

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 930**

51 Int. Cl.:

C21D 9/46	(2006.01)	C21D 8/04	(2006.01)
C23C 2/28	(2006.01)	C21D 9/48	(2006.01)
C21D 1/673	(2006.01)	C21D 8/00	(2006.01)
B21B 1/02	(2006.01)	C22C 38/02	(2006.01)
B21B 45/00	(2006.01)	C22C 38/04	(2006.01)
B23P 17/00	(2006.01)	C22C 38/06	(2006.01)
C21D 7/13	(2006.01)	C22C 38/26	(2006.01)
B32B 15/01	(2006.01)	C23C 26/02	(2006.01)
B21B 45/02	(2006.01)	C23C 24/10	(2006.01)
C21D 8/02	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.06.2011 PCT/JP2011/063561**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.12.2011 WO11158818**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.06.2011 E 11795723 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.01.2019 EP 2581465**

54 Título: **Artículo moldeado estampado en caliente, proceso para la producción de chapa de acero para estampación en caliente y proceso para la producción de artículo moldeado estampado en caliente**

30 Prioridad:

19.04.2011 JP 2011092811
14.06.2010 JP 2010135217

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.07.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KAWASAKI, KAORU;
SANO, KOHICHI y
SEKITO, YOSHIHITO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 719 930 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

Artículo moldeado estampado en caliente, proceso para la producción de chapa de acero para estampación en caliente y proceso para la producción de artículo moldeado estampado en caliente

5 Campo de la Invención
 La presente invención se refiere a un acero estampado en caliente que es excelente en términos de equilibrio entre resistencia mecánica y tenacidad. Particularmente, la presente invención se refiere a un acero estampado en caliente que tiene una resistencia mecánica de 1470 MPa o más, y una capacidad de absorción de energía suficiente. Además, la presente invención se refiere a un método de producción de una chapa de acero para estampación en caliente que se aplica a piezas fabricadas mediante estampación en caliente y a un método de producción de un acero estampado en caliente en el que se emplea esta chapa de acero para estampación en caliente.

Descripción de la técnica relacionada

15 La reducción del peso de una carrocería de vehículo es un problema urgente desde el punto de vista de la protección del medio ambiente global, de modo que, en los últimos años, se han estado haciendo estudios activos referentes a la aplicación de una chapa de acero de resistencia mecánica alta a una carrocería de vehículo y la resistencia mecánica del acero también ha estado aumentando. No obstante, dado que la conformabilidad de una chapa de acero se deteriora cuando aumenta la resistencia mecánica del acero, es necesario tener en cuenta las propiedades de congelación de forma. Mientras tanto, en el prensado de empleo ordinario, las cargas de formación aumentan gradualmente y así hay un grave problema con la capacidad de prensado de la chapa de acero, en términos de darle un uso práctico (empleo de una chapa de acero de resistencia mecánica alta).

Desde el punto de vista anterior, se emplean técnicas de estampación en caliente. En las técnicas de estampación en caliente, se calienta una chapa de acero hasta una temperatura alta, en un rango austenítico, y luego se prensa. Por lo tanto, comparado con el prensado ordinario, realizado a temperatura ambiente, las cargas de formación disminuyen significativamente. Además, dado que el temple instantáneo se realiza sustancialmente en una matriz, al mismo tiempo que el prensado, es posible obtener una resistencia mecánica que corresponde a la cantidad de C incluida en el acero y las técnicas de estampación en caliente están llamando la atención como una técnica que satisface tanto las propiedades de congelación de forma como la resistencia mecánica. Las Citas de patentes 1 a 3 describen un método en el que se obtiene una resistencia mecánica de 1000 MPa a 2000 MPa empleando técnicas de estampación en caliente. La Cita de patente 1 describe una chapa de acero para estampación en caliente que tiene un tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa predeterminado y una cantidad de martensita predeterminada después de la estampación en caliente, tiene una resistencia mecánica de 1770 MPa a 1940 MPa y es excelente en términos de ductilidad, aunque no evalúa la tenacidad. Además, la Cita de patente 2 describe una técnica en la que la limpieza y el grado de segregación de P y S están controlados, de modo que la tenacidad mejora significativamente después de la estampación en caliente. No obstante, la Cita de patente 2 no describe el tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa. Aún más, la Cita de patente 3 describe una técnica en la que se mejora la tenacidad mediante el control del tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa y el empleo de martensita autorrevenida. No obstante, la Cita de patente 3 no describe la forma de la austenita previa (por ejemplo, una proporción del tamaño de grano de la austenita previa, la cual se describirá más adelante) ni el método de control referente a las microestructuras después de la estampación en caliente y cabe una posibilidad de que las microestructuras no puedan ser controladas suficientemente y de que el equilibrio entre resistencia mecánica y tenacidad no pueda ser asegurado suficientemente. Mientras tanto, la Cita de patente 4 describe una chapa de acero laminada en caliente de resistencia mecánica alta, que tiene una relación dimensional de un tamaño de los granos de austenita previa predeterminada y que es excelente en términos de tenacidad a baja temperatura. No obstante, en la Cita de patente 4, dado que la relación dimensional de los tamaños de los granos de austenita previa antes de la estampación en caliente es extremadamente alta, cabe una posibilidad de que las microestructuras no puedan ser controladas suficientemente y de que el equilibrio entre resistencia mecánica y tenacidad no pueda ser asegurado suficientemente después de la estampación en caliente.

Citas de patentes

50 Cita de patente 1: solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación N.º 2010-174282.
 Cita de patente 2: solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación N.º 2007-314817.
 Cita de patente 2: solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación N.º 2006-152427.
 Cita de patente 4: solicitud de patente japonesa sin examinar, primera publicación N.º 2011-52321.

El documento JP 2005-205477 A describe un método de conformación por prensado en caliente con excelente productividad y miembros de automoción producidos por este método.

COMPENDIO DE LA INVENCION

Problemas a resolver por la Invención

5 Los componentes de vehículo, particularmente piezas, tales como un bastidor, miembros y refuerzos, se clasifican en piezas que absorben energía de manera eficaz en caso de colisión y en piezas que tienen una resistencia mecánica probada suficiente y que transmiten energía sin deformación en caso de colisión de acuerdo a las funciones. En particular, dado que hay una demanda de un refuerzo que tenga una resistencia mecánica mayor, en prensado en frío, falta la capacidad de una máquina de prensado o se deterioran las propiedades de congelación de forma. Por lo tanto, el número de piezas a las que se aplica la estampación en caliente (acero estampado en caliente) está aumentando entre las piezas que necesitan tener una resistencia mecánica de 1470 MPa o más. Además, para realizar una reducción de peso adicional, hay una demanda de un miembro que tenga una resistencia mecánica de, particularmente, 1770 MPa o más.

Métodos para resolver el problema

15 Aquí, los presentes inventores fabricaron una pieza que tiene tenacidad suficiente y una resistencia mecánica a la tracción de 1470 MPa o más empleando estampación en caliente, teniendo en cuenta las anteriores circunstancias, y completaron la presente invención.

El resumen es el siguiente.

- 20 1) Un acero estampado en caliente de acuerdo a un aspecto de la presente invención incluye, en % en masa, C: 0.20 a 0.35%, Si: 0.1 a 0.5%, el total de al menos uno seleccionado entre Mn y Cr: 1 a 3%, Al: 0.005 a 0.06%, Ti: 0.002 a 0.1%, Nb: 0.002 a 0.1%, O: 0.003 a 0.007% y un resto de Fe e impurezas inevitables, en donde P está limitado a 0.015% o menos, S: está limitado a 0.01% o menos y N está limitado a 0.004% o menos, la relación dimensional de las longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de laminación con respecto a las longitudes de la austenita previa en la dirección del espesor de la chapa es de 1.3 a 2.5, el tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa es 6 μ m o menos, la microestructura incluye el 98% o más de martensita y la resistencia mecánica a la tracción es 1470 MPa o más.
- 25 2) El acero estampado en caliente de acuerdo al anterior (1) puede además incluir, en % en masa, uno o más de B: 0.005% o menos, V: 0.1% o menos, Mo: 0.5% o menos, Ca: 0.03% o menos, Mg: 0.03% o menos, tierras raras: 0.03% o menos, Cu: 0.5% o menos, Sn: 0.1% o menos, Ni: 0.5% o menos y W: 1% o menos.
- 30 3) El acero estampado en caliente de acuerdo a los anteriores (1) o (2) puede además comprender una capa de revestimiento formada por solidificación de metal fundido sobre la superficie.
- 4) Un método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a un aspecto de la presente invención, incluye un primer proceso en el que se calienta un planchón hasta un intervalo de temperatura de 1270° C o menor; un segundo proceso en el que se realiza laminación de acabado en un intervalo de temperatura de 800° C a 900° C, de modo que la reducción total desde una antepenúltima caja hasta una última caja llega a ser del 60% o más; un tercer proceso en el que empieza un enfriamiento menos de 1 segundo después de acabar el segundo proceso; y un cuarto proceso en el que se realiza un bobinado a una temperatura de 600° C o menor. El planchón plano incluye, en % en masa, C: 0.20 a 0.35%, Si: 0.1 a 0.5%, el total de al menos uno seleccionado entre Mn y Cr: 1 a 3%, Al: 0.005 a 0.06%, Ti: 0.002 a 0.1%, Nb: 0.002 a 0.1%, O: 0.003 a 0.007% y un resto de Fe e impurezas inevitables, en donde P está limitado a 0.015% o menos, S está limitado a 0.01% o menos y N está limitado a 0.004% o menos.
- 35 5) En el método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente de acuerdo al anterior (4), el planchón plano puede además incluir, en % en masa, uno o más de B: 0.005% o menos, V: 0.1% o menos, Mo: 0.5% o menos, Ca: 0.03% o menos, Mg: 0.03% o menos, tierras raras: 0.03% o menos, Cu: 0.5% o menos, Sn: 0.1% o menos, Ni: 0.5% o menos y W: 1% o menos.
- 45 6) El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente de acuerdo a los anteriores (4) o (5) puede además incluir, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realiza laminación en frío.
- 7) El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente de acuerdo a los anteriores (4) o (5) puede además incluir, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realizan laminación en frío y recocido continuo.
- 50 8) El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente de acuerdo a los anteriores (4) o (5) puede además incluir, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realiza revestimiento de metal fundido.
- 9) El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente de acuerdo a los anteriores (4) o (5) puede además incluir, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realiza laminación en frío y se realiza revestimiento de metal fundido.
- 10) El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente de

acuerdo a los anteriores (4) o (5) puede además incluir, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realizan laminación en frío y recocido continuo y se realiza revestimiento de metal fundido.

11) En un método de producción de un acero estampado en caliente de acuerdo a un aspecto de la presente invención, se incluye estampación en caliente de una chapa de acero obtenida empleando el método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo al anterior (4), bajo una condición en la que la chapa de acero se calienta hasta un intervalo de temperatura desde un punto AC₃ hasta 900° C, a una velocidad de calentamiento de 3° C o más, y luego la chapa de acero es enfriada a una velocidad de enfriamiento de 150° C o más, en un intervalo de temperatura desde 300° C hasta un punto Ar₃.

12) En un método de producción de un acero estampado en caliente de acuerdo a un aspecto de la presente invención, se incluye estampación en caliente de una chapa de acero obtenida empleando el método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo al anterior (5), bajo una condición en la que la chapa de acero se calienta hasta un intervalo de temperatura desde un punto AC₃ hasta 900° C, a una velocidad de calentamiento de 3° C o más, y luego la chapa de acero es enfriada a una velocidad de enfriamiento de 150° C o más, en un intervalo de temperatura desde 300° C hasta un punto Ar₃.

15 Efectos de la Invención

De acuerdo al acero estampado en caliente de acuerdo a los anteriores (1) a (3), después de la estampación en caliente, el tamaño de los granos de austenita previa y la forma de la austenita previa están controlados adecuadamente, mientras que se asegura una resistencia mecánica de 1470 MPa o más, de modo que el equilibrio entre resistencia mecánica y tenacidad mejora, pueden aumentarse las propiedades de absorción de energía en caso de colisión y puede reducirse el peso de una pieza en mayor medida.

En el método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a los anteriores (4) a (10), es posible proporcionar una chapa de acero para un acero estampado en caliente para el que el tamaño de los granos de austenita previa y la forma de la austenita previa pueden ser controlados adecuadamente, mientras que se asegura una resistencia mecánica de 1470 MPa o más después de la estampación en caliente.

En el método de producción de un acero estampado en caliente de acuerdo a los anteriores (11) y (12), es posible proporcionar una chapa de acero para un acero estampado en caliente que sea excelente en términos de equilibrio entre resistencia mecánica y tenacidad y propiedades de absorción de energía en caso de colisión.

30 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es una vista que muestra la relación entre la cantidad de C y la resistencia mecánica de una chapa de acero laminado en caliente después de la estampación en caliente.

La Figura 2 es una vista que muestra la relación entre el tamaño de grano de austenita previa y la energía absorbida de una chapa de acero laminado en caliente después de la estampación en caliente.

La Figura 3 es una vista que muestra la relación entre la proporción del tamaño de grano de austenita previa y la energía absorbida de una chapa de acero laminado en caliente después de la estampación en caliente.

La Figura 4 es una vista que muestra la relación entre la temperatura de acabado durante la laminación en caliente y el tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente.

La Figura 5 es una vista que muestra la relación entre la temperatura de acabado durante la laminación en caliente y la proporción del tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente.

La Figura 6 es una vista que muestra la relación entre el tiempo de inicio de enfriamiento después de la laminación de acabado y el tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente.

La Figura 7 es una vista que muestra la relación entre el tiempo de inicio de enfriamiento después de la laminación de acabado y la proporción del tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente.

La Figura 8 es una vista que muestra la relación entre el tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente y la energía absorbida de una chapa de acero laminado en frío.

La Figura 9 es una vista que muestra la relación entre la proporción del tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente y la energía absorbida de una chapa de acero laminado en frío.

La Figura 10 es una vista que muestra una probeta con entalla en V empleada en las pruebas de resistencia a la fractura retardada en ejemplos de acuerdo a la presente invención.

La Figura 11 es un diagrama de flujo que muestra un método de producción de una chapa de acero

para estampación en caliente de acuerdo a una realización de la presente invención y un método de producción de un acero estampado en caliente de acuerdo a una realización de la presente invención.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En primer lugar, se describirán las pruebas mediante las que se ha completado la presente invención.

Los inventores fundieron aceros que incluían los componentes químicos mostrados en la Tabla 1 en tamaño de laboratorio, calentaron lingotes obtenidos a 1250° C, luego, realizaron laminación en caliente en la que se controló que la reducción total en la laminación final y en la laminación inmediatamente anterior a la laminación final fuese del 60%, se controló que la temperatura de acabado fuese de 880° C y se controló que el espesor de la chapa fuese de 1.4 mm, iniciaron un enfriamiento a una velocidad de enfriamiento de 200° C o menos, 1 segundo (1 s) después de acabar la laminación en caliente, y realizaron un bobinado a 600° C. Las chapas de acero laminado en caliente obtenidas fueron decapadas, calentadas a 850° C a una velocidad de calentamiento de 10° C, luego, se mantuvo la temperatura durante 20 s, inmediatamente, las chapas de acero fueron enfriadas a temperatura ambiente a una velocidad de enfriamiento de 150° C y, de este modo, se obtuvieron las chapas de acero que tenían el historial térmico. En este caso, se obtuvieron chapas de acero que incluían el 98% o más de martensita como una microestructura. Después de eso, se prepararon probetas N.º 5, descritas en JIS Z 2201, a partir de las chapas de acero laminado en caliente que tenían el historial térmico y se realizaron ensayos de tracción de acuerdo al método de ensayo descrito en JIS Z 2241. Los resultados obtenidos en los ensayos de tracción se muestran en la Figura 1. Es decir, se encontró que es necesario añadir 0.20% o más de C en % en masa al acero para obtener una resistencia mecánica a la tracción de 1470 MPa o más después de la estampación en caliente, que es un objeto de la presente invención.

Aún más, se realizó la laminación en caliente bajo una variedad de condiciones empleando el acero que incluía los componentes químicos N.º 2 en la Tabla 1, para fabricar chapas de acero laminado en caliente de 3.2 mm de espesor y chapas de acero laminado en caliente de 1.6 mm de espesor. Aquí, se realizó posteriormente una laminación en frío sobre las chapas de acero laminado en caliente de 3.2 mm de espesor para fabricar chapas de acero laminado en frío de 0.8 mm de espesor.

En primer lugar, se investigaron la resistencia mecánica a la tracción y la tenacidad de las chapas de acero laminado en caliente de 1.6 mm de espesor cuando se realizó la estampación en caliente sobre las chapas de acero bajo condiciones de tratamiento térmico (historial térmico) en el que se calentaron las chapas de acero a 900° C a una velocidad de calentamiento de 10° C y fueron enfriadas a temperatura ambiente a una velocidad de enfriamiento de 200° C. Se obtuvieron chapas de acero que incluían un 98% o más de martensita como una microestructura en todas las condiciones de laminación en caliente. Además, la martensita no era martensita revenida. Como resultado de los ensayos de tracción de acuerdo a los mismos métodos de ensayo anteriores, se obtuvo una resistencia mecánica a la tracción de 1470 MPa o más en todas las condiciones de laminación en caliente. Para la tenacidad, se prepararon probetas con entalla en V (anchura: 10 mm), se realizaron ensayos de impacto de Charpy y las energías absorbidas (en términos de un espesor de la chapa de 10 mm) se evaluaron a -40° C. Aún más, el tamaño de los granos de austenita previa (valor promedio) después de la estampación en caliente (historial térmico) y la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la proporción dimensional de la longitud de la austenita previa en una dirección de laminación con respecto a la longitud de la austenita previa en la dirección del espesor de la chapa) fueron evaluados mediante un método descrito más adelante y se investigó la relación entre los anteriores y la energía absorbida. Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 2 y 3. Es decir, se encontró que, desde el punto de vista de garantizar la tenacidad después de la estampación en caliente, es importante controlar que el tamaño de los granos de austenita previa en la chapa de acero después de la estampación en caliente sea de 6 µm o menos y controlar que la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la longitud en la dirección de laminación/la longitud en la dirección del espesor de la chapa) sea de 1.3 o más.

Aún más, los inventores encontraron que el tamaño de los granos de austenita previa era 6 µm o menos y que la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la longitud en la dirección de laminación/la longitud en la dirección del espesor de la chapa) era de 1.3 o más, incluso en chapas de acero estampado en caliente (aceros) en un caso en el que el tamaño de los granos de austenita previa era de 6 µm o menos y que la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la longitud en la dirección de laminación/la longitud en la dirección del espesor de la chapa) es de 1.3 o más en chapas de acero laminado en caliente.

Se considera que el mecanismo es como sigue. Por ejemplo, en un caso en el que el tamaño de los granos de austenita previa es tan pequeño como 6 µm o menos y que la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la longitud en la dirección de laminación/la longitud en la dirección del espesor de la chapa) es de 1.3 o más, una proporción de hasta casi el 100% de la microestructura se transforma desde austenita a ferrita y cementita en los procesos de enfriamiento y bobinado después de la

laminación en caliente y, aún más, una proporción de hasta casi el 100% de la microestructura se transforma desde ferrita y cementita a austenita durante el calentamiento antes de la estampación en caliente. Por lo tanto, se considera que, en este caso, granos de austenita previa para los que el tamaño de grano es 6 µm o menos y la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la longitud en la dirección de laminación/la longitud en la dirección del espesor de la chapa) es de 1.3 o más pueden asegurarse, incluso después de la estampación en caliente, incluso cuando la transformación desde austenita a ferrita y cementita y la transformación desde ferrita y cementita a austenita se repiten.

Por lo tanto, para asegurar el tamaño de los granos de austenita previa anterior y la proporción del tamaño de los granos de austenita previa anterior después de la estampación en caliente, la temperatura de acabado en la laminación en caliente y el tiempo de inicio de enfriamiento después de la laminación de acabado son importantes, como se muestra en las Figuras 4 a 7. Es decir, es necesario acabar la laminación en caliente (laminación de acabado) a 900° C o menos y empezar el enfriamiento menos de 1 segundo después de acabar la laminación de acabado (el tiempo de inicio de enfriamiento es 1 s o menos). Mientras que la velocidad de enfriamiento desde el inicio del enfriamiento después de la laminación en caliente hasta el bobinado se controló para que fuese 200° C o menos en las pruebas anteriores, el tamaño de los granos de austenita previa después de la estampación en caliente puede controlarse para que sea 6 µm o menos y la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la longitud en la dirección de laminación/la longitud en la dirección del espesor de la chapa) puede controlarse para que sea de 1.3 o más, incluso cuando la velocidad de enfriamiento excede los 200° C.

Mientras tanto, para las chapas de acero laminado en frío de 0.8 mm de espesor anteriores, se investigaron la resistencia mecánica a la tracción y la tenacidad del mismo modo que para las chapas de acero laminado en caliente después de que las chapas de acero se calentaron a 850° C a una velocidad de calentamiento de 10° C y luego fueron enfriadas a temperatura ambiente a una velocidad de enfriamiento de 150° C. También para las chapas de acero laminado en frío, se pudo obtener una resistencia mecánica a la tracción de 1470 MPa o más en todas las condiciones de laminación en caliente. Las Figuras 8 y 9 muestran los resultados de los ensayos de impacto de Charpy realizados de la misma forma que anteriormente. Se ha considerado que las características de las chapas de acero laminado en frío tienen también una correlación con las condiciones de la laminación en caliente y se ha encontrado que las características de las chapas de acero laminado en frío mostraban una correlación favorable con el tamaño de los granos de austenita previa y con la proporción del tamaño de los granos de austenita previa (la longitud en la dirección de laminación/la longitud en la dirección del espesor de la chapa) después de la estampación en caliente. Mientras tanto, aquí, para la medición del tamaño de los granos de austenita previa y de la proporción del tamaño de los granos de austenita previa, se realizó ataque químico empleando una solución acuosa que incluía dodecilsulfonato de sodio, ácido pícrico, ácido oxálico y ácido clórico y se observó una porción de 1/8 t (o porción de 7/8 t) del espesor de la chapa empleando un microscopio óptico.

Tabla 1

N.º	Componentes químicos (en % en masa)												AC ₃ (°C)
	C	Si	Mn	Cr	P	S	Al	Ti	Nb	Tierras raras	N	O	
1	0.18	0.14	1.24	0.22	0.012	0.0018	0.035	0.031	0.034	0.011	0.0028	0.0034	828
2	0.20	0.15	1.35	0.18	0.014	0.0025	0.027	0.081	0.058	0.017	0.0034	0.0047	838
3	0.23	0.13	1.27	0.25	0.015	0.0027	0.034	0.061	0.072	0.009	0.0029	0.0039	829
4	0.26	0.14	1.08	0.37	0.015	0.0021	0.032	0.025	0.052	0.006	0.0032	0.0031	814
5	0.28	0.15	1.35	0.19	0.012	0.0018	0.026	0.031	0.051	0.007	0.0022	0.0042	800
6	0.30	0.15	1.23	0.22	0.016	0.0019	0.033	0.028	0.032	0.005	0.0033	0.0033	804
7	0.32	0.13	1.32	0.31	0.014	0.0023	0.028	0.031	0.025	0.018	0.0029	0.0045	795
8	0.35	0.16	1.05	0.72	0.015	0.0015	0.025	0.033	0.048	0.027	0.0033	0.0051	799
9	0.37	0.15	1.22	0.24	0.015	0.0018	0.031	0.024	0.018	0.008	0.0029	0.0064	789
10	0.40	0.14	1.19	0.36	0.014	0.0021	0.033	0.029	0.055	0.012	0.0031	0.0039	787

La presente invención se ha completado en base a las anteriores condiciones de ensayo.

En adelante en la presente memoria, se describirá un acero estampado en caliente de acuerdo a una realización de la presente invención. En primer lugar, se describirán la composición química de los aceros estampados en caliente de la realización y las chapas de acero que se emplearán para los aceros estampados en caliente. Mientras tanto, aquí “%” indica “% en masa”.

El C es un elemento que cumple un papel importante en la realización y, particularmente, tiene una gran

- 5 influencia en la resistencia mecánica después del temple instantáneo. Por lo tanto, para obtener una resistencia mecánica a la tracción de 1470 MPa o más, la cantidad de C necesita ser 0.20% o más. Por otro lado, cuando la cantidad de C excede de 0.35%, tienden a ocurrir fracturas durante la deformación por impacto, se deteriora la soldabilidad y se degrada la resistencia mecánica de una soldadura. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de C es 0.35%. En un caso en el que una resistencia mecánica necesita asegurarse de manera más fiable, la cantidad de C es preferiblemente 0.21% o más. Además, en un caso en el que la soldabilidad es mejorada más, la cantidad de C es preferiblemente 0.32% o menos y es más preferiblemente 0.30% o menos.
- 10 Dado que el Si es un elemento que refuerza la solución sólida y un elemento que suprime la precipitación de cementita, la cantidad de Si necesita ser 0.1% o más. Por otro lado, cuando el Si se añade de manera excesiva al acero, se deteriora la capacidad de revestimiento de la superficie de una chapa de acero en un caso en el que se realiza el revestimiento de metal, como se describe más adelante. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Si es 0.5%.
- 15 Mn y Cr son elementos importantes para asegurar la capacidad de temple y el total de al menos uno, seleccionado entre Mn y Cr, necesita ser 1% o más en un caso en el que se realiza estampación en caliente. Por otro lado, cuando el total de al menos uno, seleccionado entre Mn y Cr, excede del 3%, se aumenta la capacidad de temple y la resistencia mecánica de la chapa de acero laminado en caliente resulta ser excesivamente grande. Por lo tanto, en este caso, dado que la carga resulta ser excesivamente grande en un caso en el que se realiza conformación en frío, tal como laminación en frío, el límite superior del total de al menos uno, seleccionado entre Mn y Cr, necesita ser 3% y es preferiblemente 2.7%.
- 20 Aquí, por ejemplo, en un caso en el que se incluye Mn en el acero, para asegurar aún más la capacidad de temple, la cantidad de Mn es preferiblemente 1.0% o más, es más preferiblemente 1.1% o más y es lo más preferiblemente 1.2% o más. Además, para asegurar suficientemente la conformabilidad en frío, la cantidad de Mn es preferiblemente 3.0% o menos, es más preferiblemente 2.8% o menos y es lo más preferiblemente 2.7% o menos.
- 25 Además, por ejemplo, en un caso en el que se incluye Cr en el acero, la cantidad de Cr puede ser 0.005% o más y es preferiblemente 0.15% o más para asegurar aún más la capacidad de temple. Además, para asegurar más suficientemente la conformabilidad en frío, la cantidad de Cr es preferiblemente 1.0% o menos.
- 30 Ti y Nb son también elementos importantes en la realización. Para controlar que la proporción dimensional de las longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de laminación, con respecto a las longitudes de la austenita previa en la dirección del espesor de la chapa, después de la estampación en caliente, sea de 1.3 o más y controlar que el tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa sea 6 μm o menos, la cantidad de Ti y la cantidad de Nb necesitan ser, cada una, 0.002% o más, son preferiblemente 0.005% o más, son más preferiblemente 0.010% o más y son lo más preferiblemente 0.015% o más. Por otro lado, dado que los efectos alcanzan un límite superior incluso cuando la cantidad de Ti o la cantidad de Nb exceden de 0.1%, los límites superiores de la cantidad de Ti y de la cantidad de Nb son cada uno 0.1%.
- 35 El O es un elemento necesario para formar óxidos. Cuando la cantidad de O es menor que 0.003%, el número de óxidos finos es bajo y, por lo tanto, no se obtiene un tamaño de los granos de austenita previa de 6 μm o menos. Por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de O necesita ser 0.003%. Por otro lado, cuando la cantidad de O excede 0.007%, la cantidad de óxidos que se forman llega a ser demasiado alta y, por lo tanto, se deterioran la conformabilidad y la tenacidad. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de O es 0.007%, es preferiblemente 0.006% y es más preferiblemente 0.005%.
- 40 El P es un elemento que refuerza la solución sólida y puede mejorar la resistencia mecánica de una chapa de acero a un coste relativamente bajo. No obstante, el P tiende a segregarse en los límites de grano y hay un problema de fragilidad a baja temperatura en el caso de una resistencia mecánica alta y, por lo tanto, el límite superior de la cantidad de P es 0.015% y es preferiblemente 0.010%. Por otro lado, la cantidad de P puede ser 0%; no obstante, cuando la cantidad de P es menor que 0.001%, los costes de retirar el P aumentan de forma extrema. Por lo tanto, en relación al P, incluido como una impureza inevitable, el límite inferior de la cantidad de P es preferiblemente 0.001% y más preferiblemente 0.005%.
- 45 Dado que el S es una impureza inevitable, tiene una influencia sobre la fragilidad en caliente del acero y deteriora la conformabilidad, en particular, la conformabilidad en caliente, la cantidad de S es preferiblemente menor. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de S es 0.01% y es preferiblemente 0.009%. No obstante, aunque la cantidad de S puede ser 0%, en un caso en el que la cantidad de S se reduce a menos que 0.001%, los costes de desulfuración aumentan de forma extrema y, por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de S es preferiblemente 0.001% y es más preferiblemente 0.005%.
- 50

Se añade Al para desoxidar y está incluido inevitablemente en el acero. Cuando la cantidad de Al es menor que 0.005%, la desoxidación no es suficiente y una gran cantidad de óxidos permanece en el acero. Por lo tanto, se deteriora la deformabilidad local y las propiedades físicas varían significativamente. Por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de Al es 0.005% o más, y es preferiblemente 0.20% o más.

- 5 Por otro lado, cuando la cantidad de Al excede 0.06%, una gran cantidad de óxidos, incluyendo principalmente alúmina, permanecen en el acero y se deteriora la deformabilidad local. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Al es 0.06% y es preferiblemente 0.05%.

- 10 El N también está incluido inevitablemente en el acero. La cantidad de N puede ser 0%; no obstante, cuando se reduce de forma extrema la cantidad de N aumentan los costes y, por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de N es preferiblemente 0.001% y es más preferiblemente 0.0015%. Por otro lado, cuando la cantidad de N excede 0.004% se forman inclusiones y se deteriora la tenacidad después del temple instantáneo. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de N es 0.004% y es preferiblemente 0.0035%.

- 15 Mientras tanto, una composición química que consiste en los componentes químicos básicos anteriores (elementos básicos) y un resto de Fe e impurezas inevitables es la composición básica de la realización. No obstante, además de la composición básica, al menos uno, seleccionado de los siguientes componentes químicos (elementos opcionales), puede incluirse en el acero (en lugar de parte del Fe en el resto). Además, incluso en un caso en el que los elementos opcionales no estén incluidos en el acero, los efectos de la realización no se ven afectados y, por lo tanto, el límite inferior de los elementos opcionales puede ser 0%. Mientras tanto, los efectos de la realización no se ven afectados, ni siquiera cuando los elementos opcionales están inevitablemente mezclados en el acero.

- 20 El B es un elemento eficaz para asegurar la capacidad de temple; no obstante, cuando la cantidad de B es menor que 0.0005%, el efecto no se muestra fácilmente. Por lo tanto, en un caso en el que se asegura una templabilidad más favorable, la cantidad de B es preferiblemente 0.0005% o más. Por otro lado, cuando la cantidad de B excede 0.005%, el efecto alcanza un límite superior y, por lo tanto, el límite superior de la cantidad de B es 0.005% y es preferiblemente 0.002%.

- 25 El Ca y el Mg son elementos desoxidantes y son elementos eficaces para refinar el tamaño de grano de la austenita previa, dado que el Ca y el Mg forman óxidos finos. Por lo tanto, en un caso en el que la austenita previa se refine empleando Ca o Mg, la cantidad de Ca o la cantidad de Mg es preferiblemente 0.005% o más. No obstante, cuando la cantidad de Ca o la cantidad de Mg excede 0.03%, el efecto alcanza un límite superior y, por lo tanto, los límites superiores de la cantidad de Ca y de la cantidad de Mg son 0.03%, son preferiblemente 0.02% y son más preferiblemente 0.015%.

- 30 Las tierras raras, incluido el Ce y similares, son elementos desoxidantes y son elementos eficaces para refinar el tamaño de grano de la austenita previa, dado que las tierras raras forman óxidos finos. Por lo tanto, en un caso en el que la austenita previa se refine empleando tierras raras, la cantidad de tierras raras es preferiblemente 0.005% o más. No obstante, cuando la cantidad de tierras raras excede 0.03%, el efecto alcanza un límite superior y, por lo tanto, el límite superior de la cantidad de tierras raras es 0.03%, es preferiblemente 0.02% y es más preferiblemente 0.015%.

- 40 El V es un elemento que se añade al acero para el refinado de una microestructura desde el punto de vista de asegurar la tenacidad. Es decir, en un caso en el que se calienta una chapa de acero hasta el punto AC₃ o superior, el V forma carburos finos, de modo que suprime la recristalización y el crecimiento del grano y refina así los granos de austenita y, por lo tanto, se obtiene un efecto de mejorar la tenacidad. Cuando la cantidad de V es menor que 0.005% no se puede obtener el efecto y, por lo tanto, en un caso en el que se asegura una tenacidad más favorable, la cantidad de V es preferiblemente 0.005% o más, es más preferiblemente 0.010% o más y es lo más preferiblemente 0.030% o más. Por otro lado, cuando la cantidad de V excede 0.1%, el efecto alcanza un límite superior y los costes aumentan y, por lo tanto, el límite superior de la cantidad de V es 0.1%, es preferiblemente 0.09% y es más preferiblemente 0.08%.

- 45 De manera similar al Ti, al Nb y al V, en un caso en el que se calienta una chapa de acero hasta el punto AC₃ o superior, el Mo también forma carburos finos, de modo que suprime la recristalización y el crecimiento del grano y refina así los granos de austenita y, por lo tanto, se obtiene un efecto de mejorar la tenacidad. Por lo tanto, en un caso en el que se asegura una tenacidad más favorable, el límite inferior de la cantidad de Mo es preferiblemente 0.05%, es más preferiblemente 0.08% y es lo más preferiblemente 0.10%. Por otro lado, cuando la cantidad de Mo excede 0.5%, el efecto alcanza un límite superior y los costes aumentan y, por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Mo es 0.5% y preferiblemente 0.45%.

- 50 El W se añade al acero en un caso en que la martensita se forma de manera más estable en un proceso de estampación en caliente. Cuando la cantidad de W es menos que 0.1% el efecto no es suficiente y, por lo tanto, el límite inferior de la cantidad de W es preferiblemente 0.1% en un caso en que el efecto se

obtiene de manera suficiente. Cuando la cantidad de W excede 1% el efecto alcanza un límite superior y, por lo tanto, el límite superior de la cantidad de W es 1%.

5 Mientras tanto, por ejemplo, en un caso en el que se emplean chatarras en un proceso de fabricación de acero, hay un caso en el que elementos, tales como Cu, Sn y Ni, están incluidos en el acero. Incluso en este caso, los efectos de acuerdo a la realización no se ven directamente afectados. No obstante, cuando los elementos están excesivamente incluidos en el acero, se produce agrietamiento durante la laminación en caliente. Por lo tanto, el límite superior de la cantidad de Cu es 0.5%, es preferiblemente 0.3% y es más preferiblemente 0.2%. De modo similar, el límite superior de la cantidad de Sn es 0.1%, es preferiblemente 0.05% y es más preferiblemente 0.02%. Además, el límite superior de la cantidad de Ni es 10 0.5%, es preferiblemente 0.3% y es más preferiblemente 0.1%. Mientras tanto, los límites inferiores de los elementos no están particularmente limitados, los límites inferiores de la cantidad de Cu, de la cantidad de Sn y de la cantidad de Ni son preferiblemente 0.01%, 0.005% y 0.01% respectivamente, teniendo en cuenta los costes de refinado en un caso en el que los elementos están inevitablemente mezclados en el acero.

15 Como se ha descrito antes, el acero estampado en caliente de la realización y la chapa de acero empleada para el acero estampado en caliente tienen una composición química que consiste en los elementos básicos anteriores y el resto de Fe e impurezas inevitables, o una composición química que consiste en los elementos básicos, uno o más de los elementos opcionales anteriores y el resto de Fe e impurezas inevitables.

20 Aún más, como se ha descrito antes, el acero estampado en caliente de acuerdo a la realización incluye el 98% o más de martensita en términos de porcentaje de superficie. Parte o toda la martensita puede ser martensita revenida. Mientras tanto, la microestructura del resto de la martensita no está particularmente limitada y puede ser al menos una seleccionada entre bainita y austenita residual. Mientras tanto, el límite superior de la cantidad de martensita puede ser 100%.

25 Adicionalmente, en la realización, la proporción dimensional (proporción del tamaño de los granos de austenita previa) de las longitudes de los granos de austenita previa en la dirección de laminación con respecto a la longitud de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa es 1.3 o más y el tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa es 6 μm o menos en términos de diámetro de circunferencia equivalente. El límite inferior del tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa no está particularmente limitado y puede ser 3.0 μm , teniendo en cuenta la resolución de la medición. Aquí, cuando la proporción del tamaño de grano de austenita previa de los granos de austenita previa estampados en caliente excede de 2.5, la anisotropía de la chapa de acero resulta 30 excesivamente grande y así hay una preocupación por el deterioro de la tenacidad. Por lo tanto, la proporción del tamaño de los granos de austenita previa necesita ser 2.5 o menor. En un caso en el que sea necesario suprimir más la anisotropía de la chapa de acero, la proporción del tamaño de los granos de austenita previa es preferiblemente 2.0 o menor.

35 Mientras tanto, se miden la cantidad de la martensita, el tamaño de los granos de austenita previa y la proporción del tamaño de los granos de austenita previa observando la microestructura de una sección transversal de una probeta empleando un microscopio óptico.

40 Además, el acero estampado en caliente de la realización y la chapa de acero empleada para el acero estampado en caliente tienen una resistencia mecánica a la tracción de 1470 MPa o más, como se ha descrito anteriormente. Además, el límite superior de la resistencia mecánica a la tracción no está particularmente limitado; no obstante, por ejemplo, la resistencia mecánica es preferiblemente 2450 MPa o menos. Mientras tanto, la dimensión (tamaño) no está particularmente limitada y puede ser adecuadamente seleccionada de acuerdo al uso.

45 En adelante en la presente memoria, se describirá un método de producción de chapa de acero para estampación en caliente de acuerdo a una realización de la presente invención.

50 En la realización, se emplea acero que tiene una composición química que consiste de los elementos básicos anteriores, aún más, los elementos opcionales anteriores de acuerdo a lo necesario, y el resto de Fe e impurezas inevitables. El acero es colado continuamente para fabricar un planchón plano y el planchón plano se calienta hasta un intervalo de temperatura de 1250° C o menor (primer proceso). El planchón plano se lamina en caliente, durante lo cual se realiza una laminación de acabado en un intervalo de temperatura de 800° C a 900° C (temperatura de acabado), de modo que la reducción total de 3 pasadas, desde la laminación en una antepenúltima caja hasta la laminación en una última caja, llega a ser del 60% o más (segundo proceso). El enfriamiento empieza menos de 1 segundo después de acabar la laminación en caliente (laminación de acabado) para una chapa de acero obtenida mediante la laminación en caliente (tercer proceso). Aún más, se realiza bobinado sobre la chapa de acero a una temperatura de 600° C o menor, para fabricar una chapa de acero laminado en caliente (cuarto proceso).

Aquí, el método de colada continua no está particularmente limitado y puede ser un método de colada continua ordinario o un método de colada de planchones planos delgados, en el que el espesor de un planchón es 100 mm o menos. Los efectos de la realización no cambian debido al tipo de método de colada continua.

5

En la realización, las condiciones de laminación en caliente son extremadamente importantes, particularmente para la tenacidad después de la estampación en caliente. Es decir, para controlar que la proporción dimensional de las longitudes de los granos de austenita previa en la dirección de laminación con respecto a las longitudes de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa (proporción del tamaño de los granos de la austenita previa) después de la estampación en caliente sea de 1.3 o más y controlar que el tamaño de los granos de austenita previa sea 6 μm o menos, la temperatura de calentamiento durante la laminación en caliente es preferiblemente menor. Para ello, se controla que la temperatura de calentamiento sea 1270° C o menor y preferiblemente que sea 1250° C o menor. Mientras tanto, cuando la temperatura de calentamiento es demasiado baja, la resistencia a la deformación resulta extremadamente grande durante la laminación en caliente y, por lo tanto, se degradan las propiedades de laminación. Por lo tanto, el límite inferior de la temperatura de calentamiento es preferiblemente 1050° C. Además, la temperatura de acabado es también preferentemente tan baja como sea posible, pero se asegura una temperatura de acabado de 800° C o superior y preferiblemente 850° C o superior, teniendo en cuenta las propiedades de laminación. Por otro lado, cuando la temperatura de acabado excede los 900° C, la proporción del tamaño de los granos de austenita previa resulta menor que 1.3 y se deteriora la tenacidad y, por lo tanto, el límite superior de la temperatura de acabado es 900° C. En este momento, se controla que la reducción total desde la antepenúltima caja hasta la última caja (la cantidad total de la reducción en la antepenúltima caja, la reducción en la penúltima caja y la reducción en la última caja) sea del 60% o más y preferiblemente que sea del 70% o más. Mientras tanto, el límite superior de la reducción total desde la antepenúltima caja hasta la última caja no está particularmente limitado y puede ser del 95% teniendo en cuenta el espesor de la chapa de una chapa de acero laminado en caliente. Aún más, el enfriamiento comienza rápidamente después de acabar la laminación de acabado y, concretamente, el enfriamiento empieza menos de 1 segundo después de acabar la laminación de acabado y preferiblemente menos de 0.5 segundos después de acabar la laminación de acabado. Mientras tanto, la velocidad de enfriamiento desde el inicio del enfriamiento después de la laminación en caliente hasta el bobinado puede ser de 200° C o menos o más de 200° C. Después de eso, se realiza el bobinado en un intervalo de temperatura de 600° C o menos, de modo que la proporción del tamaño de los granos de austenita previa pueda controlarse para que sea 1.3 o más y el tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa pueda controlarse para que sea 6 μm o menos después de la estampación en caliente. Cuando la temperatura de bobinado excede 600° C, la reducción total (3 pasadas) es menor del 60% o el tiempo de inicio del enfriamiento después de la laminación de acabado excede de 1 segundo, no es posible controlar que la proporción del tamaño de los granos de austenita previa sea 1.3 o más ni controlar que el tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa sea 6 μm o menos después de la estampación en caliente. Mientras tanto, cuando se realiza el bobinado a una temperatura de menos de 400° C, la resistencia mecánica de la chapa de acero laminado en caliente se hace demasiado grande y, por lo tanto, el límite inferior de la temperatura de bobinado es preferiblemente 400° C. Particularmente, para obtener una microestructura que incluya ferrita y perlita, la temperatura de bobinado es preferiblemente 500° C o mayor. Por otro lado, en un caso en que el bobinado se realiza a una temperatura de menos de 400° C, puede realizarse un tratamiento de recalentamiento con el propósito de reblandecimiento después del bobinado. Mientras tanto, la temperatura final de enfriamiento del enfriamiento que empieza menos de 1 segundo después de acabar la laminación de acabado no está particularmente limitada, siempre que la austenita esté suficientemente transformada en ferrita y cementita y, por ejemplo, en un caso en el que se controla el enfriamiento en una única etapa, la temperatura final de enfriamiento sea 400° C o mayor. Además, el límite inferior del tiempo de inicio del enfriamiento después de la laminación de acabado no está particularmente limitado y puede ser 0.01 segundos, en vista de la capacidad de una instalación de enfriamiento.

35

40

45

50

Aún más, se pueden realizar procesos, como laminación en frío, recocido continuo y una variedad de revestimiento o metalización, sobre la chapa de acero laminado en caliente obtenida, según sea necesario. Por ejemplo, puede realizarse laminación en frío sobre la chapa de acero laminado en caliente para fabricar una chapa de acero laminado en frío. También puede realizarse recocido continuo sobre la chapa de acero laminado en frío según sea necesario. Además, puede realizarse una variedad de revestimiento o metalización (por ejemplo, revestimiento de metal fundido) sobre la chapa de acero laminado en caliente y sobre la chapa de acero laminado en frío (incluida la chapa de acero laminado en frío que ha experimentado el recocido continuo) para fabricar chapas de acero revestido.

Aquí, las condiciones de laminación en frío, las condiciones de recocido continuo y las condiciones de revestimiento no están particularmente limitadas y puede realizarse laminación en frío, recocido continuo y revestimiento en un intervalo ordinario. Es decir, la laminación en frío se realiza en un intervalo de reducción de laminación en frío realizada de manera ordinaria y, concretamente, la laminación en frío

5 puede realizarse con una reducción del 40 al 80%. El revestimiento se realiza inmediatamente después de la laminación en caliente, inmediatamente después de la laminación en frío o después del recocido de recristalización, pero las condiciones de calentamiento o las condiciones de enfriamiento no están particularmente limitadas. Aún más, se emplean Zn o Al de forma ordinaria como un metal de revestimiento, pero si el Zn de revestimiento está aleado, o no, no está limitado. Además, para revestimiento con Al, el revestimiento puede incluir Si y los efectos de la realización no son influidos.

10 Se puede realizar una pasada de endurecimiento superficial sobre la chapa de acero laminado en caliente, sobre la chapa de acero laminado en frío y sobre la chapa de acero revestido. La pasada de endurecimiento superficial no está particularmente limitada y la pasada de endurecimiento superficial puede realizarse en un momento adecuado de acuerdo a lo necesario para ajustar la forma de manera adecuada.

En adelante en la presente memoria, se describirá un método de producción de acero estampado en caliente de acuerdo a la realización de la presente invención.

15 En la realización, se realiza estampación en caliente sobre la chapa de acero laminado en caliente, sobre la chapa de acero laminado en frío y sobre la chapa de acero revestido que se fabrican bajo las condiciones de la realización, bajo condiciones en las que las chapas de acero se calientan hasta un intervalo de temperatura desde el punto AC_3 , hasta $900^\circ C$, a una velocidad de calentamiento de $3^\circ C$ o más, y luego son enfriadas a una velocidad de enfriamiento de $150^\circ C$ o más, en un intervalo de temperatura desde $300^\circ C$ hasta un punto Ar_3 , de modo que se producen aceros estampados en caliente.

20 En relación a las condiciones del tratamiento térmico, cuando se realiza la estampación en caliente sobre las chapas de acero laminado en caliente, sobre la chapa de acero laminado en frío y sobre la chapa de acero revestido, en un caso en el que la velocidad de calentamiento es menor que $3^\circ C$ o en el que las chapas de acero se calientan a más de $900^\circ C$, no se puede obtener el tamaño de los granos de austenita previa de $6 \mu m$ o menos y la relación dimensional de las longitudes de los granos de austenita previa en la dirección de laminación con respecto a la longitud de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa se hace menor de 1.3 después de la estampación en caliente. Además, dado que el tiempo de mantenimiento térmico es preferiblemente más corto desde el punto de vista de la supresión del crecimiento de grano, el tiempo de mantenimiento térmico se fija en 180 segundos o menos. Además, cuando la velocidad de enfriamiento es menor que $150^\circ C$ durante el enfriamiento en el intervalo de temperatura desde $300^\circ C$ hasta el punto Ar_3 , la resistencia mecánica en una parte tiende a cambiar y hay una preocupación de que la tenacidad pueda deteriorarse debido a la precipitación de carburos gruesos.

25 Por lo tanto, se controla que la velocidad de enfriamiento en el intervalo de temperatura desde $300^\circ C$ hasta el punto Ar_3 sea $150^\circ C$ o mayor. Mientras tanto, el límite superior de la velocidad de enfriamiento en el intervalo de temperatura no está particularmente limitado y puede ser $500^\circ C$, teniendo en cuenta el hecho de que el control del efecto de transformación alcanza el límite superior. Por otro lado, cuando la temperatura de calentamiento llega a ser menor que el punto AC_3 , algunas zonas no se transforman en austenita y, por lo tanto, no se forma martensita en las zonas y no se puede obtener una resistencia mecánica suficiente. Aún más, los efectos de la realización no son influidos ni siquiera cuando se precipita cementita debido al autorrevenido durante el enfriamiento o después del enfriamiento en la estampación en caliente. Mientras tanto, para controlar de manera más fiable la morfología de los granos de austenita previa, la velocidad de calentamiento es preferiblemente $5^\circ C$ o mayor. El límite superior de la velocidad de calentamiento no está particularmente limitado y puede ser $100^\circ C$, teniendo en cuenta la capacidad de una instalación de calentamiento. Además, en un caso en el que el punto AC_3 exceda $870^\circ C$, la temperatura de calentamiento es preferiblemente $870^\circ C$ o menor.

30 Por lo tanto, se controla que la velocidad de enfriamiento en el intervalo de temperatura desde $300^\circ C$ hasta el punto Ar_3 sea $150^\circ C$ o mayor. Mientras tanto, el límite superior de la velocidad de enfriamiento en el intervalo de temperatura no está particularmente limitado y puede ser $500^\circ C$, teniendo en cuenta el hecho de que el control del efecto de transformación alcanza el límite superior. Por otro lado, cuando la temperatura de calentamiento llega a ser menor que el punto AC_3 , algunas zonas no se transforman en austenita y, por lo tanto, no se forma martensita en las zonas y no se puede obtener una resistencia mecánica suficiente. Aún más, los efectos de la realización no son influidos ni siquiera cuando se precipita cementita debido al autorrevenido durante el enfriamiento o después del enfriamiento en la estampación en caliente. Mientras tanto, para controlar de manera más fiable la morfología de los granos de austenita previa, la velocidad de calentamiento es preferiblemente $5^\circ C$ o mayor. El límite superior de la velocidad de calentamiento no está particularmente limitado y puede ser $100^\circ C$, teniendo en cuenta la capacidad de una instalación de calentamiento. Además, en un caso en el que el punto AC_3 exceda $870^\circ C$, la temperatura de calentamiento es preferiblemente $870^\circ C$ o menor.

35 Por lo tanto, se controla que la velocidad de enfriamiento en el intervalo de temperatura desde $300^\circ C$ hasta el punto Ar_3 sea $150^\circ C$ o mayor. Mientras tanto, el límite superior de la velocidad de enfriamiento en el intervalo de temperatura no está particularmente limitado y puede ser $500^\circ C$, teniendo en cuenta el hecho de que el control del efecto de transformación alcanza el límite superior. Por otro lado, cuando la temperatura de calentamiento llega a ser menor que el punto AC_3 , algunas zonas no se transforman en austenita y, por lo tanto, no se forma martensita en las zonas y no se puede obtener una resistencia mecánica suficiente. Aún más, los efectos de la realización no son influidos ni siquiera cuando se precipita cementita debido al autorrevenido durante el enfriamiento o después del enfriamiento en la estampación en caliente. Mientras tanto, para controlar de manera más fiable la morfología de los granos de austenita previa, la velocidad de calentamiento es preferiblemente $5^\circ C$ o mayor. El límite superior de la velocidad de calentamiento no está particularmente limitado y puede ser $100^\circ C$, teniendo en cuenta la capacidad de una instalación de calentamiento. Además, en un caso en el que el punto AC_3 exceda $870^\circ C$, la temperatura de calentamiento es preferiblemente $870^\circ C$ o menor.

40 temperatura de calentamiento es preferiblemente $870^\circ C$ o menor.

[Ejemplos]

[Ejemplo 1]

45 Se suministraron aceros que tenían los componentes químicos mostrados en la Tabla 2 (aceros A a Y) desde un convertidor, se colaron en planchones y se laminaron en caliente bajo condiciones de laminación en caliente predeterminadas (temperatura de calentamiento: $1220^\circ C$, temperatura de acabado: $870^\circ C$, reducción total aplicada desde la antepenúltima caja hasta la última caja: 65%, tiempo desde el final de la laminación de acabado hasta el inicio del enfriamiento: 0.5 segundos, temperatura de bobinado: $600^\circ C$), fabricando de ese modo chapas de acero laminado en caliente de 3 mm de espesor. Para los aceros A a L y aceros U a Y, los tamaños de los granos de austenita previa en la chapa de acero laminado en caliente eran $6 \mu m$ o menos y las relaciones dimensionales de las longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de laminación con respecto a la longitud de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa eran 1.3 o más. Después de que las chapas de acero laminado en caliente fueran laminadas en frío para obtener chapas de acero laminado en frío de 1.4 mm de espesor, se realizó recocido continuo bajo las condiciones mostradas en la Tabla 3 y se realizó un revestimiento después del recocido, según fuese necesario. El revestimiento en este momento es galvanización (GI, sin aleación), recocido después de galvanización (GA, con una aleación) o aluminizado

50 Para los aceros A a L y aceros U a Y, los tamaños de los granos de austenita previa en la chapa de acero laminado en caliente eran $6 \mu m$ o menos y las relaciones dimensionales de las longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de laminación con respecto a la longitud de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa eran 1.3 o más. Después de que las chapas de acero laminado en caliente fueran laminadas en frío para obtener chapas de acero laminado en frío de 1.4 mm de espesor, se realizó recocido continuo bajo las condiciones mostradas en la Tabla 3 y se realizó un revestimiento después del recocido, según fuese necesario. El revestimiento en este momento es galvanización (GI, sin aleación), recocido después de galvanización (GA, con una aleación) o aluminizado

(Al), que incluye Al y 10% de Si. Las chapas de acero se calentaron hasta 900° C en un horno de calentamiento en un laboratorio, a una velocidad de calentamiento de 15° C, se mantuvo la temperatura durante 60 segundos, luego, las chapas de acero se introdujeron entre matrices que tenían una entrada de suministro de agua a través de la cual se suministraba agua desde la superficie y una salida de drenaje de agua a través de la cual se descargaba el agua, y fueron enfriadas a temperatura ambiente mediante rociado de agua (enfriamiento a 150° C hasta 500° C), simulando de este modo el historial térmico durante la estampación en caliente. Mientras tanto, como resultado de observar la microestructura de una sección transversal empleando un microscopio óptico, la chapa de acero sometida al historial térmico incluía un 98% o más de martensita en términos de porcentaje de área. Aún más, para evaluar la resistencia mecánica después del tratamiento térmico, se prepararon probetas N.º 5 descritas en JIS Z 2201 a partir de las chapas de acero sometidas al historial térmico y se realizaron pruebas de tracción de acuerdo al método de ensayo descrito en JIS Z 2241. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2, del mismo modo. Además, se evaluaron también la resistencia a la fractura retardada y la tenacidad a baja temperatura. Para la resistencia a la fractura retardada se emplearon probetas que tienen una entalla en V, como se muestra en la Figura 10, las probetas se sumergieron en una solución acuosa de 3 g/l de tiocianato de amonio disuelto en una solución salina al 3% a temperatura ambiente durante 24 horas y se determinó la presencia de fractura (sin fractura: A, fractura presente: B). Mientras tanto, para la tenacidad a baja temperatura, se realizaron ensayos de impacto de Charpy a -40° C y se determinó que las chapas de acero (después de ser sometidas al historial térmico) para las que se obtuvieron una energía absorbida de 100 J/cm² a 150 J/cm² y un porcentaje de fractura dúctil de 50% o más, en un caso en el que se hizo la evaluación sobre un espesor convertido de 10 mm, eran "pasada (A)". Los aceros de acuerdo a la presente invención (aceros A a K y aceros U a Y) tenían una resistencia mecánica a la tracción RT de 1470 MPa o más y tenían suficiente resistencia a la fractura retardada y tenacidad a baja temperatura. Mientras tanto, para el acero L, en el que la cantidad de C era menor que 0.20%, la resistencia mecánica a la tracción RT no llegó a alcanzar 1470 MPa. Además, para el acero M, en el que la cantidad de C excedía 0.35%, la resistencia mecánica a la tracción RT fue de 2230 MPa, se degradaron la resistencia a la fractura retardada y la tenacidad a baja temperatura. Aún más, para bs aceros N, O, R, S y T, a los que no se añadió Ti ni Nb, dado que la relación dimensional de las longitudes de los granos de austenita previa en la dirección de laminación con respecto a la longitud de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa no alcanzó 1.3 y que el tamaño de grano promedio era mayor que 6 µm después de la laminación en caliente del historial térmico, la tenacidad era baja. Mientras tanto, para el acero P, en el que la cantidad de Si excedía 0.5%, la resistencia a la fractura retardada no era suficiente y la capacidad de recibir un revestimiento era pobre. Aún más, para el acero Q, en el que la cantidad de O era menor que 0.003%, dado que no se obtuvieron granos de austenita previa que tuviesen un tamaño de grano promedio de 6 µm o menos, la resistencia a la fractura retardada era pobre.

35

40

45

50

Tabla 2

Acero	Componentes químicos (en % en masa)																AC ₃ (°C)	Af ₃ (°C)
	C	Si	Mn	Cr	P	S	t-Al	Ti	Nb	V	Mo	B	Tierras raras	O	N	Otros		
A	0.21	0.14	1.27	0.25	0.006	0.0028	0.029	0.031	0.038	-	-	-	-	0.0037	0.0021	-	813	712
B	0.25	0.28	1.34	0.18	0.008	0.0034	0.038	0.019	0.057	-	0.15	0.0011	0.009	0.0041	0.0022	Cu: 0.09 Ni: 0.04 Sn: 0.013	809	588
C	0.28	0.12	1.37	0.21	0.008	0.0051	0.034	0.008	0.042	-	-	-	0.009	0.0032	0.0015	-	789	682
D	0.28	0.15	1.77	0.23	0.005	0.0032	0.028	0.014	0.071	-	-	-	0.018	0.0048	0.0029	-	776	626
E	0.28	0.18	2.67	0.24	0.007	0.0027	0.031	0.072	0.054	-	-	-	0.016	0.0038	0.0018	Cu: 0.011 Ni: 0.05 Sn: 0.013	777	557
F	0.28	0.15	1.23	0.79	0.011	0.0037	0.041	0.015	0.085	0.07	-	-	-	0.0045	0.0023	Cu: 0.08 Ni: 0.05 Sn: 0.011	802	603
G	0.29	0.12	1.58	0.18	0.013	0.0033	0.028	0.037	0.052	-	0.11	-	-	0.0035	0.0018	Ca:0.008	794	648
H	0.29	0.17	1.32	0.32	0.014	0.0024	0.022	0.045	0.076	-	-	0.0007	0.025	0.0038	0.0022	Mg:0.011	805	568
I	0.30	0.15	1.28	0.87	0.007	0.0093	0.028	0.015	0.015	0.05	0.21	0.0015	0.024	0.0057	0.0024	-	789	556
J	0.32	0.23	1.31	0.56	0.011	0.0035	0.038	0.024	0.037	-	-	-	0.008	0.0035	0.0018	Cu: 0.10 Ni: 0.04 Sn: 0.012	799	659
K	0.35	0.49	1.22	0.19	0.009	0.0021	0.047	0.011	0.007	-	0.42	0.0011	0.011	0.0061	0.0018	W:0.52	805	598
L	0.19	0.35	1.56	0.22	0.007	0.0023	0.029	0.022	0.015	-	-	-	0.009	0.0035	0.0022	-	816	721
M	0.36	0.21	2.11	0.24	0.005	0.0077	0.039	0.027	0.009	-	-	-	0.011	0.0041	0.0015	-	764	624
N	0.31	0.19	1.23	0.87	0.002	0.0051	0.028	0.009	-	0.012	-	-	0.009	0.0038	0.0021	W:0.15	786	667
O	0.34	0.22	1.15	0.26	0.004	0.0029	0.031	0.024	-	-	0.14	-	0.018	0.0048	0.0023	-	796	713
P	0.33	0.67	1.32	0.25	0.011	0.0087	0.026	0.011	0.045	0.091	0.42	0.0009	-	0.0038	0.0018	-	816	565
Q	0.31	0.26	1.33	0.22	0.009	0.0042	0.008	0.075	0.012	0.054	-	-	0.015	0.0013	0.0018	Cu: 0.12 Ni: 0.08 Sn: 0.018	814	690

(Continuada)

Acero	Componentes químicos (en % en masa)														AC ₃ (°C)	A _f (°C)		
	C	Si	Mn	Cr	P	S	t-Al	Ti	Nb	V	Mo	B	Tierras raras	O			N	Otros
R	0.28	0.35	1.28	0.56	0.013	0.0051	0.015	-	0.038	-	-	-	0.008	0.0038	0.0022	-	795	670
S	0.30	0.15	1.11	0.33	0.008	0.0029	0.026	0.072	-	0.072	-	-	-	0.0035	0.0018	Ca:0.013	796	722
T	0.30	0.23	2.21	0.18	0.007	0.0023	0.029	-	-	-	-	0.0011	0.011	0.0038	0.0023	-	767	568
U	0.30	0.25	1.88	0.20	0.003	0.0018	0.026	0.042	0.012	-	-	-	0.009	0.0042	0.0022	Cu: 0.012 Ni: 0.08	791	660
V	0.31	0.14	1.57	0.21	0.004	0.0025	0.033	0.008	0.009	-	-	-	0.018	0.0036	0.0031	Cu: 0.012 Ni: 0.06	782	679
W	0.35	0.13	1.15	0.75	0.007	0.0037	0.017	0.089	0.015	-	-	0.0009	0.015	0.0041	0.0017	Cu: 0.015 Ni: 0.07 Sn: 0.08	813	562
X	0.35	0.35	1.74	0.23	0.003	0.0018	0.028	0.045	0.055	0.062	-	0.0014	0.009	0.0035	0.0014	Cu: 0.09 Ni: 0.07 Sn: 0.011	791	536
Y	0.30	0.23	1.15	0.68	0.003	0.0034	0.037	0.020	0.005	0.035	-	0.0008	0.010	0.0051	0.0021	Cu: 0.09 Ni: 0.04 Sn: 0.011	809	600

Las celdas subrayadas en esta tabla no satisfacen las condiciones de acuerdo a la presente invención.

Tabla 3

Acero	Temperatura de recocido (°C)	Revestimiento	Pasada de endurecimiento superficial (%)	RT antes del tratamiento térmico (MPa)	RT después del enfriamiento (MPa)	E1 (%)	Tamaño de grano de la austenita previa (mm)	Proporción del tamaño de grano de austenita previa (dirección de laminado/dirección de espesor de la chapa)(-)	Capacidad de revestimiento	Resistencia a la fractura retardada	Tenacidad	Porcentaje de fractura dúctil
A	750	Ninguno	0.5	695	1524	11.6	5.7	1.34	-	A	A	100
B	770	Al	0.5	750	1684	10.9	5.9	1.38	A	A	A	100
C	780	Ninguno	1.0	782	1785	11.5	5.8	1.46	-	A	A	90
D	750	Ninguno	1.0	792	1781	12.3	5.7	1.51	-	A	A	90
E	750	Ninguno	1.0	812	1801	11.5	5.9	1.45	-	A	A	100
F	780	Ninguno	1.0	814	1795	11.5	5.5	1.48	-	A	A	90
G	780	Ninguno	1.0	811	1795	11.2	5.3	1.52	-	A	A	95
H	800	Ninguno	1.0	795	1792	11.4	5.7	1.38	-	A	A	85
I	780	Al	0.7	812	1821	11.3	4.5	1.34	A	A	A	100
J	790	Zn (GA)	1.2	832	1922	10.7	5.8	1.32	A	A	A	90
K	780	Zn GI	1.5	887	2014	10.2	4.8	1.38	A	A	A	80
L	780	Al	1.5	742	1458	14.1	5.8	1.37	A	A	A	100
M	750	Ninguno	0.8	912	2470	7.8	5.2	1.41	-	B	B	20
N	780	Al	1.2	825	1878	10.9	10.1	1.02	A	A	B	30
O	790	Ninguno	2.1	869	1995	10.3	11.8	1.11	-	A	B	30
P	780	Zn (GI)	1.5	857	1972	10.4	8.4	1.34	B	B	A	70
Q	800	Zn (GA)	1.1	822	1946	10.5	9.4	1.37	A	B	A	60

(Continuada)

Acero	Temperatura de recocido (°C)	Revestimiento	Pasada de endurecimiento superficial (%)	RT antes del tratamiento térmico (MPa)	RT después del enfriamiento (MPa)	E1 (%)	Tamaño de grano de la austenita previa (mm)	Proporción del tamaño de grano de austenita previa (dirección de laminado/dirección de espesor de la chapa) (-)	Capacidad de revestimiento	Resistencia a la fractura diferida	Tenacidad	Porcentaje de fractura dúctil
R	780	Zn (GI)	0.8	788	1805	11.4	<u>8.9</u>	<u>1.19</u>	A	A	B	40
S	780	AI	1.2	815	1835	11.2	<u>9.7</u>	<u>1.02</u>	A	A	B	35
T	750	Ninguno	1.2	820	1826	11.2	<u>15.4</u>	<u>0.98</u>	A	B	B	20
U	780	AI	1.0	802	1833	11.2	5.7	1.31	A	A	A	75
V	770	Ninguno	0.7	810	1857	11.1	5.7	1.39	A	A	A	80
W	800	Zn (GI)	1.5	894	2101	9.8	5.2	1.31	A	A	A	80
X	780	AI	0.8	905	2191	9.4	5.2	1.34	A	A	A	75
Y	790	AI	1.2	797	1895	10.8	5.7	1.33	A	A	A	85

10

15

Las celdas subrayadas en esta tabla no satisfacen las condiciones de acuerdo a la presente invención.

5

[Ejemplo 2]

Para los aceros I, U e Y en la Tabla 2, se obtuvieron chapas de acero laminado en caliente de 2 mm de espesor, bajo condiciones de laminación en caliente predeterminadas (temperatura de calentamiento: 1250° C, temperatura de acabado: 880° C, reducción total aplicada desde la antepenúltima caja hasta la última caja: 60%, tiempo desde el final de la laminación de acabado hasta el inicio del enfriamiento: 0.8 segundos, temperatura de bobinado: 550° C) y luego se decaparon. Se realizó un tratamiento de calentamiento y enfriamiento en el que las chapas de acero laminado en caliente se calentaron a 880° C en un horno de calentamiento tal como estaban, se mantuvo la temperatura durante 120 segundos, luego, las chapas de acero se introdujeron entre matrices que tenían una entrada de suministro de agua a través de la cual se suministraba agua desde la superficie y una salida de drenaje de agua a través de la cual se descargaba el agua, y fueron enfriadas a temperatura ambiente mediante rociado de agua. Aún más, se realizó el mismo tratamiento de calentamiento y enfriamiento sobre las chapas de acero laminado en caliente sobre las que se había realizado galvanización (GI), recocido después de galvanización (GA) o aluminizado (Al), que incluye Al y 10% de Si, después del decapado. Mientras tanto, se obtuvieron chapas de acero laminado en caliente de 3.2 mm de espesor, bajo condiciones de laminación en caliente predeterminadas (temperatura de calentamiento: 1250° C, temperatura de acabado: 890° C, reducción total aplicada desde la antepenúltima caja hasta la última caja: 70%, tiempo desde el final de la laminación de acabado hasta el inicio del enfriamiento: 0.5 segundos, temperatura de bobinado: 500° C), se decaparon del mismo modo y se laminaron en frío con una reducción del 50%, produciendo de este modo chapas de acero laminado en frío de 1.6 mm de espesor. Las chapas de acero laminado en frío se colocaron en un horno de calentamiento calentado a 900° C en el laboratorio, se mantuvo la temperatura durante 60 segundos y las chapas de acero fueron enfriadas del mismo modo que en el Ejemplo 1. Mientras tanto, como un resultado de observar la microestructura de una sección transversal empleando un microscopio óptico, la chapa de acero sometida al historial térmico incluía el 98% o más de martensita en términos de porcentaje de área. Para las chapas de acero obtenidas, se evaluaron las mismas propiedades del material que en el Ejemplo 1 y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4. Todas las chapas de acero tenían suficiente resistencia a la fractura retardada y tenacidad a baja temperatura.

25

30

35

40

45

50

Tabla 4

Acero	Laminado en frío	Revestimiento	Pasada de endurecimiento superficial (%)	RT antes del tratamiento térmico (MPa)	RT después del enfriamiento (MPa)	E1 (%)	Tamaño de grano de la austenita previa (mm)	Proporción del tamaño de grano de austenita previa (dirección de laminado/dirección de espesor de la chapa) (-)	Resistencia a la fractura retardada	Tenacidad
I	No	Ninguno	1.0	795	1845	11.1	5.8	1.42	A	A
	No	GI	1.2	808	1851	11.1	5.4	1.46	A	A
	No	GA	1.5	818	1848	11.1	5.3	1.42	A	A
	No	AI	0.8	821	1838	11.2	5.4	1.44	A	A
	Sí	Ninguno	1.0	812	1847	13.1	5.6	1.42	A	A
	Sí	GI	1.2	822	1852	12.5	5.3	1.45	A	A
	Sí	GA	1.5	830	1851	12.4	5.2	1.43	A	A
	Sí	AI	0.8	835	1842	12.8	5.7	1.41	A	A
	No	Ninguno	1.0	812	1849	11.1	5.8	1.32	A	A
	No	GI	1.2	821	1852	11.1	5.5	1.33	A	A
U	No	GA	1.5	829	1855	11.1	5.4	1.34	A	A
	No	AI	0.8	835	1841	11.2	5.8	1.32	A	A
	Sí	Ninguno	1.0	828	1844	12.8	5.2	1.31	A	A
	Sí	GI	1.2	834	1848	12.5	5.6	1.32	A	A
	Sí	GA	1.5	839	1854	12.4	5.7	1.33	A	A
	Sí	AI	0.8	842	1852	12.9	5.6	1.32	A	A
	No	Ninguno	1.0	829	1849	11.8	5.6	1.37	A	A
	No	GI	1.2	835	1857	11.5	5.7	1.39	A	A
	No	GA	1.5	842	1848	11.2	5.4	1.38	A	A
	No	AI	0.8	851	1849	11.2	5.6	1.37	A	A
Y	Sí	Ninguno	1.0	836	1852	13.5	5.7	1.38	A	A
	Sí	GI	1.2	842	1849	13.7	5.6	1.39	A	A
	Sí	GA	1.5	848	1856	13.6	5.7	1.37	A	A
	Sí	AI	0.8	852	1856	13.7	5.8	1.38	A	A

[Ejemplo 3]

El acero I en la Tabla 2 se sometió a laminación en caliente bajo las condiciones de laminación en caliente mostradas en la Tabla 5 y, posteriormente, a laminación en frío con una reducción del 50%. La chapa de acero se calentó a 850° C a la velocidad de calentamiento mostrada en la Tabla 5, luego se introdujo entre matrices que tenían una entrada de suministro de agua a través de la cual se suministraba agua desde la superficie y una salida de drenaje de agua a través de la cual se descargaba el agua y fue enfriada a temperatura ambiente mediante rociado de agua. Mientras tanto, como un resultado de observar la microestructura de una sección transversal empleando un microscopio óptico, la chapa de acero sometida a la historia térmica incluía el 98% o más de martensita en términos de porcentaje de área. Para las chapas de acero obtenidas, se evaluaron las mismas propiedades del material que en el Ejemplo 1 y los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5. Para la tenacidad, se realizaron ensayos de impacto de Charpy a -120° C y se determinó que las chapas de acero (después de ser sometidas al historial térmico) para las que se obtuvo una energía absorbida de 85 J/cm² o más, en un caso en el que se hizo la evaluación sobre un espesor convertido de 10 mm, eran "pasada (A)". Además, se comprobó el agrietamiento de las porciones de extremo de la chapa de acero laminado en frío después de la laminación en frío y un caso en el que no se confirmaba agrietamiento se evaluó que era "A" y un caso en el que se confirmaba agrietamiento se evaluó que era "B". Para los Números 1 a 5 de acuerdo a la presente invención, se pudieron obtener una resistencia mecánica a la tracción RT de un nivel de 1770 MPa y una resistencia a la fractura retardada y una tenacidad suficientes. Mientras tanto, para el Número 6, en el que la temperatura de calentamiento fue mayor que 1250° C, para el Número 7, en el que la reducción total desde la antepenúltima caja hasta la última caja fue menor que 60% y para el Número 10, en el que la velocidad de calentamiento fue menor que 3° C cuando se realizó la estampación en caliente, dado que la relación dimensional de las longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de laminación con respecto a las longitudes de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa, después de la estampación en caliente del historial térmico era menor que 1.3, la tenacidad era pobre. Mientras tanto, para el Número 8, en el que la temperatura de acabado fue menor que 800° C (una temperatura próxima al punto Ar₃) en la laminación en caliente, dado que la relación dimensional de las longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de laminación con respecto a las longitudes de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa excedía 2.5, la tenacidad no era suficiente. Además, para el Número 9, en el que la temperatura de bobinado (temperatura al acabar el enfriamiento) fue 400° C y no se realizó un tratamiento de recalentamiento, dado que la resistencia mecánica de la chapa de acero laminado en caliente era demasiado alta, las propiedades de laminación en frío eran pobres. No obstante, la chapa de acero laminado en frío Número 9 tenía resistencia a la fractura retardada y tenacidad suficientes. Aún más, de forma separada de los ejemplos, incluso en un caso en el que el tamaño de los granos de austenita previa excedía 6 μm, que era, por ejemplo, 15 μm, en una chapa de acero laminado en caliente, hubo un caso en el que el tamaño de los granos de austenita previa llegó a ser 6 μm o menor en una chapa de acero estampado en caliente (acero). No obstante, en este caso, era difícil asegurar una relación dimensional de la longitud de los granos de austenita previa en una dirección de laminación con respecto a la longitud de los granos de austenita previa en la dirección del espesor de la chapa de 1.3 o más, a través de la transformación de austenita (transformación de nuevo en austenita) durante el calentamiento en la estampación en caliente y no fue posible satisfacer el valor de tenacidad en un acero estampado en caliente.

40

45

50

Tabla 5

N.º	Temperatura de calentamiento (°C)	Reducción total (%) ¹⁾	Temperatura de acabado (°C)	Tiempo de inicio de enfriamiento (s)	Temperatura de enfriamiento (°C)	Velocidad de calentamiento durante la estampación en caliente (°C/s)	RT antes del tratamiento térmico (MPa)	RT después del enfriamiento (MPa)	E1 (%)	Tamaño de grano de austenita previa (µm)	Proporción de tamaño de grano de austenita previa (dirección de laminado/dirección de espesor de la chapa) (-)	Propiedades de laminado en frío	Resistencia a la fractura obtenida	Tenacidad
1	1200	60	880	0.5	600	5	752	1775	12.6	5.7	1.34	A	A	A
2	1250	65	900	0.8	500	10	785	1791	12.7	5.8	1.41	A	A	A
3	1250	70	850	1.0	550	10	771	1786	11.9	5.8	1.44	A	A	A
4	1250	70	870	0.1	580	50	783	1825	12.8	5.7	1.53	A	A	A
5	1270	60	900	0.5	550	100	791	1808	11.2	5.5	1.63	A	A	A
6	<u>1300</u>	60	900	0.1	600	10	789	1792	12.8	<u>7.2</u>	<u>1.09</u>	A	A	B
7	1200	<u>50</u>	880	0.5	<u>650</u>	50	775	1780	12.1	<u>6.8</u>	<u>1.23</u>	A	A	B
8	1230	60	<u>570</u>	0.5	600	10	784	1795	9.8	5.8	3.11	A	A	B
9	1250	70	900	0.3	400	5	923	1785	10.9	5.5	1.37	B	A	A
10	1250	60	890	0.5	580	<u>1</u>	781	1787	12.2	5.8	<u>0.98</u>	A	A	B

1) Reducción total desde la antepenúltima caja a la última caja
 2) Resquebrajamiento de las porciones de extremo después de la laminación en frío
 Las celdas subrayadas en esta tabla no satisfacen las condiciones de acuerdo a la presente invención.

Aplicabilidad industrial

De acuerdo a la presente invención, es posible proporcionar un acero estampado en caliente que tenga una resistencia mecánica de 1470 MPa o más y ductilidad en una parte, para producir una chapa de acero de resistencia mecánica ultra alta para estampación en caliente, la cual es excelente en términos de equilibrio entre resistencia mecánica y tenacidad después de la estampación en caliente, y para producir un acero estampado en caliente que tiene las anteriores características mediante el control de las condiciones de calentamiento y posteriores condiciones de enfriamiento cuando se realiza la estampación en caliente.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

REIVINDICACIONES

1. Un acero estampado en caliente que comprende, en % en masa:

- 5 C: 0.20 a 0.35%;
 Si: 0.1 a 0.5%;
 un total de al menos uno, seleccionado entre Mn y Cr: 1 a 3%;
 Al: 0.005 a 0.06%;
 Ti: 0.002 a 0.1%;
 Nb: 0.002 a 0.1%;
 10 O: 0.003 a 0.007%; comprendiendo además, opcionalmente, en % en masa, uno o más de:

- B: 0.005% o menos;
 V: 0.1% o menos;
 Mo: 0.5% o menos;
 Ca: 0.03% o menos;
 15 Mg: 0.03% o menos;
 Tierras raras: 0.03% o menos;
 Cu: 0.5% o menos;
 Sn: 0.1% o menos;
 Ni: 0.5% o menos; y
 W: 1% o menos; y

- 20 un resto de hierro e impurezas inevitables, en donde una cantidad de P está limitada a 0.015% o menos;
 una cantidad de S está limitada a 0.01% o menos;
 una cantidad de N está limitada a 0.004% o menos;
 una relación dimensional de longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de laminación con respecto a las longitudes de los granos de austenita previa en una dirección de espesor de la chapa es 1.3 a 2.5,
 25 un tamaño de grano promedio de los granos de austenita previa es 6 µm o menos,
 una microestructura incluye el 98% o más de martensita y una resistencia mecánica a la tracción es 1470 MPa o más.

2. El acero estampado en caliente de acuerdo a la reivindicación 1, comprendiendo, además, una capa de revestimiento formada por solidificación de metal fundido sobre una superficie.

3. Un método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, comprendiendo el método:

- un primer proceso en el que se calienta un planchón hasta un intervalo de temperatura de 1270° C o menor;
 35 un segundo proceso en el que se realiza una laminación de acabado en un intervalo de temperatura de 800° C a 900° C, de modo que una reducción total desde una antepenúltima caja hasta una última caja llega a ser del 60% o más;
 un tercer proceso en el que un enfriamiento empieza menos de 1 segundo después de un final del segundo proceso; y
 un cuarto proceso en el que se realiza un bobinado a una temperatura de 600° C o menor,
 40 comprendiendo el planchón, en % en masa:
 C: 0.20 a 0.35%;
 Si: 0.1 a 0.5%;
 un total de al menos uno, seleccionado entre Mn y Cr: 1 a 3%;
 Al: 0.005 a 0.06%;
 Ti: 0.002 a 0.1%;
 45 Nb: 0.002 a 0.1%;
 O: 0.003 a 0.007%; en donde el planchón plano además incluye, opcionalmente, en % en masa, uno o más de
 B: 0.005% o menos;
 V: 0.1% o menos;
 Mo: 0.5% o menos;
 Ca: 0.03% o menos;
 50 Mg: 0.03% o menos;
 Tierras raras: 0.03% o menos;
 Cu: 0.5% o menos;
 Sn: 0.1% o menos;
 Ni: 0.5% o menos; y
 W: 1% o menos; y

un resto de hierro e impurezas inevitables, en donde
 P está limitado a 0.015% o menos;
 S está limitado a 0.01% o menos; y
 N está limitado a 0.004% o menos.

- 5 4. El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a la reivindicación 3, comprendiendo además, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realiza una laminación en frío.
- 10 5. El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a las reivindicaciones 3 a 4, comprendiendo además, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realizan una laminación en frío y un recocido continuo.
6. El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a las reivindicaciones 3 a 4, comprendiendo además, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realiza un revestimiento de metal fundido.
- 15 7. El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a las reivindicaciones 3 a 4, comprendiendo además, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realiza una laminación en frío y se realiza un revestimiento de metal fundido.
- 20 8. El método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a las reivindicaciones 3 a 4, comprendiendo además, después del cuarto proceso, un proceso en el que se realizan una laminación en frío y un recocido continuo y se realiza un revestimiento de metal fundido.
- 25 9. Un método de producción de una chapa de acero estampado en caliente, comprendiendo el método, la estampación en caliente de una chapa de acero obtenida empleando el método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente, de acuerdo a la reivindicación 3, bajo una condición en la que la chapa de acero se calienta hasta un intervalo de temperatura desde un punto AC_3 , hasta $900^\circ C$, a una velocidad de calentamiento de $3^\circ C$ ó más, y luego la chapa de acero es enfriada a una velocidad de enfriamiento de $150^\circ C$ o más, en un intervalo de temperatura desde $300^\circ C$ hasta un punto Ar_3 .
- 30 10. Un método de producción de una chapa de acero estampado en caliente, comprendiendo el método, la estampación en caliente de una chapa de acero obtenida empleando el método de producción de una chapa de acero para un acero estampado en caliente de acuerdo a la reivindicación 4, bajo una condición en la cual la chapa de acero se calienta hasta un intervalo de temperatura desde un punto AC_3 , hasta $900^\circ C$, a una velocidad de calentamiento de $3^\circ C$ o más, y luego la chapa de acero es enfriada a una velocidad de enfriamiento de $150^\circ C$ o más, en un intervalo de temperatura desde $300^\circ C$ hasta un punto Ar_3 .

35

40

45

50

FIG. 1

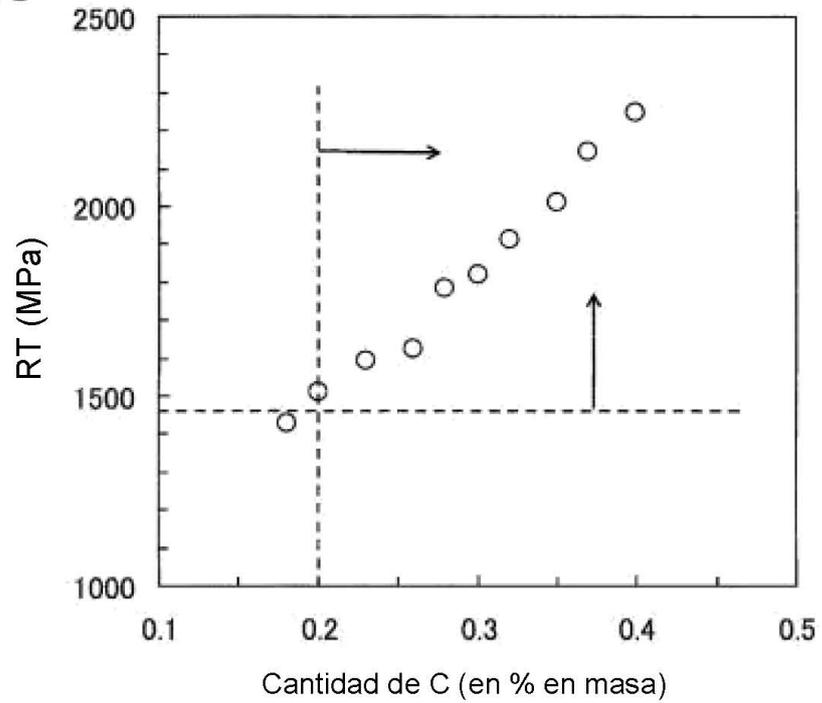


FIG. 2

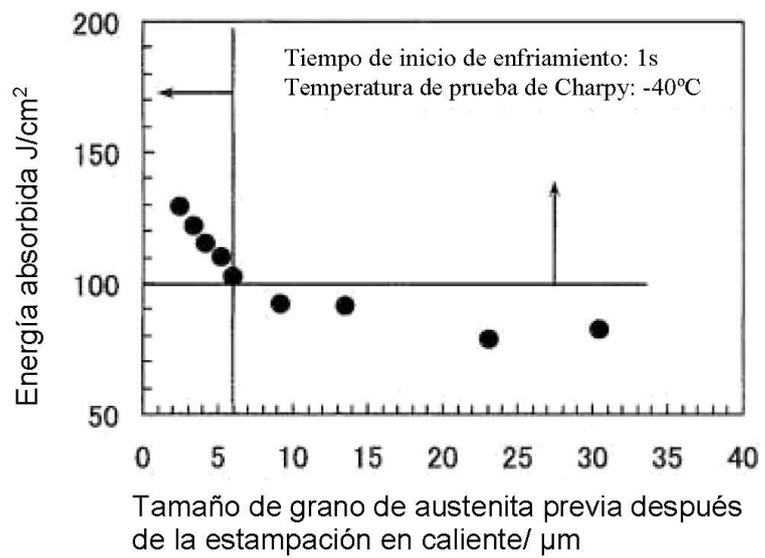
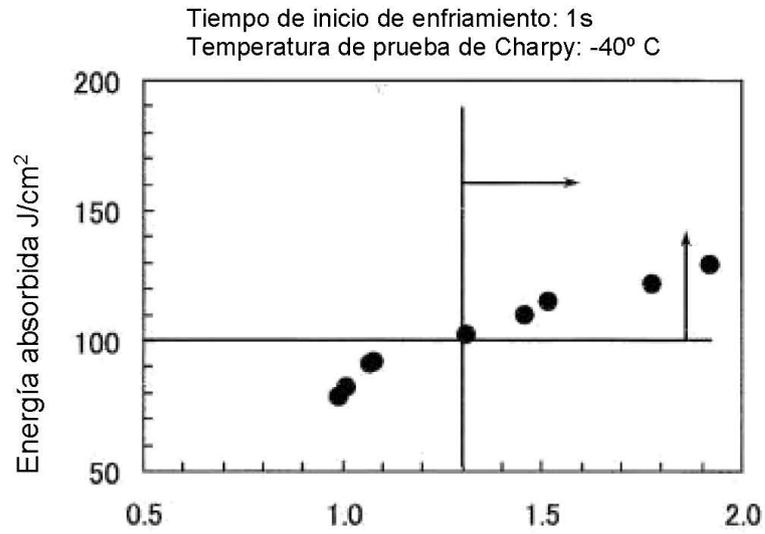


FIG. 3



Proporción de tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente (dirección de laminado/dirección del espesor de la chapa) /-

FIG. 4

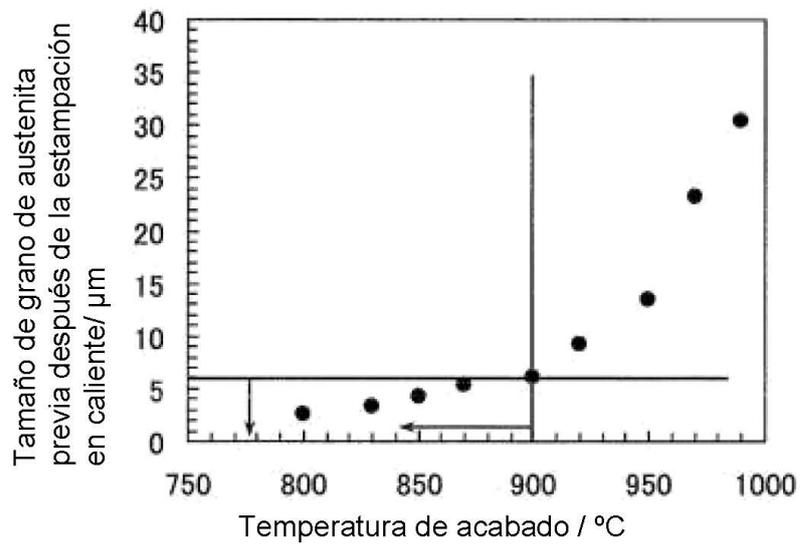


FIG. 5

Proporción de tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente (dirección de laminado/dirección del espesor de la chapa)/-

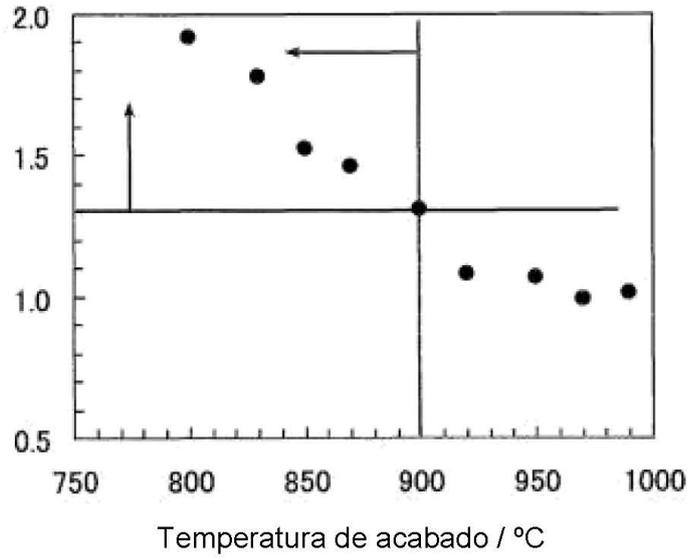


FIG. 6

Tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente/ μm

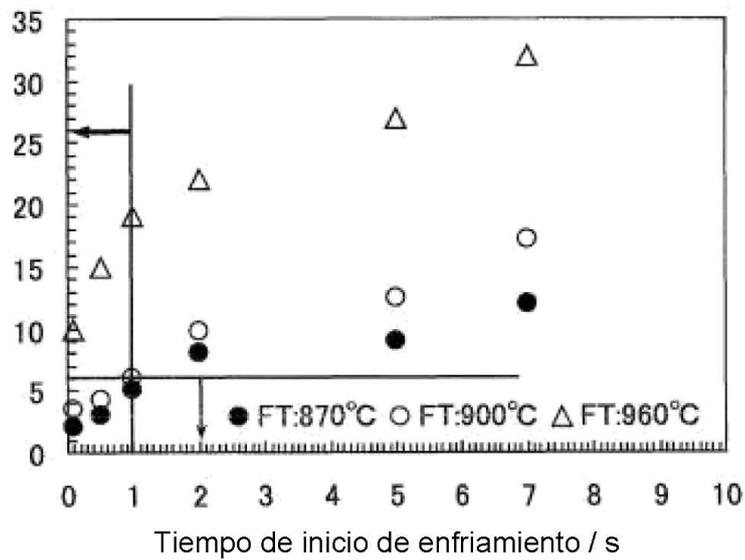


FIG. 7

Proporción de tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente (dirección de laminado/dirección del espesor de la chapa) / -

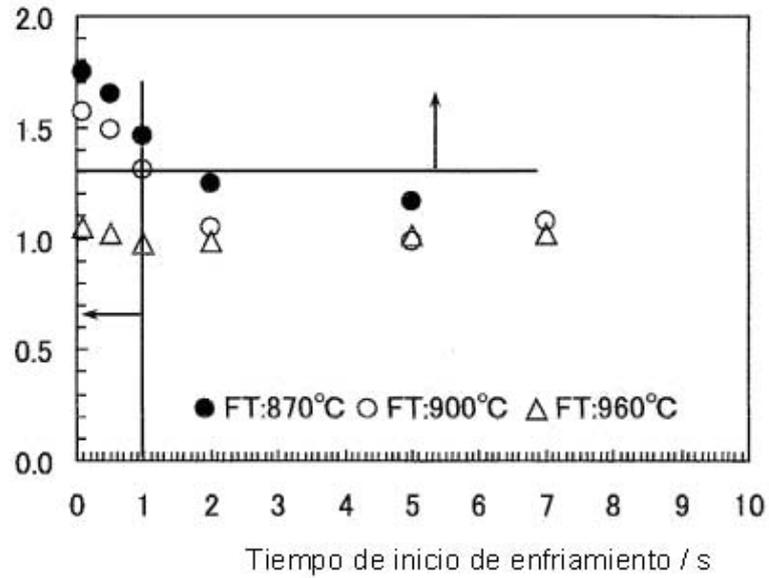


FIG. 8

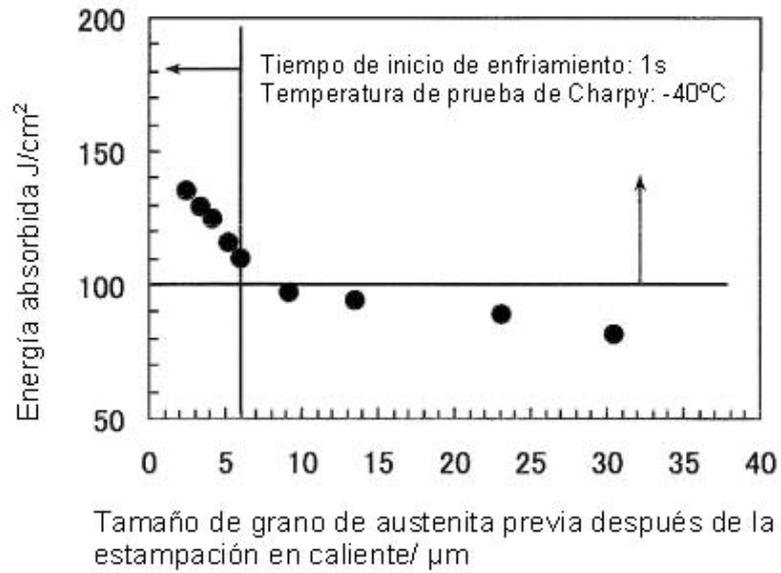
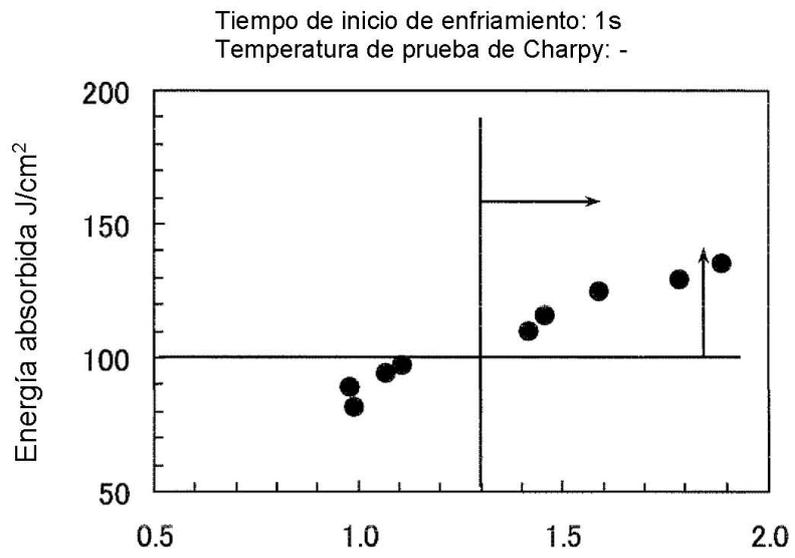


FIG. 9



Proporción de tamaño de grano de austenita previa después de la estampación en caliente (dirección de laminado/dirección del espesor de la chapa) /-

FIG. 11

