento más elevada hasta  $660^{\circ}C$  a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a  $10^{\circ}C/s$ ; y
- mantener la lámina de acero laminada en frío enfriada en un intervalo de temperatura de  $550^{\circ}C$  a  $660^{\circ}C$  durante un periodo de tiempo de un minuto a 10 minutos.

30 2. El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según la reivindicación 1, en el que los componentes químicos incluyen uno o más de entre 0,002 % a 2,0 % de Mo, 0,002 % a 2,0 % de Nb, 0,002 % a 2,0 % de V, 0,002 % a 2,0 % de Ni, 0,002 % a 2,0 % de Cu, 0,002 % a 2,0 % de Sn, 0,0005 % a 0,0050 % de Ca, 0,0005 % a 0,0050 % de Mg, y 0,0005 % a 0,0050 % de REM.

35 3. El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según la reivindicación 1, comprendiendo el método además la realización de cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia, después del recocido continuo.

40 4. El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según la reivindicación 2, comprendiendo el método además la realización de cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia, después del recocido continuo.

45 5. Un método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente, comprendiendo el método:

- 50 laminar en caliente una plancha que contiene unos componentes químicos que constan de, en % en masa, 0,18 % a 0,35 % de C, 1,0 % a 3,0 % de Mn, 0,01 % a 1,0 % de Si, 0,001 % a 0,02 % de P, 0,0005 % a 0,01 % de S, 0,001 % a 0,01 % de N, 0,01 % a 1,0 % de Al, 0,005 % a 0,2 % de Ti, 0,0002 % a 0,005 % de B, y 0,002 % a 2,0 % de Cr, y
- 55 opcionalmente uno o más de entre 0,002 % a 2,0 % de Mo, 0,002 % a 2,0 % de Nb, 0,002 % a 2,0 % de V, 0,002 % a 2,0 % de Ni, 0,002 % a 2,0 % de Cu, 0,002 % a 2,0 % de Sn, 0,0005 % a 0,0050 % de Ca, 0,0005 % a 0,0050 % de Mg, y 0,0005 % a 0,0050 % de REM,
- y el resto de Fe e impurezas inevitables, al objeto de obtener una lámina de acero laminada en caliente; enrollar la lámina de acero laminada en caliente que se somete a la laminación en caliente;
- 60 laminar en frío la lámina de acero laminada en caliente enrollada para obtener una lámina de acero laminada en frío; recocer continuamente la lámina de acero laminada en frío que se somete a la laminación en frío para obtener una lámina de acero para estampación en caliente; y
- 65 realizar la estampación en caliente calentando la lámina de acero para estampación en caliente que se recuece continuamente de manera que la temperatura de calentamiento más elevada sea igual o superior a  $A_{c3}^{\circ}C$ , y conformar una pared vertical, en el que, en la laminación en caliente, en la laminación en caliente de acabado configurada con una máquina con 5 o más soportes de rodillos consecutivos, la laminación se lleva a cabo mediante la fijación de una temperatura de laminación en caliente de acabado  $F_iT$  en un laminador final  $F_i$  en un intervalo de temperatura

de  $(Ac_3 - 80)^\circ C$  a  $(Ac_3 + 40)^\circ C$ , mediante la fijación de un tiempo desde el inicio de la laminación en un laminador  $F_{i-3}$ , que es una máquina anterior al laminador final  $F_i$ , hasta el final de la laminación en el laminador final  $F_i$  para que sea igual o superior a 2,5 segundos, y por medio de la fijación de una temperatura de laminación en caliente  $F_{i-3}T$  en el laminador  $F_{i-3}$  para que sea igual o inferior a  $F_iT + 100^\circ C$ , y después de llevar a cabo el mantenimiento en un intervalo de temperatura de  $600^\circ C$  a  $Ar_3^\circ C$  durante un periodo de tiempo de 3 segundos a 40 segundos, se realiza el enrollamiento, el recocido continuo incluye:

- 5
- 10
- 15
- calentar la lámina de acero laminada en frío hasta un intervalo de temperatura igual o superior a  $(Ac_1 - 40)^\circ C$  e inferior a  $Ac_3^\circ C$ ;
  - enfriar la lámina de acero laminada en frío calentada desde la temperatura de calentamiento más elevada hasta  $660^\circ C$  a una velocidad de enfriamiento igual o inferior a  $10^\circ C/s$ ; y
  - mantener la lámina de acero laminada en frío enfriada en un intervalo de temperatura de  $450^\circ C$  a  $660^\circ C$  durante un periodo de tiempo de 20 segundos a 10 minutos.

6. El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según la reivindicación 5, en el que los componentes químicos incluyen uno o más de entre 0,002 % a 2,0 % de Mo, 0,002 % a 2,0 % de Nb, 0,002 % a 2,0 % de V, 0,002 % a 2,0 % de Ni, 0,002 % a 2,0 % de Cu, 0,002 % a 2,0 % de Sn, 0,0005 % a 0,0050 % de Ca, 0,0005 % a 0,0050 % de Mg, y 0,0005 % a 0,0050 % de REM.

7. El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según la reivindicación 5, comprendiendo el método además la realización de cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia, después del recocido continuo.

8. El método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según la reivindicación 6, comprendiendo el método además la realización de cualquiera de entre un proceso de galvanización por inmersión en caliente, un proceso de recocido después de galvanización, un proceso de revestimiento de aluminio fundido, un proceso de revestimiento de aluminio fundido aleado y un proceso de galvanoplastia, después del recocido continuo.

9. Un cuerpo estampado en caliente que está conformado por medio de la utilización del método de fabricación de un cuerpo estampado en caliente según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es igual o inferior a  $650^\circ C$ , la variación de la dureza Vickers  $\Delta Hv$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 100 cuando se mide con una carga de 49 N (5 kgf) utilizando un comprobador de dureza Vickers, cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es de  $650^\circ C$  a  $750^\circ C$ , la variación de la dureza Vickers  $\Delta Hv$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 60, y cuando la temperatura de inicio de enfriamiento es igual o superior a  $750^\circ C$ , la variación de la dureza Vickers  $\Delta Hv$  del cuerpo estampado en caliente es igual o inferior a 40.

35

FIG. 1

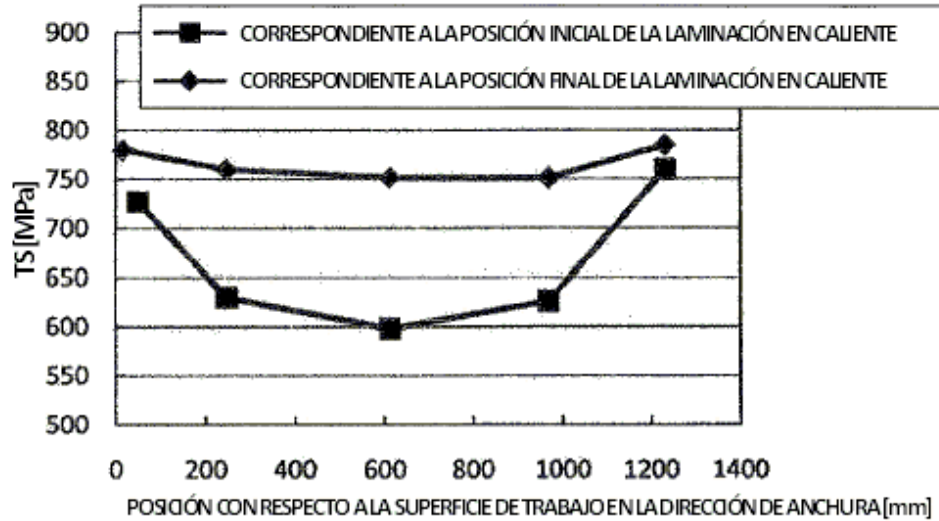
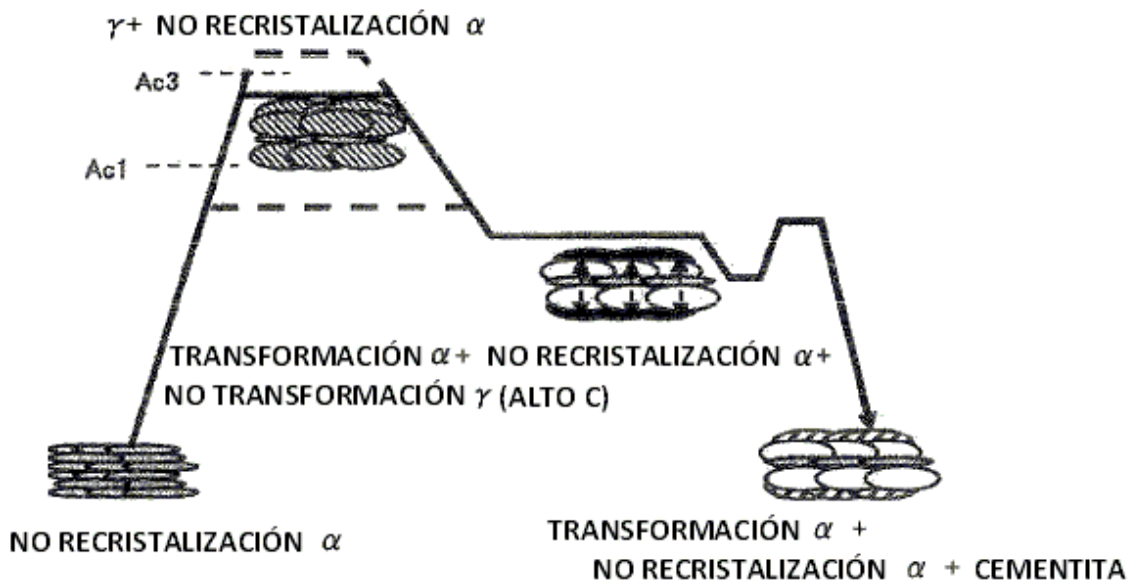
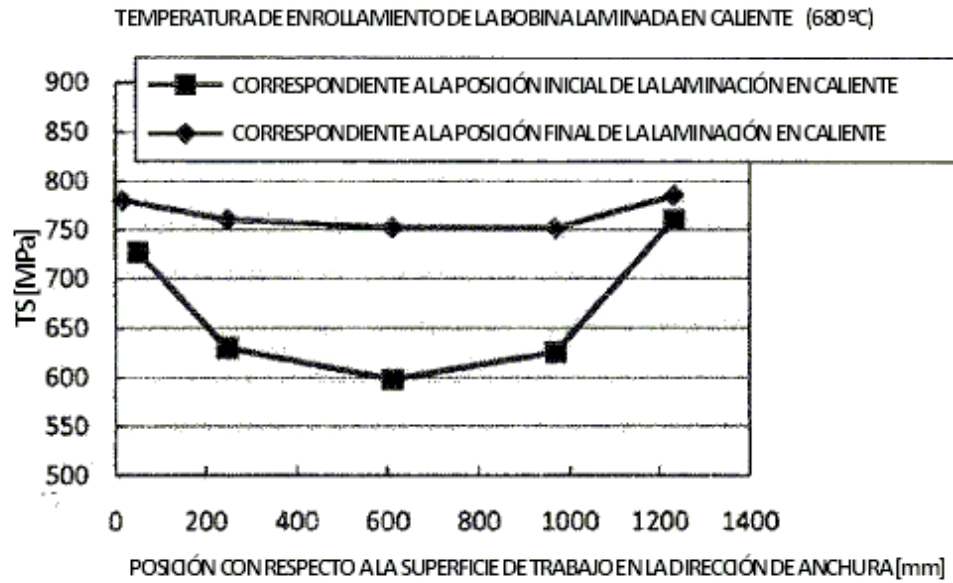


FIG. 2

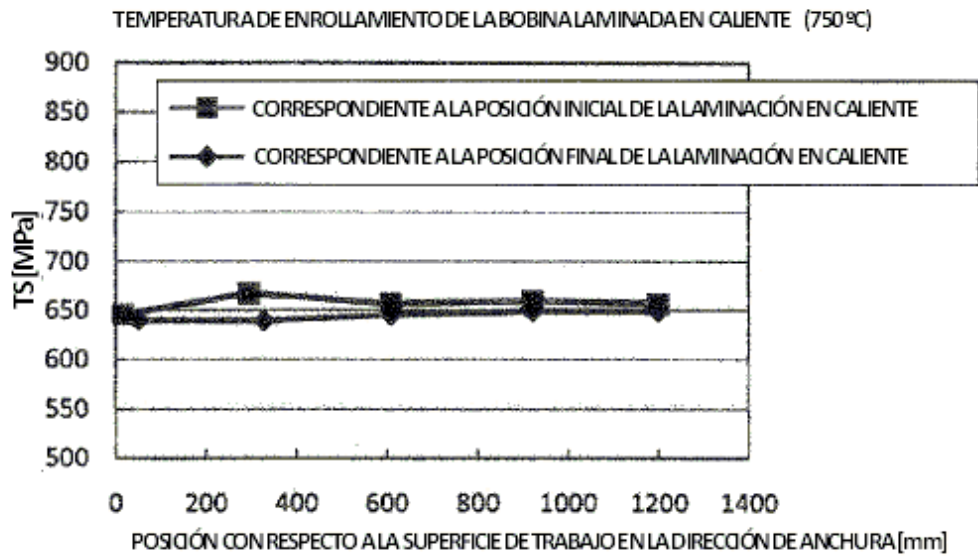




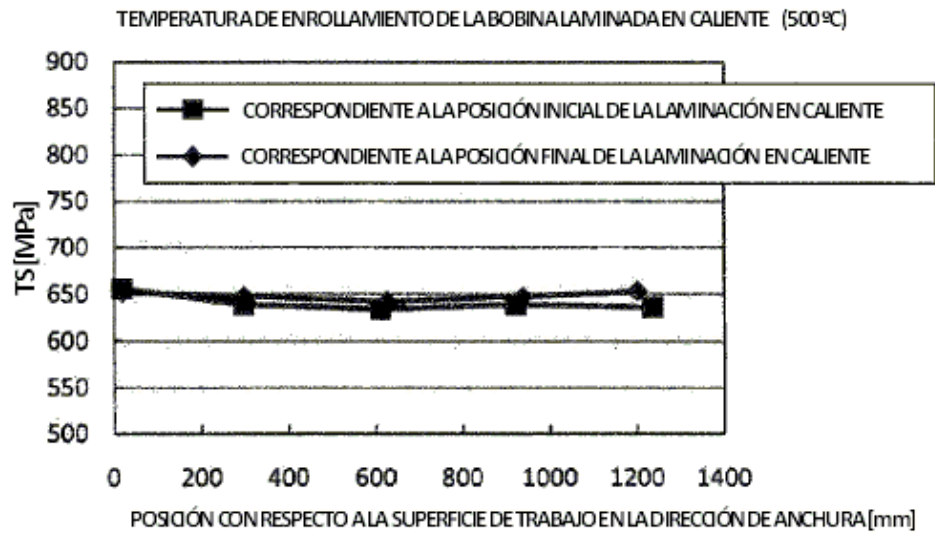
**FIG. 3A**



**FIG. 3B**



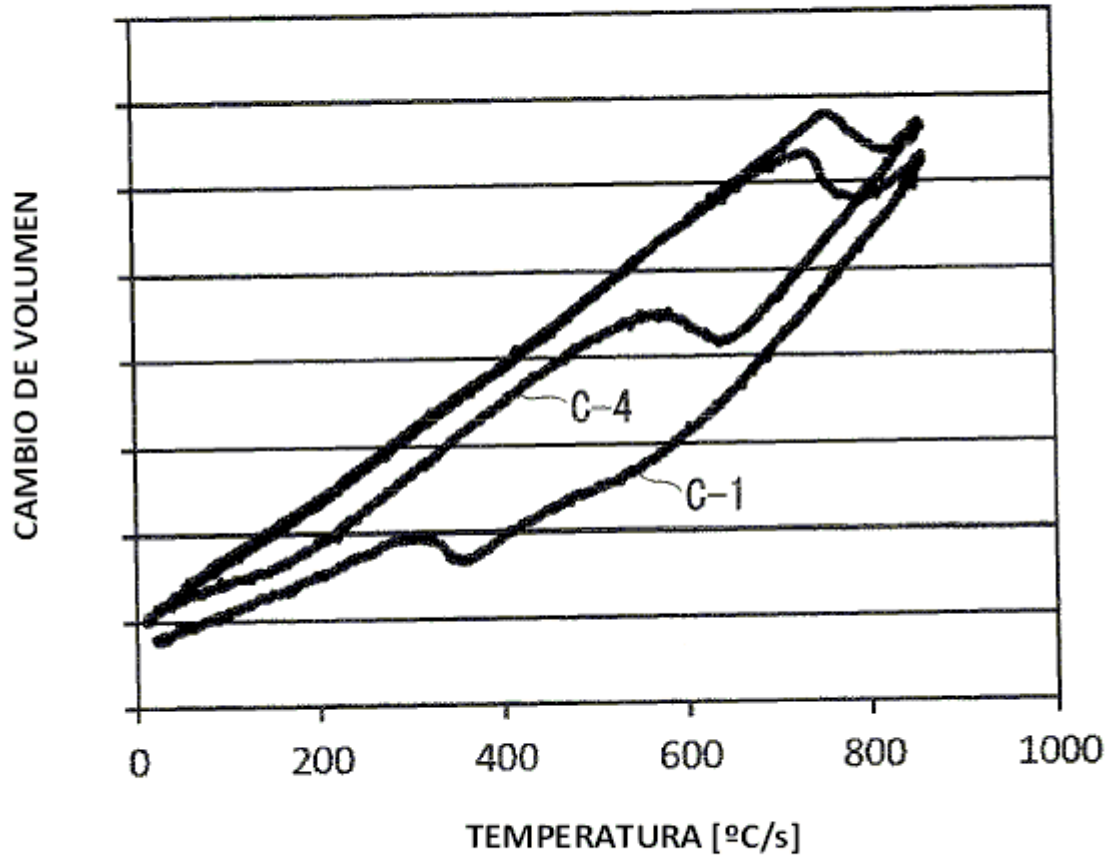
**FIG. 3C**



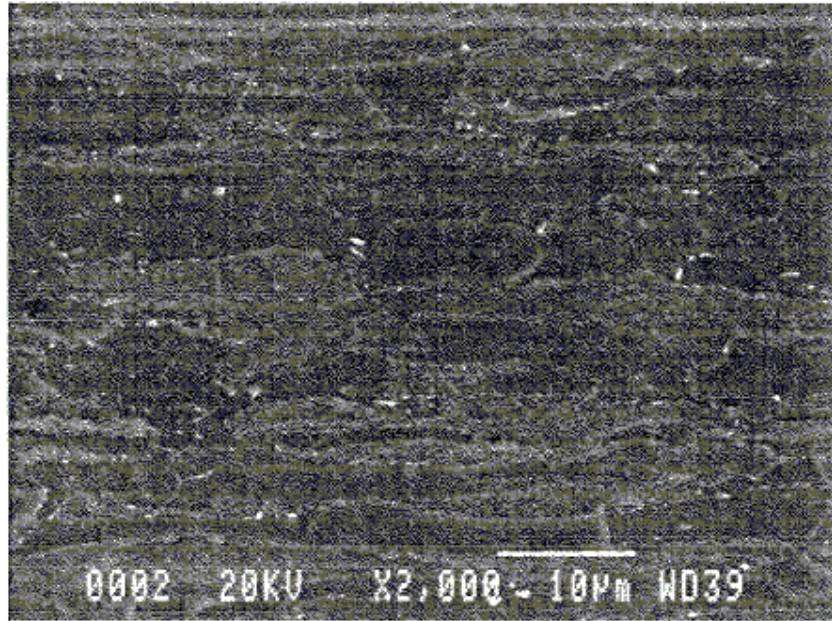
**FIG. 4**



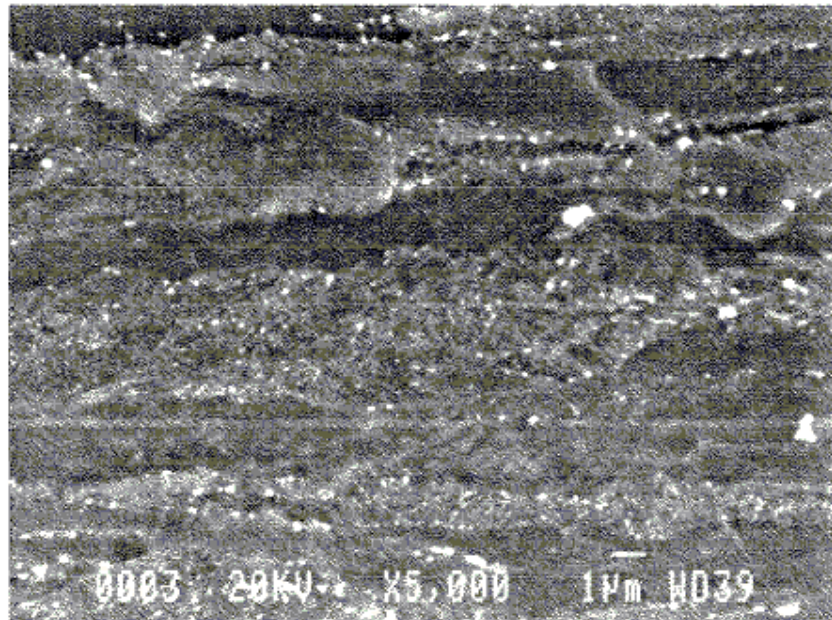
**FIG. 5**



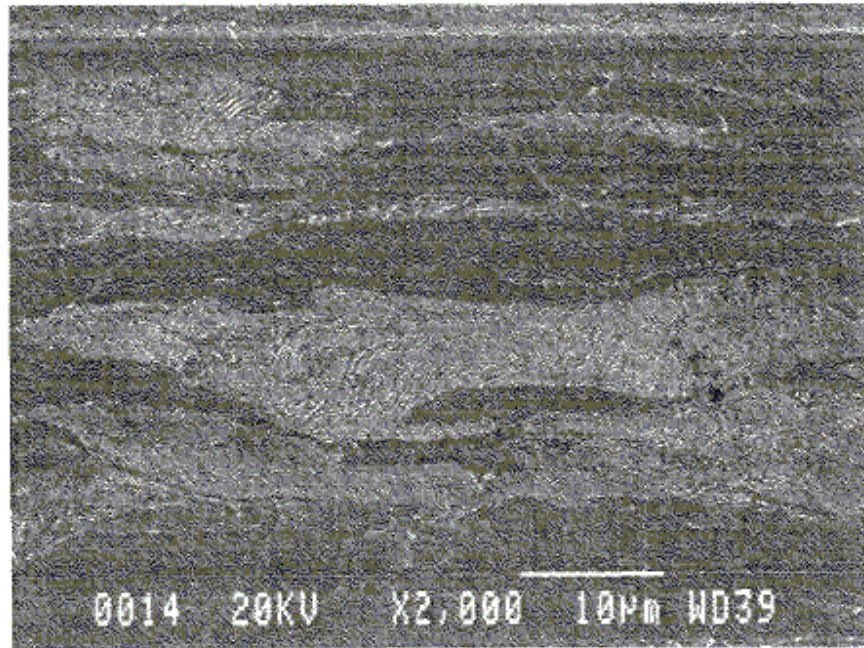
**FIG. 6A**



**FIG. 6B**



**FIG. 7A**



**FIG. 7B**

