

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 811 953**

51 Int. Cl.:

B23K 1/19	(2006.01) B23K 103/04	(2006.01)
B21D 22/20	(2006.01) C22C 9/02	(2006.01)
B23K 1/00	(2006.01) B21D 22/02	(2006.01)
B23K 31/02	(2006.01) F16B 5/08	(2006.01)
C21D 1/18	(2006.01) B23K 103/16	(2006.01)
C21D 9/00	(2006.01)	
C21D 9/50	(2006.01)	
B23K 35/28	(2006.01)	
B23K 35/30	(2006.01)	
B23K 101/18	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2015 PCT/JP2015/078088**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.04.2016 WO16052738**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2015 E 15847041 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020 EP 3202519**

54 Título: **Pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada y método de fabricación para la pieza estampada en caliente**

30 Prioridad:

03.10.2014 JP 2014205089

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.03.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**ZENIYA, TASUKU;
NISHIBATA, HITOMI y
YASUYAMA, MASANORI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 811 953 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada y método de fabricación para la pieza estampada en caliente

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un método de producción de una pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada y a dicha junta soldada, el cual, en particular, resulta adecuado para su uso a la hora de soldar las superficies de lámina de una pluralidad de láminas de acero.

Antecedentes de la técnica

10 En el pasado, la práctica ha consistido en producir una pieza estampada en caliente mediante un proceso de estampación en caliente. En aquel tiempo, se suministraba una pieza en bruto compuesta por una pluralidad de láminas de acero unidas en las superficies al proceso de estampación en caliente. Debido a esto, la resistencia y la rigidez de la pieza estampada en caliente se ven aumentadas. En este caso, una o más láminas de acero se unen en una región de la lámina de acero principal que requiere mayor resistencia y rigidez que otras regiones. Como aplicaciones para dichas piezas estampadas en caliente usando dichas piezas en bruto, por ejemplo, existen piezas componentes de cuerpos monocasco (cuerpos de construcción unitarios) tales como miembros laterales frontales o pilares centrales, etc.

15 Para unir dicha lámina de acero principal y una lámina de acero de refuerzo, existe la técnica de usar soldadura fuerte.

20 La bibliografía de patente 1 describe la técnica de colocar un metal de relleno para soldadura fuerte (soldadura dura, lo mismo se aplica más adelante) entre las superficies de la lámina de acero principal y la lámina de acero de refuerzo y soldarlas para sujetar provisionalmente las láminas de acero y el metal de relleno para soldadura fuerte, calentar luego las láminas de acero a una temperatura superior a la temperatura de conformación de las láminas de acero y termoformarlas por compresión y enfriar luego las láminas de acero en el troquel después de la conformación para hacer que el metal de relleno para soldadura fuerte se solidifique.

25 La bibliografía de patente 2 describe la técnica de retener un metal de relleno para soldadura fuerte con una temperatura del sólido de 1050 °C o menos y una temperatura del líquido de 700 °C o más entre las superficies de una lámina de acero principal y una lámina de acero de refuerzo, colocar la pieza en bruto en un horno de calentamiento para calentarla a entre 900 °C y 1050 °C, templarla luego y formarla por compresión (estampación en caliente).

30 La bibliografía de patente 3 describe la técnica de recubrir una superficie de lámina con un metal de relleno para soldadura fuerte, calentar la lámina de acero principal recubierta para templarla y fundir el metal de relleno para soldadura fuerte, unir la superficie de la lámina de acero principal y la superficie de la lámina de acero de refuerzo a través de este metal de relleno para soldadura fuerte fundido, y templar y formar por compresión las mismas (estampación en caliente).

Lista de citas

Bibliografía de patentes

35 Bibliografía de patente 1: publicación de patente japonesa n.º 2002-178069A

Bibliografía de patente 2: publicación de patente japonesa n.º 2004-141913A

Bibliografía de patente 3: publicación de patente japonesa n.º 2011-88484A

Bibliografía de patente 4: publicación de patente japonesa n.º 2014-200840A

Bibliografía de patente 5: publicación de patente japonesa n.º 2015-166099A

40 Bibliografía no correspondiente a patentes

Bibliografía no patente 1: Takedachi, A. "Prediction of Ac1, Ac3, and Ms Transformation Points of Steel by Empirical Formula", Heat Treatment, 41 (3), págs. 164 a 169

Bibliografía no patente 2: Choquet, P. et al., Mathematical Model for Predictions of Austenite and Ferrite Microstructures in Hot Rolling Processes, IRSID Report, St.Germain-en-Laye, 1985.7p.

45 **Compendio de la invención**

Problema técnico

Sin embargo, en las técnicas descritas en las bibliografías de patente 1 a 3, se producen ubicaciones donde el metal de relleno para soldadura fuerte no se llena entre las láminas de acero. Los espacios libres pueden permanecer entre

las láminas de acero. Por lo tanto, en las técnicas descritas en las bibliografías de patente 1 a 3, no es fácil mejorar suficientemente la resistencia y rigidez de las piezas estampadas en caliente.

5 Por lo tanto, los inventores propusieron en la bibliografía de patente 4 la técnica de aplicar presión en la dirección del espesor a una pluralidad de láminas de metal entre las cuales se retiene un metal de relleno para soldadura fuerte en el momento de la etapa de calentamiento para estampación en caliente o en el período desde la etapa de calentamiento hasta la transferencia hacia la etapa de estampación en caliente. Según esta técnica, es posible evitar que quede espacio libre entre las láminas de acero como en las técnicas descritas en las bibliografías de patente 1 a 3.

10 Además, los inventores propusieron en la bibliografía de patente 5 el uso de un metal de relleno para soldadura fuerte que tiene una temperatura del sólido por encima de la temperatura de calentamiento y por debajo de la temperatura del sólido de las láminas de metal en la etapa de estampación en caliente para producir una pieza estampada en caliente que tenga una resistencia y rigidez sustancialmente iguales a la pieza estampada en caliente descrita en la bibliografía de patente 4 mencionada anteriormente sin realizar grandes cambios en el proceso de estampación en caliente.

15 Por otro lado, por ejemplo, en autopiezas, etc., donde se busca un peso más ligero y una mayor resistencia, se requiere una mayor resistencia para la aplicación de piezas estampadas en caliente (juntas soldadas) obtenidas soldando una pluralidad de láminas de acero y estampando en caliente.

20 Sin embargo, no se describen la resistencia a la fatiga por tracción (TSS, por sus siglas en inglés) ni la resistencia a la tracción transversal (CTS, por sus siglas en inglés) específicas de la junta soldada descrita en las bibliografías de patente 1 a 3, así que la resistencia de la junta soldada no se vio aumentada suficientemente. El control (gestión) de la temperatura de las láminas de acero en la etapa de estampación en caliente no se ha estudiado desde el punto de vista de aumentar la resistencia de la junta soldada.

Por lo tanto, la presente invención tiene por objeto la provisión de una junta soldada en una pieza estampada en caliente que tiene excelentes resistencias a la tracción (TSS y CTS) y un método de producción de la misma.

Solución al problema

25 Para resolver el problema anterior, los inventores tomaron nota del y estudiaron el control (gestión) de la temperatura de las láminas de acero en la etapa de estampación en caliente. Como resultado, descubrieron que el punto Ar3 en una región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte en las láminas de acero se vuelve más alto que el punto Ar3 inherente de las láminas de acero. Además, descubrieron que al controlar la temperatura de inicio de temple en la etapa de estampación en caliente hasta el punto Ar3 inherente de las láminas de acero o menos, es posible hacer
30 que el grado de temple en la región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte de las láminas de acero y el grado de temple en otras regiones sean diferentes para formar una región suavizada en la región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte de las láminas de acero y aumentar de ese modo la resistencia a la tracción de la junta soldada y, de ese modo, completaron la presente invención.

Los aspectos de la presente invención son los siguientes:

35 (1) Un método de producción de una pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada, tal y como se define en las reivindicaciones 1 a 4.

(6) Una junta soldada en una pieza estampada en caliente, tal y como se define en las reivindicaciones 5 a 7.

Efectos ventajosos de la invención

40 Según la presente invención, en la etapa de calentamiento, el punto Ar3 en una región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte en las láminas de acero se vuelve más alto que el punto Ar3 inherente de las láminas de acero. Además, la temperatura de inicio de temple de la combinación de láminas en la etapa de estampación en caliente se hace a la temperatura del punto Ar3 de las láminas de acero o menos. Como resultado, es posible hacer que el grado de temple en la región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte de las láminas de acero y el grado de temple en las otras regiones sean diferentes para reducir la dureza de la región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte de las láminas de acero con respecto a otras regiones. Al suavizar la región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte, es posible aliviar la concentración de tensión en el metal de relleno para soldadura fuerte. Por consiguiente, es posible controlar la temperatura de las láminas de acero en la etapa de estampación en caliente para
45 aumentar de ese modo la resistencia de la junta soldada.

Breve descripción de los dibujos

50 La figura 1 es una vista que muestra un ejemplo de la configuración de apariencia de una pieza formada.

Las figuras 2A y 2B son vistas que muestran un ejemplo de la configuración de una combinación de láminas.

La figura 3 es una vista que explica un ejemplo de un método para aplicar presión a una combinación de láminas.

La figura 4 es una vista que explica un ejemplo de una región suavizada.

La figura 5 es una vista que muestra una forma de una pieza de prueba en una prueba de fatiga por tracción en los ejemplos.

5 La figura 6 es una vista que muestra la forma de una pieza de prueba en una prueba de tracción transversal en los ejemplos.

La figura 7 es una vista que muestra una relación entre una resistencia a la fatiga por tracción (TSS) y la temperatura de inicio de temple en los ejemplos.

La figura 8 es una vista que muestra una relación entre una resistencia a la tracción transversal (CTS) y una temperatura de inicio de temple en los ejemplos.

10 **Descripción de las realizaciones**

Más adelante, se explicará una realización de la presente invención con referencia a los dibujos.

En la presente realización, la explicación se dará con referencia al ejemplo de un caso de producción de una pieza formada utilizada para un miembro lateral frontal o pilar central de un automóvil. Sin embargo, la pieza formada no se limita a estos.

15 Forma general de la pieza formada

En primer lugar, se explicará un ejemplo de una pieza formada de la presente realización. La figura 1 es una vista que muestra un ejemplo de la configuración exterior de una pieza formada 100. Además, las coordenadas XYZ que se muestran en las figuras muestran la relación en las direcciones de las figuras. Los orígenes de las coordenadas son los mismos en las figuras. En la figura 1, la pieza formada 100 tiene un miembro en forma de sombrero 110 y una placa de cierre 120.

20 El miembro en forma de sombrero 110 es un ejemplo de una pieza estampada en caliente y tiene un miembro principal 111 y un miembro de refuerzo 112. El miembro principal 111 y el miembro de refuerzo 112 están compuestos respectivamente por láminas de acero individuales.

25 La sección transversal horizontal del miembro principal 111 tiene forma trapezoidal. La sección transversal horizontal del miembro de refuerzo 112 tiene una forma de U que coincide con la forma y el tamaño de la superficie interior de la parte saliente del miembro principal 111. La superficie exterior del miembro de refuerzo 112 y la superficie interior de la parte saliente del miembro principal 111 están unidas mediante soldadura fuerte. Debido a esto, la región del miembro principal 111 que incluye las crestas de la superficie interior de la parte saliente está cubierta por el miembro de refuerzo 112. Además, los detalles de la soldadura fuerte se explicarán más adelante.

30 La placa de cierre 120 está hecha a partir de una sola lámina de acero (placa plana). La superficie inferior de la parte de pestaña del miembro principal 111 y la superficie superior de la placa de cierre 120 se unen mediante soldadura por puntos u otra soldadura.

Los espesores del miembro principal 111, del miembro de refuerzo 112 y de la placa de cierre 120 pueden ser iguales o diferentes.

35 Proceso de producción y junta soldada

A continuación, se explicará el proceso de producción de una pieza formada y un ejemplo de una junta soldada que forma parte de una pieza formada. En la presente realización, el proceso de producción de la pieza formada incluye una etapa de preparación de combinación de láminas, una etapa de producción de combinación de láminas, una etapa de calentamiento, una etapa de estampación en caliente y una etapa de granallado. El orden de las etapas es la etapa de preparación de combinación de láminas, la etapa de producción de combinación de láminas, la etapa de calentamiento, la etapa de estampación en caliente y la etapa de granallado.

Etapa de preparación de combinación de láminas

45 La etapa de preparación de combinación de láminas es una etapa de preparación de los materiales que forman la combinación de láminas 200 que se muestra en las figuras 2A y 2B (láminas de acero 210, 220 y metal de relleno para soldadura fuerte 230).

Configuración de la combinación de láminas 200

50 Las figuras 2A y 2B son vistas que muestran un ejemplo de la configuración de la combinación de láminas 200. Específicamente, la figura 2A es una vista que muestra una sección transversal horizontal de la combinación de láminas 200. La figura 2B es una vista que muestra una región en la que se coloca el metal de relleno para soldadura fuerte 230 y es una vista de la combinación de láminas desde arriba de la lámina de acero 220. En la figura 2B, la

región en la que se coloca el metal de relleno para soldadura fuerte 230 se muestra con líneas discontinuas (por transparencia).

En las figuras 2A y 2B, la combinación de láminas 200 tiene láminas de acero 210, 220 y un metal de relleno para soldadura fuerte 230. La lámina de acero 210 se convierte en el miembro principal 111, mientras que la lámina de acero 220 se convierte en el miembro de refuerzo 112. El metal de relleno para soldadura fuerte 230 se coloca entre las superficies de las láminas de acero 210, 220. Tal y como se muestra en la figura 2B, el metal de relleno para soldadura fuerte 230 se coloca en una región predeterminada de la región de la superficie de la lámina de acero 220 sin incluir las partes de borde de la superficie. Además, el metal de relleno para soldadura fuerte 230 se puede colocar sobre toda la superficie de la lámina de acero 220.

10 Configuración de las láminas de acero 210, 220

Las láminas de acero 210, 220 no tienen un espesor limitado particularmente. Las láminas de acero 210, 220 tampoco están limitadas particularmente en cuanto a su material. Se puede ilustrar acero al carbono, acero aleado, acero inoxidable, etc. En la pieza formada 100 producida mediante la presente realización, se requieren alta resistencia y alta rigidez. Por lo tanto, las láminas de acero 210, 220 son, por ejemplo, láminas de acero de alta resistencia. Están diseñadas preferiblemente en composición química, etc., de modo que se obtenga la resistencia y rigidez requeridas por la pieza formada. En la etapa de estampación en caliente, las láminas se templan durante la conformación (en el troquel). Por lo tanto, las láminas de acero 210, 220 tienen preferiblemente altas capacidades de temple. Es decir, las láminas de acero 210, 220 contienen preferiblemente elementos que aumentan la resistencia y la rigidez y las capacidades de temple. En particular, preferiblemente contienen carbono y manganeso para permitir la formación fiable de las regiones suavizadas explicadas posteriormente.

Además, como las láminas de acero 210, 220, se pueden usar láminas de acero sin chapar en sus superficies (láminas de acero no chapadas). Sin embargo, las láminas de acero 210, 220 también pueden ser láminas de acero galvanizadas o recubiertas de aluminio en sus superficies (láminas de acero galvanizado o láminas de acero recubiertas de aluminio). Dichas láminas de acero galvanizado pueden ser láminas galvanizadas sin alear (por ejemplo, láminas de acero galvanizado en caliente no aleadas (GI)) o láminas galvanizadas (por ejemplo, láminas de acero galvanizado en caliente (GA)). Además, se pueden combinar láminas de acero no chapadas y láminas de acero galvanizado o láminas de acero recubiertas de aluminio.

Además, la placa de cierre 120 no está soldada. Por lo tanto, la placa de cierre 120 puede estar hecha a partir de cualquier lámina de acero. Se puede usar una lámina de acero chapada para formar la placa de cierre 120 o se puede usar una lámina de acero no chapada para formar la placa de cierre 120.

Configuración del metal de relleno para soldadura fuerte 230

El metal de relleno para soldadura fuerte 230 es un metal de relleno para soldadura fuerte conocido. Como el metal de relleno para soldadura fuerte 230, se puede emplear, por ejemplo, metal de relleno para soldadura fuerte a base de Cu-Sn, a base de Cu-Zn, a base de Ag-Cu, a base de Ni-P, a base de Ni-Cr-P y a base de Al-Si. El metal de relleno para soldadura fuerte 230 puede ser en forma de polvo, puede ser en forma de pasta o puede ser un sólido.

En la siguiente explicación, en el metal de relleno para soldadura fuerte 230, se usa un primer metal de relleno para soldadura fuerte 231 que tiene una temperatura del líquido del metal de relleno para soldadura fuerte menor que la temperatura de calentamiento de la etapa de calentamiento. El primer metal de relleno para soldadura fuerte 231 es un ejemplo del metal de relleno para soldadura fuerte 230. En la siguiente explicación y dibujos, a no ser que se indique lo contrario, la expresión "metal de relleno para soldadura fuerte 230" puede leerse como "metal de relleno para soldadura fuerte 231".

En la etapa de calentamiento, el metal de relleno para soldadura fuerte 231 se calienta. Si la temperatura de calentamiento sobrepasa la temperatura del líquido del metal de relleno para soldadura fuerte, el metal se fundirá y luego se enfriará. Cuando se vuelve inferior a la temperatura del sólido del metal de relleno para soldadura fuerte, se convertirá a una fase sólida y las láminas de acero se unirán conjuntamente, dando fin a la operación de soldadura fuerte.

El metal de relleno para soldadura fuerte 231 puede convertirse a la fase sólida durante la etapa de calentamiento o durante la etapa de estampación en caliente. Por lo tanto, en el punto de inicio de la conformación mediante el troquel de enfriamiento en la etapa de estampación en caliente, puede estar en cualquier estado de un estado sólido-líquido coexistente, en una fase líquida o una fase sólida, pero se prefiere que se convierta a un estado de fase sólida. Si el metal de relleno para soldadura fuerte 231 está en un estado de fase sólida en el momento de comenzar a conformar con el troquel de enfriamiento en la etapa de estampación en caliente, es posible prevenir de manera fiable las grietas de fragilidad en el metal líquido.

Por otro lado, la temperatura de calentamiento en la etapa de calentamiento suele ser de entre 800 °C y 1000 °C. También puede llegar a 1200 °C. A tal temperatura de calentamiento, el metal de relleno para soldadura fuerte 231 está en un estado de fase líquida, pero también puede estar en un estado sólido y líquido coexistente.

Por lo tanto, el primer metal de relleno para soldadura fuerte 231 (temperatura del líquidus) se selecciona preferiblemente de modo que la soldadura fuerte de las láminas de acero 210, 220 se realice adecuadamente en la etapa de calentamiento y la soldadura fuerte se complete antes del final de la etapa de estampación en caliente.

- 5 Desde el punto de vista anterior, la temperatura del sólido del metal de relleno para soldadura fuerte 231 es preferiblemente de 700 °C o más. Es más preferible 750 °C o más. Además, la temperatura del líquidus del metal de relleno para soldadura fuerte 231 es preferiblemente de 800 °C o más, aunque 850 °C o más es más preferible.

Proceso de producción de la combinación de láminas

- 10 A la hora de producir la combinación de láminas 200, en primer lugar, las láminas de acero 210, 220 se superponen por sus superficies a través del metal de relleno para soldadura fuerte 231, de modo que el metal de relleno para soldadura fuerte 231 se coloque en una región predeterminada de la región de la superficie de la lámina de acero 220 distinta de las partes de borde de la superficie. En este momento, las láminas de acero 210, 220 están posicionadas de modo que se obtenga la relación de posición deseada entre el miembro principal 111 y el miembro de refuerzo 112 y se convierte en una posición adecuada para la soldadura fuerte.

- 15 Cuando se utiliza un metal de relleno para soldadura fuerte de tipo pasta 231, por ejemplo, el metal de relleno para soldadura fuerte 231 está recubierto en la región mencionada anteriormente de la superficie de la lámina de acero 220 (región que excluye los bordes), luego la superficie de la lámina de acero 220 (superficie sobre la cual se recubre el metal de relleno para soldadura fuerte 231) y la superficie de la lámina de acero 210 se colocan de la manera anterior y se superponen.

- 20 Por otro lado, cuando se utiliza un metal de relleno para soldadura fuerte en polvo o sólido 231, por ejemplo, el posicionamiento mencionado anteriormente se realiza de modo que el metal de relleno para soldadura fuerte 231 se coloque en la región mencionada anteriormente entre las superficies de las láminas de acero 210, 220 (región que excluye los bordes), luego las superficies de las láminas de acero 210, 220 se superponen para intercalar el metal de relleno para soldadura fuerte 231 entre ellas.

- 25 En el presente documento, el espesor del metal de relleno para soldadura fuerte 231 no está limitado particularmente. Por ejemplo, desde el punto de vista de poder garantizar que las láminas de acero 210, 220 se unan, el espesor del metal de relleno para soldadura fuerte 231 puede ser de entre 30 μm y 200 μm.

- 30 Además, las láminas de acero 210, 220 pueden superponerse mientras se intercala el metal de relleno para soldadura fuerte 231 entre ellas, soldándose luego las láminas de acero 210, 220. La soldadura es típicamente soldadura por puntos, pero también puede ser soldadura por rayo láser, soldadura TIG, soldadura de cordón, etc. Al hacer esto, las posiciones de las láminas de acero 210, 220 entre sí se pueden fijar y el contacto entre las láminas de acero 210, 220 se puede aumentar.

- 35 Además, las composiciones químicas y los espesores de lámina de las láminas de acero 210, 220 pueden hacerse iguales o al menos una de las mismas puede hacerse diferente. Además, las formas de las láminas de acero 210, 220 pueden ser diferentes o pueden ser las mismas. Por ejemplo, cuando la pieza estampada en caliente es un pilar central, la lámina de acero 210 que forma el miembro principal 111 puede hacerse de acero dulce mientras que la lámina de acero 220 que forma el miembro de refuerzo 112 puede hacerse de una lámina de acero de alta resistencia con un espesor diferente al del miembro principal 111. En este caso, tal y como se muestra en la figura 1, la lámina de acero 220 que forma el miembro de refuerzo 112 está superpuesta sobre parte de la superficie de la lámina de acero 210 que forma el miembro principal 111. La combinación de la pluralidad de láminas de acero 210, 220 que forman la combinación de láminas 200 puede determinarse adecuadamente de acuerdo con la aplicación de la pieza estampada en caliente o el rendimiento, etc., requerido por la pieza estampada en caliente.

- 40 En el presente documento, como los espesores de las láminas de acero 210, 220, por ejemplo, se pueden emplear de 0,6 mm a 3,0 mm. Si se encuentran en este intervalo, es posible unir los miembros de forma fiable mediante soldadura fuerte.

45 Etapa de calentamiento

- La combinación de láminas 200 obtenida en la etapa de producción de combinación de láminas se calienta a una temperatura requerida para la conformación mediante la etapa de estampación en caliente. El límite inferior de la temperatura de calentamiento es el punto Ac3 de las láminas de acero 210, 220. Por otro lado, el límite superior de la temperatura de calentamiento no está particularmente establecido, pero, por ejemplo, puede ser de 1000 °C. En el presente documento, el punto Ac3 es la temperatura en el caso expresada por la fórmula de aproximación de la siguiente fórmula (1) tal y como se describe en la bibliografía no patentada 1:

$$\text{Ac3} = -230,5 \times [\text{C}] + 31,6 \times [\text{Si}] - 20,4 \times [\text{Mn}] - 39,8 \times [\text{Cu}] - \\ 18,1 \times [\text{Ni}] - 14,8 \times [\text{Cr}] + 16,8 \times [\text{Mo}] + 912 \dots (1)$$

En la fórmula (1), [C], [Si], [Mn], [Cu], [Ni], [Cr] y [Mo] son respectivamente los contenidos (% en masa) de carbono, silicio, manganeso, cobre, níquel, cromo y molibdeno.

5 Existen varios métodos como métodos de calentamiento en la etapa de calentamiento. En general, se utiliza un horno de calentamiento de tipo de viga galopante o de tipo de calentamiento discontinuo. Sin embargo, el tipo de horno de calentamiento no está limitado particularmente. Puede ser un horno eléctrico o un horno de gas.

Además, aparte de un horno de calentamiento, se puede utilizar calentamiento por resistencia eléctrica o calentamiento de alta frecuencia. "Calentamiento por resistencia eléctrica" significa unir electrodos a las láminas de acero 210, 220 que forman el conjunto de combinación de láminas en un dispositivo y hacer que pase corriente entre las láminas de acero 210, 220 para calentar las láminas de acero 210, 220.

10 "Calentamiento de alta frecuencia" significa pasar el conjunto de combinación de láminas en un dispositivo a través del interior de una bobina que transporta una corriente de alta frecuencia para que la corriente fluya hacia las láminas de acero 210, 220 debido a la acción de la inducción electromagnética y así calentar las láminas de acero 210, 220.

El calentamiento por resistencia eléctrica y el calentamiento de alta frecuencia se realizan preferiblemente en vacío o en una atmósfera de gas inerte.

15 En la presente realización, tal y como se describe en la memoria descriptiva de la bibliografía de patente 4, la combinación de láminas 200 que se calienta en la etapa de calentamiento se presiona contra la dirección del espesor de las láminas de acero 210, 220. Debido a esta acción de presión, al calentar la combinación de láminas 200, es posible suprimir la formación de un espacio libre entre las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231. Es decir, las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 pueden
20 ponerse en contacto entre sí lo más cerca posible. Cabe destacar que en la etapa de estampación en caliente explicada más adelante, si el metal de relleno para soldadura fuerte 231 está en un estado de fase sólida, no es necesario realizar la operación de presión anterior.

Existen varios métodos como el método de aplicar presión a la combinación de láminas 200. La figura 3 es una vista que explica un ejemplo del método de aplicar presión a la combinación de lámina 200.

25 Tal y como se muestra en la figura 3, se coloca una placa de soporte 310 sobre toda la superficie inferior de la lámina de acero 210. Además, se coloca una placa de presión 320 sobre toda la superficie superior de la lámina de acero 220. Además, la combinación de láminas 200 retenida entre la placa de presión 320 y la placa de soporte 310 se calienta mediante la etapa de calentamiento (horno de calentamiento, etc.). En este momento, debido al peso inherente de la placa de presión 320, la combinación de láminas 200 es presionada por una presión P. Debido a esta acción de
30 presión, las láminas de acero 210, 220 en la combinación de láminas 200 no pueden deformarse. Por esta razón, es posible suprimir la formación de un espacio libre entre las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 (en la figura 3, el metal de relleno para soldadura fuerte 230) en la combinación de láminas después de calentar y hacer que las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 entren en contacto lo más cerca posible.

35 La placa de soporte 310 y la placa de presión 320 no están limitadas particularmente en cuanto a su material, etc., siempre que tengan suficiente resistencia y/o espesor para suprimir la deformación de las láminas de acero 210, 220 durante el calentamiento. La carga promedio preferible en las láminas de acero 210, 220 cuando se presiona es $0,1 \times 10^{-3}$ a 1,0 MPa. Por lo tanto, la placa de presión 320 tiene preferiblemente un peso de una extensión que permite que esta carga promedio se aplique a la combinación de láminas 200 (láminas de acero 210, 220).

40 Al calentar la combinación de láminas mientras se utiliza la placa de soporte 310 y la placa de presión 320, la placa de soporte 310 y la placa de presión 320 bloquean el calor, por lo que a veces se hace difícil que la combinación de láminas aumente de temperatura. Por lo tanto, la placa de soporte 310 y la placa de presión 320 se pueden hacer más delgadas en espesor o pueden hacerse con forma de malla o estructura de red en un intervalo que permita garantizar la resistencia hasta el punto en que las láminas de acero 210, 220 no se deformen durante el calor.

45 La combinación de láminas 200 retenida entre la placa de soporte 310 y la placa de presión 320 se carga en un aparato de calentamiento para realizar la etapa de calentamiento (horno de calentamiento, etc.) y se extrae de ese aparato de calentamiento después de un tiempo o tratamiento predeterminado.

Debido a la etapa de calentamiento anterior, se produce una pieza en bruto.

Etapa de estampación en caliente

50 La pieza en bruto producida en la etapa de calentamiento se transporta al aparato de estampación en caliente.

Al transportar la pieza en bruto, la placa de soporte 310 puede desprenderse de la pieza en bruto (combinación de láminas 200) y la placa de presión 320 y transportarse mientras cubre la pieza en bruto. En este caso, se puede suprimir una nueva caída de la temperatura de la pieza en bruto.

Después de transportar la pieza en bruto, la placa de presión 320 se desprende de la pieza en bruto y la pieza en

bruto se coloca en el troquel de enfriamiento en el aparato de estampación en caliente. Como el troquel el enfriamiento, por ejemplo, se puede emplear un troquel enfriado por agua. Al estampar en caliente la pieza en bruto colocada en el troquel de enfriamiento de esta forma, se produce una pieza estampada en caliente. Debido a esta etapa de estampación en caliente, la conformación y el temple se realizan simultáneamente.

5 Además, en el presente documento, se dio la explicación del ejemplo del caso de desprender la placa de soporte 310 de la pieza en bruto y luego transportar la pieza en bruto. Sin embargo, es preferible desprender la placa de soporte 310 y la placa de presión 320 de la pieza en bruto después de que la temperatura de la combinación de láminas 200 sea menor que la temperatura del sólido del metal de relleno para soldadura fuerte 231. Esto se debe a que el metal de relleno para soldadura fuerte 231 se convierte en una fase sólida, por lo que se hace difícil que se forme un espacio libre entre las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231.

Además, si se considera la productividad, es preferible desprender la placa de presión 320 de la pieza en bruto lo más tarde posible en el tiempo desde que finaliza la etapa de calentamiento hasta cuando la pieza en bruto se coloca en el aparato de estampación en caliente. Es más preferible desprender la placa de presión 320 de la pieza en bruto justo antes de colocar la pieza en bruto en el aparato de estampación en caliente.

15 Temperatura de inicio de temple en la etapa de estampación en caliente

En la presente realización, las láminas de acero 210, 220 se enfrían en la etapa de estampación en caliente en la región de temperatura donde la relación entre la temperatura de inicio de temple X (°C) en la etapa de estampación en caliente anterior (troquel de enfriamiento) y el punto Ar3 (°C) de las láminas de acero 210, 220 cumple la siguiente fórmula (2):

$$20 \quad \text{Punto X} \leq \text{Ar3 de láminas de acero (matriz)} \dots (2)$$

De esta forma, en la presente realización, la temperatura de inicio de temple X °C en la etapa de estampación en caliente (troquel de enfriamiento) se hace a la temperatura del punto Ar3 (°C) de las láminas de acero 210, 220 o menos para enfriar las láminas de acero 210, 220 en la etapa de estampación en caliente y realizar el temple. Además, el punto Ar3 es la temperatura donde la austenita comienza a transformarse en ferrita. Además, cuando la composición química de la lámina de acero 210 y la composición química de la lámina de acero 220 difieren, el punto Ar3 de la lámina de acero 210 y el punto Ar3 de la lámina de acero 220 difieren. En este caso, como el punto Ar3 de la fórmula (2), se usa el punto inferior Ar3.

En los conocimientos técnicos generales hasta ahora, para suprimir la precipitación de ferrita y aumentar la capacidad de temple (resistencia y rigidez de la pieza estampada en caliente), se consideró preferible hacer que la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente por encima del punto Ar3 de las láminas de acero (se consideró que la temperatura de inicio de temple X era preferiblemente mayor). En el presente documento, la bibliografía de patente 2 describe insertar un metal de relleno para soldadura fuerte en una pieza en bruto de láminas de acero recubiertas de aluminio, insertar luego este en el troquel a 700 °C. En la bibliografía de patente 2, el párrafo (0015) describe que la pieza en bruto debe mantenerse a una temperatura inferior a la temperatura del líquido del metal de relleno para soldadura fuerte y superior a la temperatura de inicio de temple rápido y describe la temperatura de inicio de temple rápido como 700 °C sin ninguna explicación. Los ejemplos describen casos en los que la temperatura de inserción del troquel es de 700 °C, pero las composiciones químicas de los materiales de acero no aparecen descritas, así que no hay medios para determinar si 700 °C no es mayor que el punto Ar3 o menor que él. Además, como la temperatura de inserción del troquel, aparecen descritos ejemplos de un intervalo de 700 °C a 830 °C, pero se considera descrito que la fuerza de unión es "buena" en este intervalo de temperatura. La relación entre la temperatura de inserción del troquel y la resistencia de la junta tampoco está clara. No aparece descrito si la dureza cercana al metal de relleno para soldadura fuerte se suaviza si se cambia la temperatura de inserción del troquel.

En oposición a esto, los presentes inventores investigaron las resistencias de las uniones soldadas cuando cambiaron solo la temperatura de inicio de temple en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento) y dejaron las otras condiciones iguales, tal y como se muestra en los ejemplos de trabajo explicados más adelante. Como resultado, realizaron el sorprendente descubrimiento, diferente del conocimiento técnico general, de que si baja la temperatura de inicio de temple, aumenta la resistencia de junta de una junta soldada. Además, participaron en una investigación adicional con respecto a este descubrimiento y descubrieron que en la región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte 231 de las láminas de acero 210, 220, la dureza cae en comparación con otras regiones de las láminas de acero 210, 220. Asimismo, los presentes inventores realizaron el descubrimiento de que el modo de fractura de la junta soldada es el fallo cohesivo (fractura dentro del metal de relleno para soldadura fuerte) independientemente de la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento).

Además, en la siguiente explicación, una región cuya dureza cae en comparación con otras regiones de las láminas de acero 210, 220 cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte 231 de las láminas de acero 210, 220 se denominará "región suavizada" según sea necesario. Además, una región distinta a la región suavizada en las regiones de las láminas de acero 210, 220 se denominará "región de metal base" según sea necesario.

En el presente documento, se cree que la región suavizada se forma porque, en la etapa de calentamiento, la combinación de láminas 200 (láminas de acero 210, 220 y metal de relleno para soldadura fuerte 231) se eleva a alta temperatura, por lo que los elementos que actúan sobre la resistencia del acero en las láminas de acero 210, 220 (por ejemplo, carbono y manganeso) se difunden en el metal de relleno para soldadura fuerte 231 y las cantidades de los elementos se hacen más pequeñas en la región cercana al metal de relleno para soldadura fuerte 231 de las láminas de acero 210, 220.

Es decir, debido a esta difusión, las cantidades de elementos en la región suavizada (carbono, manganeso, etc.) se vuelven más pequeñas en comparación con las cantidades originales de los elementos en las láminas de acero 210, 220. Por otro lado, el punto Ar3, tal y como se describe en la bibliografía no patentada 2, puede expresarse mediante una aproximación de la siguiente fórmula (3):

$$\text{Ar3} = 902 - 527C - 62\text{Mn} + 60\text{Si} \dots (3)$$

En la fórmula (3), C, Mn y Si son respectivamente los contenidos de carbono, manganeso y silicio (% en masa).

Por esta razón, el punto Ar3 en la región suavizada se vuelve más alto que el Ar3 inherente de las láminas de acero 210, 220. Por lo tanto, si se hace que la temperatura del punto Ar3 de las láminas de acero 210, 220 o menos sea la temperatura de inicio de temple y realice el temple (etapa de estampación en caliente), dado que la región del metal base y la región suavizada difieren en el punto Ar3, el grado de temple también difiere. Como resultado, la región suavizada se suaviza en comparación con la región del metal base.

Específicamente, la dureza de Vicker de la región suavizada se vuelve al menos 50 HV más baja que la dureza de Vicker de la región del metal base.

De la forma anterior, los inventores realizaron el descubrimiento de que se forma una región suavizada y el descubrimiento de que se produce un fallo cohesivo. Teniendo en cuenta estos descubrimientos, se cree que cuando se coloca una carga en la junta soldada, la región suavizada con la dureza de Vicker 50 HV o más baja que la región del metal base se deforma, por lo que se alivia la concentración de tensión en el metal de relleno para soldadura fuerte y que, debido a esta disminución de la concentración de tensión, la junta soldada se ha mejorado notablemente en cuanto a resistencia.

Tal y como se ha explicado anteriormente, incluso si se temple en el punto Ar3 de las láminas de acero 210, 220, en la región suavizada, el grado de temple es menor que el grado de temple de la región del metal base, por lo que se produce la suavización. Debido a esto, si se hace que el punto Ar3 de la región suavizada (el punto Ar3 que se eleva desde el punto Ar3 inherente de las láminas de acero 210, 220) Y (°C), es suficiente establecer la temperatura de inicio de temple X (°C) en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento) para que se cumpla la siguiente fórmula (4):

$$X < Y \dots (4)$$

Se cree que el punto Ar3 en la región suavizada (= Y (°C)) depende de la difusión mencionada anteriormente, por lo que no es fácil establecerlo en un determinado valor. Sin embargo, tal y como se ha explicado anteriormente, el punto Ar3 en la región suavizada (= Y (°C)) se convierte en una temperatura sobre el punto Ar3 inherente de las láminas de acero 210, 220 debido a la difusión de los elementos que actúan sobre la resistencia después del temple del acero al metal de relleno para soldadura fuerte. La anterior, es decir, la siguiente fórmula (5) se mantiene:

$$\text{Punto Ar3 de láminas de acero (matriz)} < Y \dots (5)$$

A partir de la fórmula anterior (4) y la fórmula (5), los presentes inventores descubrieron que si se controla la temperatura de inicio de temple para cumplir la fórmula (2) mencionada anteriormente, es posible realizar simultáneamente el temple de la región del metal base para aumentar la resistencia y la suavización de la región suavizada (debido a que el grado de temple es menor que la región del metal base).

Además, el valor límite inferior de la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento) puede determinarse adecuadamente de acuerdo con la aplicación de la junta soldada (pieza estampada en caliente) o el rendimiento exigido por la junta soldada (pieza estampada en caliente). Sin embargo, si la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento) es demasiado baja, la región del metal base acabará insuficientemente templada, la resistencia de las láminas de acero 210, 220 en su conjunto caerá y el efecto de aliviar la concentración de tensión en el metal de relleno para soldadura fuerte terminará cayendo. Desde este punto de vista, como el valor límite inferior de la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento), se emplea (Ar3-100) °C.

Al realizar la etapa de estampación en caliente a la temperatura de inicio de temple X anterior, se produce una junta soldada (en la presente realización, el miembro en forma de sombrero 110 (pieza estampada en caliente)).

Etapa de granallado

5 El miembro en forma de sombrero 110 (pieza estampada en caliente) producido mediante la etapa de conformación de estampación en caliente se granalla para eliminar la escala formada en la superficie del miembro en forma de sombrero 110 (láminas de acero 210, 220). Además, la etapa de granallado se puede realizar mediante la técnica general.

De la forma anterior, se produce el miembro en forma de sombrero 110. Además, las partes de pestaña del miembro en forma de sombrero 110 y la placa de cierre 120 se unen, por ejemplo, mediante soldadura por puntos, por lo que se produce la pieza formada 100.

Más adelante, se explicará la junta soldada (110) que forma la la pieza formada 100 producida de esta forma.

10 Región suavizada

La figura 4 es una vista para explicar un ejemplo de una región suavizada. En la presente realización, la dureza de Vicker (HV) se utiliza para definir las durezas de la región del metal base y la región suavizada. Además, la dureza de Vicker se mide con el método prescrito según la norma JIS Z 2244.

Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte

15 En primer lugar, tal y como se muestra en la figura 4, la posición 411 separada exactamente por 10 μm de la posición de la interfaz de la lámina de acero 210 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 (en la figura 4, el metal de relleno para soldadura fuerte 230) al lado de la lámina de acero 210 a lo largo de la dirección del espesor de la lámina de acero 210 se evalúa como una posición cercana al metal de relleno para soldadura fuerte 231 de la lámina de acero 210. Para la lámina de acero 220 también, la posición 421 separada exactamente por 10 μm de la posición de la interfaz de la lámina de acero 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 al lado de la lámina de acero 220 a lo largo de la dirección del espesor de la lámina de acero 220 se evalúa como una posición cerca del relleno de soldadura metal 231 de la lámina de acero 220. En la siguiente explicación, las posiciones 411, 421 se denominarán "posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte" de acuerdo con lo que se necesite.

25 Además, en la figura 4, las posiciones en los centros de las láminas de acero 210, 220 en las direcciones axiales X se muestran como las posiciones 411, 421 cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte. Sin embargo, las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte pueden ser cualquier posición separada exactamente por 10 μm de las posiciones de las interfaces de las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 a los lados de la lámina de acero 210, 220 a lo largo de las direcciones de espesor de las láminas de acero 210, 220 y no necesitan estar posicionadas en los centros de las láminas de acero 210, 220 en la dirección X-axial.

30 Al medir la dureza de Vicker, por ejemplo, las láminas de acero 210, 220 se cortan y pulen para obtener secciones transversales verticales a las superficies de las láminas de acero 210, 220 (secciones transversales tal y como se muestra en la figura 4) como superficies de medición.

Se presiona un indentador en tres posiciones de medición de las superficies de medición obtenidas de esta forma por una carga de 0,098 N (10 gf) en la dirección de la superficie de la lámina.

35 A partir de los resultados, las láminas de acero 210, 220 se miden para determinar la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte. Específicamente, las siguientes etapas (a) a (e) se utilizan para medir la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte.

40 (a) En primer lugar, cualquier ubicación de una posición cercana al metal de relleno para soldadura fuerte contenido en la superficie de medición (posición separada exactamente por 10 μm de la posición de la interfaz entre la lámina de acero 210 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 al lado de la lámina de acero 210 en la dirección del espesor de la lámina de acero 210) se selecciona como una posición de medición. Se mide la dureza de Vicker en esa posición de medición.

(b) A continuación, la longitud de 3X el promedio aritmético "d" de las longitudes de las dos diagonales de la indentación formada en la posición de medición seleccionada en el punto (a) anterior (= 3xd).

45 (c) A continuación, las posiciones de dos ubicaciones en la superficie de medición separada del centro de indentación formada en la posición de medición seleccionada en la etapa (a) anterior por exactamente la longitud encontrada en la etapa (b) anterior (= 3xd) y en una línea que pasa por el centro de la indentación y en paralelo a la interfaz entre la lámina de acero 210 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231 se especifican como posiciones de medición (posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte).

50 (d) A continuación, se miden las durezas de Vicker en las posiciones de medición de las dos ubicaciones especificadas en la etapa (c) anterior.

(e) Finalmente, se encuentra el promedio aritmético de las durezas de Vicker en las tres ubicaciones (posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte) medidas en las etapas anteriores. Este promedio aritmético se

convierte en la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte.

La dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte se calcula para cada una de las láminas de acero 210, 220.

Espesor D de la región suavizada

5 En la presente realización, el espesor D (µm) de la región suavizada calculado en la "Determinación de la región suavizada" explicada más adelante (longitud de la región suavizada en la dirección del espesor de las láminas de acero 210, 220) se hace 10 µm a la suma de 1/20 de los espesores t1 (µm), t2 (µm) de las láminas de acero 210, 220 (dos láminas de acero en contacto con el metal de relleno para soldadura fuerte 231). Es decir, se considera que la siguiente fórmula (6) se mantiene. En el presente documento, el espesor de la lámina de acero 210 se define como t1 (µm),
10 mientras que el espesor de la lámina de acero 220 se define como t2 (µm).

$$10 \leq D \leq t1 \times (1/20) + t2 \times (1/20) \dots (6)$$

15 Los presentes inventores realizaron operaciones de estampación en caliente en diversas condiciones que cumplen las condiciones explicadas en la mencionada "Temperatura de inicio de temple en la etapa de estampación en caliente", incluidos los ejemplos de trabajo explicados más adelante y realizaron los siguientes descubrimientos a partir de los resultados.

En primer lugar, realizaron el descubrimiento de que si el espesor D de la región suavizada es de 10 µm o más, la región suavizada contribuye de manera fiable a mejorar la resistencia de la junta soldada. Por lo tanto, en la presente realización, se decidió establecer el límite inferior del espesor D de la región suavizada como en la fórmula anterior (6).

20 Además, realizaron el descubrimiento de que para hacer que el espesor D de la región suavizada sea la suma de 1/20 de los espesores t1 (µm) y t2 (µm) de las láminas de acero 210, 220, es necesario hacer que la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento) sea un valor de (Ar3-100) °C o menos. Si, tal y como se ha explicado anteriormente, se hace que la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente (en el troquel de enfriamiento) sea un valor de (Ar3-100) °C o menos, la resistencia general de las láminas de acero 210, 220 puede caer excesivamente. Por lo tanto, en la presente realización, se decidió establecer el límite superior del espesor D de la región suavizada como en la fórmula anterior (6).
25

Dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base

30 En las regiones de la lámina de acero 210, la región distinta a la región suavizada se convierte en la región del metal base. Tal y como se ha explicado anteriormente, en la presente realización, el valor límite superior del espesor D de la región suavizada está determinado por la fórmula anterior (6). Por lo tanto, en la presente realización, una región en las superficies de las láminas de acero 210, 220 separadas de las superficies en el lado que no contacta con el metal de relleno para soldadura fuerte 231 por al menos 19/20 de los espesores t1 (µm), t2 (µm) de las láminas de acero 210, 220 a lo largo de la dirección del espesor de las láminas de acero 210, 220 se convierte en la región del metal base.

35 Por lo tanto, en la presente realización, una posición separada de la superficie de la lámina de acero 210 en el lado que no contacta con el metal de relleno para soldadura fuerte 231 entre las dos superficies de la lámina (superficies de lámina) exactamente por una longitud de 1/4 del espesor t1 (µm) de la lámina de acero 210 al lado de la lámina de acero 210 a lo largo de la dirección del espesor de la lámina de acero 210 se evalúa como una posición representativa de la región de metal base en la lámina de acero 210. Para la lámina de acero 220 también, una posición separada de la superficie de la lámina de acero 220 en el lado que no contacta con el metal de relleno para soldadura fuerte 231
40 entre las dos superficies de la lámina (superficies de lámina) exactamente por una longitud de 1/4 del espesor t2 (µm) de la lámina de acero 220 al lado de la lámina de acero 220 a lo largo de la dirección del espesor de la lámina de acero 220 se evalúa como una posición representativa de la región de metal base en la lámina de acero 220. Dicha posición se convierte en una posición representativa de la región del metal base porque, si una lámina de acero se aplica a una junta soldada, sin importar qué tipo de lámina de acero, esa posición está incluida en la región del metal base.
45

Al medir la dureza de Vicker, de la misma forma que cuando se mide la dureza promedio de las posiciones cercana al metal de relleno para soldadura fuerte, por ejemplo, las láminas de acero 210, 220 se cortan y se pulen para obtener secciones transversales verticales a las superficies del acero láminas 210, 220 (secciones transversales como las que se muestran en la figura 4) como superficies de medición.

50 Se presionó un indentador en tres posiciones de medición de las superficies de medición obtenidas de esta forma por una carga de 0,098 N (10 gf) en la dirección de la superficie de la lámina.

A partir de los resultados, las láminas de acero 210, 220 se miden para determinar la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base. Específicamente, las siguientes etapas (f) a (g) se utilizan para medir la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base.

(f) En primer lugar, cualquier ubicación de una posición representativa de la región de metal base contenida en la superficie de medición (posición separada por exactamente la longitud de 1/4 de espesor t_1 (μm) de la lámina de acero 210 (= $t_1/4$) desde la superficie de la lámina de acero 210 que no contacta con el metal de relleno para soldadura fuerte 231 entre dos superficies de lámina (superficies de lámina) al lado de la lámina de acero 210 a lo largo de la dirección del espesor de la lámina de acero 210) se selecciona como una posición de medición. Se mide la dureza de Vicker en esa posición de medición.

(g) A continuación, cualquier ubicación de una posición representativa de la región de metal base contenida en la superficie de medición (posición exactamente a la longitud de 1/4 de espesor t_2 (μm) de lámina de acero 220 (= $t_2/4$) respecto de la superficie de la lámina de acero 220 que no contacta con el metal de relleno para soldadura fuerte 231 entre dos superficies de lámina (superficies de lámina) al lado de la lámina de acero 220 a lo largo de la dirección del espesor de la lámina de acero 220) se selecciona como una posición de medición. Se mide la dureza de Vicker en esa posición de medición.

(h) Finalmente, se encuentra el promedio aritmético de las dos durezas de Vicker medidas en las etapas (f) y (g) anteriores. Este promedio aritmético se convierte en la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base.

Relación de la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte y la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base

Los presentes inventores realizaron operaciones de estampación en caliente en diversas condiciones que cumplen las condiciones explicadas en la "Temperatura de inicio de temple en la etapa de estampación en caliente" que se ha mencionado anteriormente que incluye los ejemplos de trabajo explicados más adelante. Como resultado, realizaron el descubrimiento de que, al cumplir las condiciones explicadas en la "Temperatura de inicio de temple en la etapa de estampación en caliente" que se ha mencionado anteriormente, los valores de la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte en las láminas de acero 210, 220 más 50 HV se vuelven menores que las durezas promedio de las posiciones representativas de las regiones de metal base en las láminas de acero 210, 220. Es decir, realizaron el descubrimiento de que la siguiente fórmula (7) se mantiene.

$$\text{Dureza promedio (HV) de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte} + 50 \text{ HV} < \text{Dureza promedio (HV) de las posiciones representativas de la región del metal base} \dots (7)$$

Sin embargo, tal y como se ha explicado anteriormente, la región suavizada contribuye en gran medida a la mejora de la resistencia de la junta soldada cuanto más cae la dureza en comparación con la dureza de la región del metal base. Por lo tanto, preferiblemente, los valores de la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte en las láminas de acero 210, 220 más 100 HV son menores que las durezas promedio de las posiciones representativas de las regiones de metal base en las láminas de acero 210, 220. Es decir, se mantiene preferiblemente la siguiente fórmula (8).

$$\text{Dureza promedio (HV) de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte} + 100 \text{ HV} < \text{Dureza promedio (HV) de las posiciones representativas de la región del metal base} \dots (8)$$

Determinación de la región suavizada

Una posición cercana al metal de relleno para soldadura fuerte es una posición incluida en la región suavizada. En la presente realización, al prescribir la relación entre la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte y la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base por la relación de la fórmula (7), la región donde se mantiene la siguiente fórmula (9) se define como la región suavizada.

$$\text{Dureza (HV) de la región suavizada} + 50 \text{ HV} < \text{Dureza promedio (HV) de las posiciones representativas de la región del metal base} \dots (9)$$

Es decir, la lámina de acero 210 es presionada por un indentador por una carga de 0,098 N (10 gf) en la superficie de la dirección de la superficie de la lámina. La región donde la dureza de Vicker (HV) medida a partir del resultado más 50 HV se vuelve menor que la dureza promedio (HV) de las posiciones representativas de la región del metal base se define como la región suavizada.

Por otro lado, cuando la relación entre la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte y la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base cumple la relación

de la fórmula (8), es posible prescribir la región donde se mantiene la siguiente fórmula (10). La región donde se mantiene esta fórmula (10) se incluye en la región suavizada de la región donde se mantiene la fórmula (9).

5 Dureza (HV) de la región suavizada + 100 HV < Dureza promedio (HV) de las posiciones representativas de la región del metal base... (10)

Es decir, la lámina de acero 210 es presionada por un indentador por una carga de 0,098 N (10 gf) en la dirección de superficie de la lámina. La región donde el valor de la dureza de Vicker (HV) medido a partir del resultado más 100 HV se vuelve menor que la dureza promedio (HV) de las posiciones representativas de la región del metal base se define como la región donde se mantiene la fórmula (10).

10 En el presente documento, en la presente realización, tanto en la fórmula anterior (9) como en la fórmula anterior (10), la posición de medición de la dureza de Vicker en la lámina de acero 210 se determina de la siguiente manera:

15 En primer lugar, una segunda línea imaginaria (en el ejemplo mostrado en la figura 4, segunda línea imaginaria 413) se establece pasando a través de la posición mencionada anteriormente cercana al metal de relleno para soldadura fuerte (en el ejemplo mostrado en la figura 4, posición 411 cercana al metal de relleno para soldadura fuerte) y que tiene un ángulo de 30° con una primera línea imaginaria (en el ejemplo mostrado en la figura 4, primera línea imaginaria 412) paralela a la interfaz de la lámina de acero 210 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231.

20 Una posición en la segunda línea imaginaria y separada de la posición cercana al metal de relleno para soldadura fuerte al lado opuesto al lado donde el metal de relleno para soldadura fuerte 231 está formado exactamente por 3 veces el valor promedio aritmético "d" de las longitudes de las dos diagonales de la indentación en la posición cercana al metal de relleno para soldadura fuerte (= 3xd) (en el ejemplo mostrado en la figura 4, la posición 414) es presionada por un indentador por una carga de 0,098 N (10 gf) en la dirección de la superficie de la lámina. A partir del resultado, se mide la dureza de Vicker. Cuando esta dureza de Vicker cumple la fórmula anterior (9) o la fórmula (10), la posición 414 se considera incluida en la región suavizada.

25 Además, una posición separada de la posición 414 en el lado opuesto al lado donde el metal de relleno para soldadura fuerte 231 está formado exactamente por 3 veces el valor promedio aritmético "d" de las longitudes de las dos diagonales de la indentación en la posición 414 (= 3xd) (en el ejemplo mostrado en la figura 4, la posición 415) es presionada por un indentador por una carga de 0,098 N (10 gf) en la dirección de la superficie de la lámina. A partir del resultado, se mide la dureza de Vicker. Cuando esta dureza de Vicker cumple la fórmula anterior (9) o la fórmula (10), la posición 415 se considera incluida en la región suavizada.

30 Asimismo, una posición separada de la posición 415 en el lado opuesto al lado donde el metal de relleno para soldadura fuerte 231 está formado exactamente por 3 veces el valor promedio aritmético "d" de las longitudes de las dos diagonales de la indentación en la posición 415 (= 3xd) (en el ejemplo mostrado en la figura 4, la posición 416) es presionada por un indentador por una carga de 0,098 N (10 gf) en la dirección de la superficie de la lámina. A partir del resultado, se mide la dureza de Vicker. Cuando esta dureza de Vicker cumple la fórmula anterior (9) o la fórmula (10), la posición 416 se considera incluida en la región suavizada.

40 La medición anterior se realiza hasta que la dureza de Vicker medida ya no cumpla la fórmula (9). Además, la longitud en la dirección del espesor de la lámina de la lámina de acero 210 desde la superficie de la lámina de acero 210 que contacta con el metal de relleno para soldadura fuerte 231 entre las dos superficies de la lámina hasta la última posición que cumple la fórmula (9) se determina como el espesor D de la región suavizada en la lámina de acero 210. La región suavizada de la lámina de acero 220 también se puede determinar de la misma manera que la lámina de acero 210.

45 Tal y como se ha explicado anteriormente, en la presente realización, la dureza de Vicker se mide a lo largo de la segunda línea imaginaria 413 que pasa a través de la posición 411 cercana al metal de relleno para soldadura fuerte y que tiene un ángulo de 30° con una primera línea imaginaria 412 paralela a la interfaz de las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231. Por lo tanto, en comparación con la medición de la dureza de Vicker a lo largo de la dirección del espesor de las láminas de acero 210, 220 (de modo que el ángulo formado por la primera línea imaginaria y la segunda línea imaginaria se convierte a 90°), es posible medir con mayor precisión la distribución de la dureza de Vicker en la dirección del espesor de las láminas de acero 210, 220 (es posible hacer que los intervalos de medición de la dureza de Vicker en la dirección del espesor de las láminas de acero 210, 220 sean más finos).

50 Ejemplos

A continuación, se explicarán ejemplos. Además, la presente invención no está limitada a los siguientes ejemplos.

Combinación de láminas

Se prepararon seis láminas de acero que se muestran en los números 1 a 6 en la Tabla 1. El equivalente de carbono Ceq que se muestra en la Tabla 1 fue determinado mediante la siguiente fórmula (11).

$$C_{eq} = C + Si/40 + Cr/20 \dots (11)$$

donde en (11), C, Si y Cr son respectivamente carbono, silicio y cromo.

5 La lámina de acero n.º 1 y la lámina de acero n.º 2 que se muestran en la Tabla 1 difieren solo en el espesor de la lámina. El punto Ar3 de la lámina de acero n.º 1 y la lámina de acero n.º 2 (determinado por la fórmula (3)) es 727 °C, mientras que el punto Ac3 es 842 °C.

La lámina de acero n.º 3 y la lámina de acero n.º 4 difieren solo en el espesor de la lámina. El punto Ar3 de la lámina de acero n.º 3 y la lámina de acero n.º 4 (determinado por la fórmula (3)) es 711 °C, mientras que el punto Ac3 es 835 °C.

10 La lámina de acero n.º 5 y la lámina de acero n.º 6 tenían puntos Ar3 inferiores a 700 °C. Los puntos Ar3 de la lámina de acero n.º 5 y el punto Ar3 de la lámina de acero n.º 6 (determinados por la fórmula (3)) son respectivamente 680 °C y 693, mientras que los puntos Ac3 son respectivamente 822 °C y 825 °C.

Además, las cuatro láminas de acero del n.º 1 al n.º 3 y n.º 5 eran todas láminas de acero no chapadas en sus superficies (láminas de acero no chapadas). La lámina de acero n.º 4 es una lámina de acero galvanizado en caliente, mientras que la lámina de acero n.º 6 es una lámina de acero galvanizado en caliente.

15

Tabla 1

N.º	Espesor de lámina	Equivalente de carbono
1	1,4	0,23
2	2,3	0,23
3	1,4	0,26
4	2,3	0,26
5	1,4	0,31
6	1,4	0,32

Evaluación de la junta soldada

20 Se colocó un metal de relleno para soldadura fuerte de 30 µm de espesor entre las superficies de dos láminas de acero del mismo número en la Tabla 1 ("N.º") (por ejemplo, láminas de acero n.º 1) para preparar una combinación de láminas. En el presente documento, el tamaño de la superficie de la lámina de acero en cada caso era de un ancho de 50 mm y de una longitud de 50 mm. Además, las dos láminas de acero estaban superpuestas sobre todas las superficies. Se colocó un metal de relleno para soldadura fuerte en toda la región superpuesta.

25 A continuación, la combinación de láminas se cargó en un horno de calentamiento con una temperatura del horno de 1000 °C y se realizó la etapa de calentamiento. El tiempo de permanencia dentro del horno (tiempo de unión) fue de 5 min y la atmósfera del horno se convirtió en una atmósfera reductora. En esta realización, en el momento del calentamiento en el horno, la presión aplicada a la combinación de láminas fue de $1,0 \times 10^{-3}$ MPa.

30 Después de realizar la etapa de calentamiento en las condiciones anteriores, se usó una prensa plana enfriada por agua internamente (usando un troquel superior y un troquel inferior ambos con superficies de conformación planas) para retener la combinación de láminas desde arriba y abajo y realizar la etapa de estampación en caliente. La velocidad de enfriamiento del troquel en la etapa de estampación en caliente se realizó a 45 °C/s en todos los casos.

35 La junta soldada obtenida al realizar la etapa de estampación en caliente se midió mediante los métodos mencionados anteriormente para la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base (medición de posiciones a 1/4 de los espesores de lámina), dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (medición de 3 puntos de las posiciones a 10 µm de distancia del metal de relleno para soldadura fuerte) y espesor de la región suavizada. Los resultados se muestran en la Tabla 2 y la Tabla 3.

Tabla 2

		Temple a 850 °C (ejemplos comparativos)			Temple a 700 °C (ejemplos de invención)		
Combinación de láminas	Metal de relleno para soldadura fuerte	Dureza promedio de posiciones representativas de la región del metal base (HV)	Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (HV)	Espesor de la región suavizada (µm)	Dureza promedio de posiciones representativas de la región del metal base (HV)	Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (HV)	Espesor de la región suavizada (µm)
1-1	A	454	450	Ninguno	440	335	40
2-2	A	454	450		435	330	35
3-3	A	502	495		490	370	40
4-4	A	502	495		494	350	42

Tabla 3

		Temple a 850 °C (ejemplos comparativos)			Temple a 650 °C (ejemplos de invención)		
Combinación de láminas	Metal de relleno para soldadura fuerte	Dureza promedio de posiciones representativas de la región del metal base (HV)	Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (HV)	Espesor de la región suavizada (µm)	Dureza promedio de posiciones representativas de la región del metal base (HV)	Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (HV)	Espesor de la región suavizada (µm)
5-5	A	550	545	Ninguno	530	380	40
6-6	A	550	543		535	400	36

5 En la Tabla 2 y la Tabla 3, la "Combinación de láminas" se corresponde con los números que se muestran en la Tabla 1 ("n.º"). "Combinaciones de láminas" de "1-1", "2-2", "3-3", "4-4", "5-5" y "6-6" muestran respectivamente el uso de dos de las láminas de acero n.º 1, n.º 2, n.º 3, n.º 4, n.º 5 y n.º 6 que se muestran en la Tabla 1. Lo mismo también es cierto en la Tabla 4 y Tabla 5 explicadas más adelante.

10 Además, en la Tabla 2 y la Tabla 3, "A" en la columna de "metal de relleno para soldadura fuerte" muestra el uso de una soldadura fuerte de un 20 % de Cu-Sn (temperatura del sólido 770 °C, temperatura del líquido 930 °C) como el metal de relleno para soldadura fuerte. Lo mismo también es cierto en la Tabla 4 y Tabla 5 explicadas más adelante.

15 Además, en la tabla 2, el "temple a 850 °C" muestra que la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente fue de 850 °C. El "temple de 700 °C" muestra que la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente fue de 700 °C. Tal y como se ha explicado anteriormente, los puntos Ar3 de la lámina de acero n.º 1 y la lámina de acero n.º 2 son 727 °C, mientras que los puntos Ar3 de la lámina de acero n.º 3 y la lámina de acero n.º 4 son 711 °C. Por lo tanto, "temple a 850 °C" son ejemplos que no cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos comparativos). Por otro lado, "temple a 700 °C" son ejemplos que cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos de la invención).

20 De manera similar, en la tabla 3, el "temple a 850 °C" muestra que la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente fue de 850 °C. El "temple de 650 °C" muestra que la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente fue de 650 °C. Tal y como se ha explicado anteriormente, el punto Ar3 de la lámina de acero n.º 5 es 680 °C, mientras que el punto Ar3 de la lámina de acero n.º 6 es 693 °C. Por lo tanto, "temple a 850 °C" son ejemplos que no cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos comparativos). Por otro lado, "temple a 650 °C" son ejemplos que cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos de la invención).

25 Adicionalmente, en la Tabla 2 y la Tabla 3, "Dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal

base", "Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte" y "Espesor de la región suavizada" se explicaron en la presente realización. Lo mismo también es cierto en la Tabla 6 y Tabla 7 explicadas más adelante.

5 Sin embargo, en el presente documento, la región que cumple la fórmula (9) mencionada anteriormente se designa como la región suavizada. Es decir, una región con un valor de dureza de Vicker menor que el valor de la dureza promedio (HV) de las posiciones representativas de la región de metal base menos 50 HV se especificó como la "región suavizada".

10 Tal y como se muestra en la Tabla 2 y la Tabla 3, se entenderá que si no se cumple la condición de la fórmula (2), la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte no caerá mucho respecto de la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base. Además, la región suavizada no está formada. Por otro lado, si se cumple la condición de la fórmula (2), la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte cae 50 HV o más respecto de la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base. Además, se entenderá que se forma una región suavizada que tiene un espesor de 30 μm o más.

15 Evaluación de la pieza estampada en caliente

La figura 5 es una vista que muestra la forma de una pieza de prueba de una prueba de fatiga por tracción. Entre las superficies de dos láminas de acero del mismo número ("N.^o") en la Tabla 1 (por ejemplo, láminas de acero del n.^o 1), se colocó un metal de relleno para soldadura fuerte de 30 μm de espesor para producir una combinación de láminas (pieza de prueba de prueba de fatiga por tracción).

20 Tal y como se muestra en la figura superior de la figura 5, se colocaron dos láminas de acero de anchos de 25 mm y longitudes de 90 mm de manera que se superpusieron las regiones en la dirección del ancho y se superpusieron regiones de 25 mm desde el extremo frontal a lo largo de la dirección longitudinal. Se colocó un metal de relleno para soldadura fuerte en toda la región solapada (región de 25 mm x 25 mm).

25 La figura 6 es una vista que muestra la forma de una pieza de prueba de una prueba de tracción transversal. Entre las superficies de dos láminas de acero del mismo número ("N.^o") en la Tabla 1 (por ejemplo, láminas de acero del n.^o 1), se colocó un metal de relleno para soldadura fuerte de 30 μm de espesor para producir una combinación de láminas (pieza de prueba de prueba de tracción transversal).

30 Tal y como se muestra en la figura superior de la figura 6, se colocaron dos láminas de acero de anchos de 50 mm y longitudes de 150 mm, de modo que se solaparan regiones cuadradas de 50 mm x 50 mm en sus centros. Se colocó un metal de relleno para soldadura fuerte en toda la región de superposición (región de 50 mm x 50 mm).

Los conjuntos de láminas producidos de este modo (piezas de prueba para pruebas de fatiga por tracción y piezas de prueba para pruebas de tracción transversal se sometieron a etapas de calentamiento y estampación en caliente en las mismas condiciones que la junta soldada mencionada anteriormente (véase la sección "Evaluación de la junta soldada").

35 Una junta soldada obtenida mediante la etapa de estampación en caliente (pieza de prueba para la prueba de resistencia a la tracción) se sometió a una prueba de fatiga por tracción mediante una técnica basada en la norma JIS Z3136 para medir la resistencia a la fatiga por tracción (TSS). Además, la dirección de la tensión en el momento de la prueba de fatiga por tracción era la dirección de las flechas blancas que se muestran en la figura inferior de la figura 5.

40 Además, una junta soldada obtenida mediante la misma etapa de estampación en caliente (pieza de prueba para la prueba de tracción transversal) se sometió a una prueba de tracción transversal mediante una técnica basada en la norma JIS Z3137 para medir la resistencia a la tracción transversal (CTS). Además, la dirección de la tensión en el momento de la prueba de tracción transversal era la dirección de las flechas blancas que se muestran en la figura inferior de la figura 6.

45 En una pieza estampada en caliente tal como el miembro en forma de sombrero 110 mostrado en la figura 1, la forma de la tensión impartida difiere según la ubicación. La forma de la tensión se puede aproximar mediante la combinación de tensiones cuando la fuerza actúa en las direcciones de las flechas blancas que se muestran en las figuras inferiores de la figura 5 y la figura 6. Por lo tanto, cuando cumple la fórmula mencionada anteriormente (2), en comparación con cuando no lo haga, si se mejoran tanto la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) como la resistencia a la tracción transversal (CTS), se puede decir que la resistencia de la junta mejora sin importar cómo se conforme la junta soldada.
50 Por lo tanto, en el presente documento, una pieza estampada en caliente se evalúa evaluando la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) y la resistencia a la tracción transversal (CTS). Los resultados se muestran de la Tabla 4 a la Tabla 7.

Tabla 4

Combinación de láminas	Metal de relleno para soldadura fuerte	TSS (kN)		CTS (kN)	
		Temperatura de inicio de temple (°C)			
		850 (ejemplos comparativos)	700 (ejemplos de invención)	850 (ejemplos comparativos)	700 (ejemplos de invención)
1-1	A	31,8	40,5	3,3	4,7
2-2	A	34,55	46,5	3,7	5,22
3-3	A	33,6	42,3	3,5	4
4-4	A	35,7	48,2	3	3,5
1-1	B	36,1	40,5	4,4	6,7
2-2	B	40,3	45,1	4,2	6,2
3-3	B	38,5	42,6	4,6	7
4-4	B	43,7	49,5	3,6	5,5

Tabla 5

Combinación de láminas	Metal de relleno para soldadura fuerte	TSS (kN)		CTS (kN)	
		Temperatura de inicio de temple (°C)			
		850 (ejemplos comparativos)	650 (ejemplos de invención)	850 (ejemplos comparativos)	650 (ejemplos de invención)
5-5	A	32,6	38,3	3,2	4,5
6-6	A	30,5	36,6	2,9	4,4
5-5	B	33,2	49,6	3,1	4
6-6	B	34,5	47,5	2,7	3,3

5

Tabla 6

Temperatura de inicio de temple (°C)	TSS (kN)	Dureza promedio de posiciones representativas de la región del metal base (HV)	Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (HV)	Espesor de la región suavizada (µm)	Observaciones
850	34,55	460	460	0	Ejemplo comparativo
770	31,9	455	454	0	Ejemplo comparativo
735	33,3	450	440	0	Ejemplo comparativo
718	39,05	440	388	23	Ejemplo de la invención
694	46,5	435	330	35	Ejemplo de la invención
670	54,1	430	300	40	Ejemplo de la invención
635	49,9	420	298	60	Ejemplo de la invención
620	35	370	270	100	Ejemplo de referencia
580	32	350	250	130	Ejemplo de referencia

Tabla 7

Temperatura de inicio de temple (°C)	CTS (kN)	Dureza promedio de posiciones representativas de la región del metal base (HV)	Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (HV)	Espesor de la región suavizada (µm)	Observaciones
850	3,7	460	460	0	Ejemplo comparativo
765	3,8	455	454	0	Ejemplo comparativo
740	3,7	445	440	0	Ejemplo comparativo
720	5	440	388	20	Ejemplo de la invención
696	5,4	435	330	35	Ejemplo de la invención
671	6,5	430	300	40	Ejemplo de la invención
633	5,5	420	298	65	Ejemplo de la invención
623	3,9	370	270	100	Ejemplo de referencia
581	3,7	350	250	130	Ejemplo de referencia

5 En la Tabla 4 y la Tabla 5, "B" en la columna de "metal de relleno para soldadura fuerte" muestra el uso de una soldadura fuerte de un 30 % de Cu-Zn (temperatura del sólido 900 °C, temperatura del líquido 930 °C) como el metal de relleno para soldadura fuerte.

10 La "temperatura (de inicio) de temple" de la Tabla 4 a la Tabla 7 muestra la temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente. La Tabla 4 muestra los resultados de medición para la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) y la resistencia a la tracción transversal (CTS) para los casos en que la "temperatura (de inicio) de temple es de 850 °C y 700 °C. Tal y como se explicó con referencia a la Tabla 2, los resultados de medición cuando la "temperatura (de inicio) de temple" es 850 °C son ejemplos que no cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos comparativos). Por otro lado, los resultados de la medición cuando la "temperatura (de inicio) de temple" es 700 °C son ejemplos que cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos de la invención). Además, la Tabla 5 muestra los resultados de medición de la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) y la resistencia a la tracción transversal (CTS) para los casos en que la "temperatura (de inicio) de temple" es 850 °C y es 650 °C. Tal y como se ha explicado con referencia a la Tabla 3, los resultados de medición cuando la "temperatura (de inicio) de temple" es 850 °C son ejemplos que no cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos comparativos). Por otro lado, los resultados de la medición cuando la "temperatura (de inicio) de temple" es 650 °C son ejemplos que cumplen la condición de la fórmula (2) mencionada anteriormente (son ejemplos de la invención).

Tal y como se muestra en la Tabla 4 y la Tabla 5, se entenderá que independientemente de la combinación de las láminas y el tipo de metal de relleno para soldadura fuerte, en comparación con cuando la condición de la fórmula (2) no se cumple, cuando se cumple, tanto la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) como la resistencia a la tracción transversal (CTS) se pueden mejorar.

25 Además, la Tabla 6 y la Tabla 7 muestran los resultados de medición de la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) y la resistencia a la tracción transversal (CTS) para los casos en que la "temperatura de temple" (temperatura de inicio de temple X en la etapa de estampación en caliente) difiere para el caso de "combinación de láminas" de "2-2". Los resultados de medición de las Tablas 6 y 7 se representan mediante signos y se muestran en las figuras 7 y 8.

30 Tal y como se muestra en la Tabla 6 y la Tabla 7, se entenderá que si la "temperatura de temple" disminuye, tanto la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) como la resistencia a la tracción transversal (CTS) tienden a aumentar.

35 Tal y como se ha explicado anteriormente, el punto Ar3 de la lámina de acero n.º 2 es 727 °C. En la Tabla 6 y la Tabla 7, los resultados de la medición cuando la "temperatura de temple" sobrepasa esta temperatura se convierten en ejemplos que no cumplen la fórmula (2) (son ejemplos comparativos). Por otro lado, los resultados de medición cuando la "temperatura de temple" es esta temperatura o menos se convierten en ejemplos que cumplen la fórmula (2) (son ejemplos de la invención).

Tal y como se muestra en la Tabla 6 y la Tabla 7, al cambiar el intervalo de la "temperatura de temple", tal y como se

explica con referencia a la Tabla 2 y la Tabla 3, se entenderá que si no se cumple la condición de la fórmula (2), la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte no caerá mucho respecto de la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base. Esto será visualmente evidente a partir de las figuras 7 y 8. Además, la región suavizada no se formó. Por otro lado, se entenderá que si se cumple la condición de la fórmula (2), la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte cae 50 HV o más respecto de la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base. Esto será visualmente evidente a partir de las figuras 7 y 8. Además, se entenderá que se forma una región suavizada que tiene un espesor de 10 μm o más.

En particular, cuando la temperatura de inicio de temple X es (punto Ar3 - 100) ($^{\circ}\text{C}$) al punto Ar3 ($^{\circ}\text{C}$), la región del metal base se temple suficientemente y la dureza aumenta. Además, la región suavizada formada puede aliviar la concentración de tensión en el metal de relleno para soldadura fuerte, por lo tanto, la resistencia a la fatiga por tracción (TSS) y la resistencia a la tracción transversal (CTS) se hacen más grandes. Esto se entenderá visualmente a partir de las figuras 7 y 8.

Además, en la presente realización, se muestran los resultados de combinaciones de los mismos tipos de láminas. Se omitirán otras explicaciones de las combinaciones de láminas. Sin embargo, los inventores confirmaron que se obtiene una tendencia similar como se explica en la presente realización para la combinación de diferentes tipos de láminas.

Sinopsis

De la forma anterior, en la presente realización, la combinación de láminas 200 compuesta por las láminas de acero 210, 220 entre las cuales se intercala un metal de relleno para soldadura fuerte 231 se calienta a una temperatura del punto Ac3 de las láminas de acero (matriz) o más, luego se estampa en caliente usando como temperatura de inicio de temple X la temperatura del punto Ar3 de la lámina de acero (matriz) para producir de ese modo la junta soldada. Al hacer esto, es posible hacer que la dureza de Vicker en las posiciones de las láminas de acero 210, 220 cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte 230 (dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte) sea menor que el valor de la dureza inherente de Vicker de las láminas de acero 210, 220 (dureza promedio de posiciones representativas de la región del metal base) menos 50 HV. Es decir, es posible reducir la dureza de las regiones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte 231 de las láminas de acero 210, 220 (regiones suavizadas). Por lo tanto, es posible controlar la temperatura de las láminas de acero en la etapa de estampación en caliente para aumentar la resistencia de junta de la junta soldada. Por consiguiente, es posible producir una junta soldada de alta resistencia sin cambiar mucho el proceso convencional de producción de piezas estampadas en caliente.

Modificación

En la presente realización, en la etapa de calentamiento, la combinación de láminas 200 que se estaba calentando se presionó en la dirección del espesor de las láminas de acero 210, 220. Sin embargo, tal y como se describe en la memoria descriptiva de la bibliografía de patente 4, esta operación de presión puede realizarse después de la etapa de calentamiento y antes de la etapa de estampación en caliente. Además, si se realiza la operación de presión anterior, es posible evitar que se forme un espacio libre entre las láminas de acero 210, 220 y el metal de relleno para soldadura fuerte 231, así que esto es preferible, pero esta operación de presión no tiene que realizarse necesariamente.

Además, en la presente realización, la explicación se dio con referencia al ejemplo del caso de la soldadura fuerte en la etapa de calentamiento como en la técnica descrita en la memoria descriptiva de la bibliografía de patente 4. Sin embargo, tal y como se muestra en la técnica descrita en la memoria descriptiva de la bibliografía de patente 5, también es posible realizar la soldadura fuerte antes de la etapa de calentamiento.

Es decir, en lugar del primer metal de relleno para soldadura fuerte 231 que tiene una temperatura del líquido inferior a la temperatura de calentamiento en la etapa de calentamiento, un segundo metal de relleno para soldadura fuerte 232 que tiene una temperatura del sólido superior a la temperatura de calentamiento en la etapa de calentamiento por estampación en caliente ("etapa de calentamiento" en la presente realización) y más baja que la temperatura del sólido de las láminas de acero 210, 220 se usa para soldar las láminas de acero 210, 220 (etapa de soldadura). El segundo metal de relleno para soldadura fuerte 232 es un ejemplo del metal de relleno para soldadura fuerte 230. Difiere del primer metal de relleno para soldadura fuerte 231 en la temperatura del líquido y la temperatura del sólido, pero puede ser igual o diferente en otras propiedades, la forma, etc. Además, con respecto a la colocación del metal de relleno para soldadura fuerte 232 en la etapa de soldadura fuerte o la provisión de la región suavizada, en las figuras 2 a 4, léase la descripción "metal de relleno para soldadura fuerte 230" como "metal de relleno para soldadura fuerte 232".

En la etapa de soldadura fuerte, la combinación de láminas 200 fijada en el accesorio se calienta de modo que la temperatura del metal de relleno para soldadura fuerte 232 se convierta en una temperatura que sobrepasa la temperatura del líquido del metal de relleno para soldadura fuerte 232 y más baja que la temperatura del sólido de las láminas de acero 210, 220. Además, en este momento, de la misma manera que se ha explicado con referencia a la figura 3, la combinación de láminas 200 se calienta preferiblemente mientras se aplica presión. La combinación de

láminas 200 calentada de esta manera se enfría hasta que la temperatura del metal de relleno para soldadura fuerte 232 cae por debajo de la temperatura del sólido del metal de relleno para soldadura fuerte 232.

5 Después de esto, la etapa de calentamiento, la etapa de estampación en caliente y la etapa de granallado explicadas en la presente realización se realizan en ese orden. Incluso si se calienta la combinación de láminas soldadas 200 en la etapa de calentamiento, dado que la temperatura del sólido del metal de relleno para soldadura fuerte 232 es más alta que la temperatura de calentamiento, el metal de relleno para soldadura fuerte 232 no se convierte a una fase líquida y se puede mantener el estado de fase sólida. Además, de la misma forma que cuando se usa el primer metal de relleno para soldadura fuerte 231, antes del inicio del temple en la etapa de estampación en caliente, el punto Ar3 de las regiones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte en las láminas de acero se vuelve más alto que el punto Ar3 de las láminas de acero.

10 Por lo tanto, es posible formar la región suavizada mencionada anteriormente en las láminas de acero y no solo aumentar la resistencia a la tracción de la junta soldada, sino también evitar de manera fiable las grietas de fragilidad en el metal líquido en el momento de la estampación en caliente. Además, la soldadura fuerte se realiza como una etapa separada de la etapa de calentamiento antes de la estampación en caliente, por lo que la gestión de la soldadura fuerte se facilita y se puede evitar que las condiciones de soldadura fuerte se vean restringidas. Además, incluso si la atmósfera del calentamiento antes de la estampación en caliente es una atmósfera no reductora, es posible evitar que la oxidación del metal de relleno para soldadura fuerte haga imposible la soldadura. Debido a lo expuesto anteriormente, es posible aumentar la resistencia de la junta soldada sin realizar cambios importantes en el proceso convencional de estampación en caliente. El efecto anterior obtenido mediante el uso de dicho segundo metal de relleno para soldadura fuerte fue confirmado por experimentos de los presentes inventores. Además, al realizar esto, la soldadura se completa al iniciar la etapa de calentamiento, así que en la etapa de calentamiento, también es posible no aplicar la presión mencionada anteriormente.

15 Además, en la presente realización, la explicación se dio con referencia al ejemplo de una caja de dos láminas de acero unidas de forma plana. Sin embargo, el número de láminas de acero unidas en plano también puede ser de tres o más. En este caso, se coloca metal de relleno para soldadura fuerte entre cada dos láminas de acero enfrentadas.

20 Además, las posiciones de medición de temperatura explicadas en la presente realización, incluyendo los ejemplos y modificaciones también, eran todas las posiciones del centro del metal de relleno para soldadura fuerte en la dirección del espesor de las láminas de acero.

30 Además, las presentes realizaciones, incluyendo los ejemplos y modificaciones, muestran todas únicamente ejemplos de medios específicos para elaborar la presente invención. El alcance técnico de la presente invención solo está limitado por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de producción de una pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada según la reivindicación 5, comprendiendo el método:

5 una etapa de calentamiento para calentar una combinación de láminas de acero a una temperatura de calentamiento de un punto Ac3 de las láminas de acero o más, y

una etapa de estampación en caliente para templar y conformar la combinación de láminas calentadas mediante la etapa de calentamiento, y

comprendiendo, además, antes de la etapa de calentamiento,

10 una etapa de obtención de la combinación de láminas que tiene una pluralidad de láminas de acero superpuestas, de modo que las superficies de lámina estén enfrentadas entre sí y un primer metal de relleno para soldadura fuerte se coloque en una región predeterminada entre las superficies de dos láminas de acero mutuamente contiguas entre la pluralidad de láminas de acero;

o,

15 una etapa de obtención de la combinación de láminas que tiene una pluralidad de láminas de acero superpuestas, de modo que las superficies de lámina estén enfrentadas entre sí y un segundo metal de relleno para soldadura fuerte se coloque en una región predeterminada entre las superficies de dos láminas de acero mutuamente contiguas entre la pluralidad de láminas de acero; teniendo el segundo metal de relleno para soldadura fuerte una temperatura del sólido superior a la temperatura de calentamiento en la etapa de calentamiento e inferior que la temperatura del sólido de las láminas de acero,

20 y

una etapa de soldadura fuerte para calentar la combinación de láminas a una temperatura superior a una temperatura del líquido del segundo metal de relleno para soldadura fuerte e inferior a la temperatura del sólido de las láminas de acero antes de la etapa de calentamiento, enfriar luego a menos de la temperatura del sólido del segundo metal de relleno para soldadura fuerte para soldar las láminas de acero;

25 en donde

el primer metal de relleno para soldadura fuerte tiene una temperatura del líquido inferior a la temperatura de calentamiento en la etapa de calentamiento,

30 antes del inicio del temple en la etapa de estampación en caliente, el punto Ar3 en la región cercana al primer o segundo metal de relleno para soldadura fuerte en las láminas de acero es más alto que el punto Ar3 de las láminas de acero, y

la temperatura de inicio de temple de la combinación de láminas en la etapa de estampación en caliente se hace a una temperatura del punto Ar3 de la lámina de acero o menos y $(Ar3-100) ^\circ C$ o más, y en donde

el punto Ac3 es la temperatura en el caso expresado por la fórmula de aproximación de la siguiente fórmula (1):

$$35 \quad \text{Ac3} = -230,5x[C] + 31,6x[Si] - 20,4x[Mn] - 39,8x[Cu] - 18,1x[Ni] - 14,8x[Cr] + 16,8x[Mo] + 912 \cdots(1),$$

en la fórmula (1), [C], [Si], [Mn], [Cu], [Ni], [Cr] y [Mo] son respectivamente los contenidos (% en masa) de carbono, silicio, manganeso, cobre, níquel, cromo y molibdeno; y

el punto Ar3 se expresa mediante una aproximación de la siguiente fórmula (3):

$$\text{Ar3} = 902 - 527C - 62Mn + 60Si \cdots(3),$$

40 en la fórmula (3), C, Mn y Si son respectivamente los contenidos de carbono, manganeso y silicio (% en masa).

2. El método de producción de una pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada según la reivindicación 1, en donde, en la etapa de calentamiento, la combinación de láminas se calienta mientras se aplica presión a la combinación de láminas en la dirección del espesor de las láminas de acero.

45 3. El método de producción de una pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada según la reivindicación 1, en donde, en la etapa de soldadura fuerte, la combinación de láminas se calienta mientras se aplica presión a la combinación de láminas en la dirección del espesor de las láminas de acero.

4. El método de producción de una pieza estampada en caliente que tiene una junta soldada según una cualquiera

de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la pluralidad de láminas de acero está compuesta por una o ambas láminas de acero no chapadas sin chapar en sus superficies y láminas de acero galvanizado o láminas de acero recubiertas de aluminio.

5. Una junta soldada en una pieza estampada en caliente que comprende

- 5 una pluralidad de láminas de acero superpuestas, de modo que sus superficies queden enfrentadas y un metal de relleno para soldadura fuerte colocado en una región predeterminada entre las superficies de dos láminas de acero mutuamente contiguas en la pluralidad de láminas de acero, uniéndose las dos láminas de acero por el metal de relleno para soldadura fuerte,
- 10 junta soldada en la que una relación entre una dureza promedio de posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte en las láminas de acero que contactan con el metal de relleno para soldadura fuerte y una dureza promedio de posiciones representativas de una región de metal base en las láminas de acero cumple lo siguiente (A):
- Dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte (HV) + 50 HV < dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base (HV)... (A)
- 15 donde, en (A), las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte son posiciones separadas exactamente por 10 µm de las posiciones de las interfaces entre las dos láminas de acero que contactan con el metal de relleno para soldadura fuerte y el metal de relleno para soldadura fuerte a los lados de la lámina de acero a lo largo de la dirección del espesor de las láminas de acero,
- 20 las posiciones representativas de la región del metal base son posiciones en las dos láminas de acero que contactan con el metal de relleno para soldadura fuerte y separadas por longitudes de exactamente 1/4 de los espesores de las láminas de acero de las superficies de los lados de las láminas de acero que no contactan con el metal de relleno para soldadura fuerte en las dos superficies de las láminas a los lados de la lámina de acero a lo largo de la dirección del espesor de las láminas de acero,
- 25 la dureza promedio de las posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte es un promedio aritmético de las durezas de Vicker en tres posiciones cercanas al metal de relleno para soldadura fuerte,
- la dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base es un promedio aritmético de las durezas de Vicker en las posiciones representativas de la región del metal base, y
- los intervalos de las tres ubicaciones tienen longitudes de 3 veces el promedio aritmético de las longitudes de dos diagonales de una indentación formada primero para medir las durezas de Vicker,
- 30 en donde la dureza de Vicker se mide mediante el método prescrito en la norma JIS Z 2244.

6. La junta soldada según la reivindicación 5, en donde un espesor de una región suavizada es de 10 µm o más,

en donde la región suavizada se define como una región de las láminas de acero que contactan con el metal de relleno para soldadura fuerte y que cumplen la siguiente fórmula (B):

35 **Dureza de la región suavizada (HV) + 50 HV < dureza promedio de las posiciones representativas de la región del metal base (HV)... (B)**

donde en (B), una dureza de la región suavizada es la dureza de Vicker en la región suavizada, y en donde el espesor de la región suavizada se calcula según el método proporcionado en la descripción.

7. La junta soldada según la reivindicación 5 o 6, en donde la pluralidad de láminas de acero está compuesta por una o ambas láminas de acero no chapadas sin chapar en sus superficies y láminas de acero galvanizado o láminas de acero recubiertas de aluminio.

40

FIG. 1

100

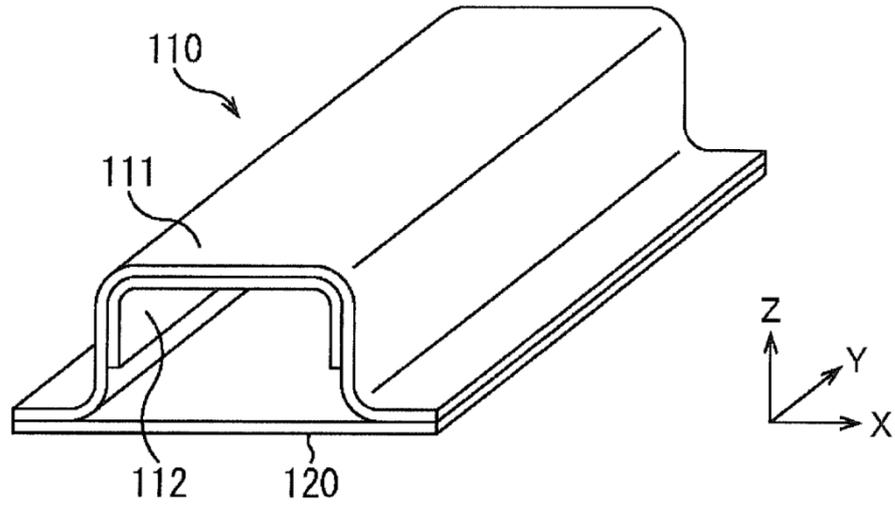


FIG. 2

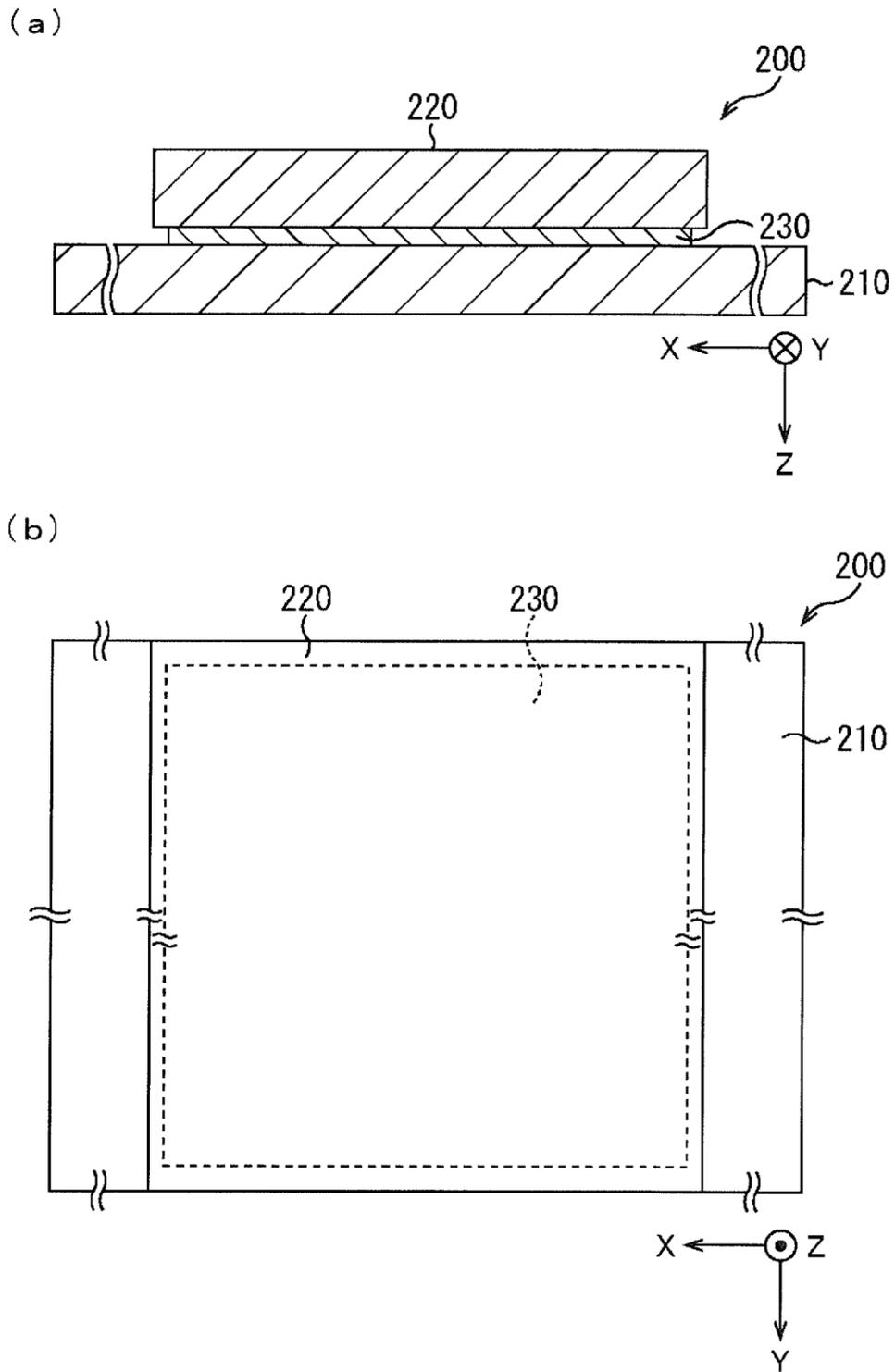


FIG. 3

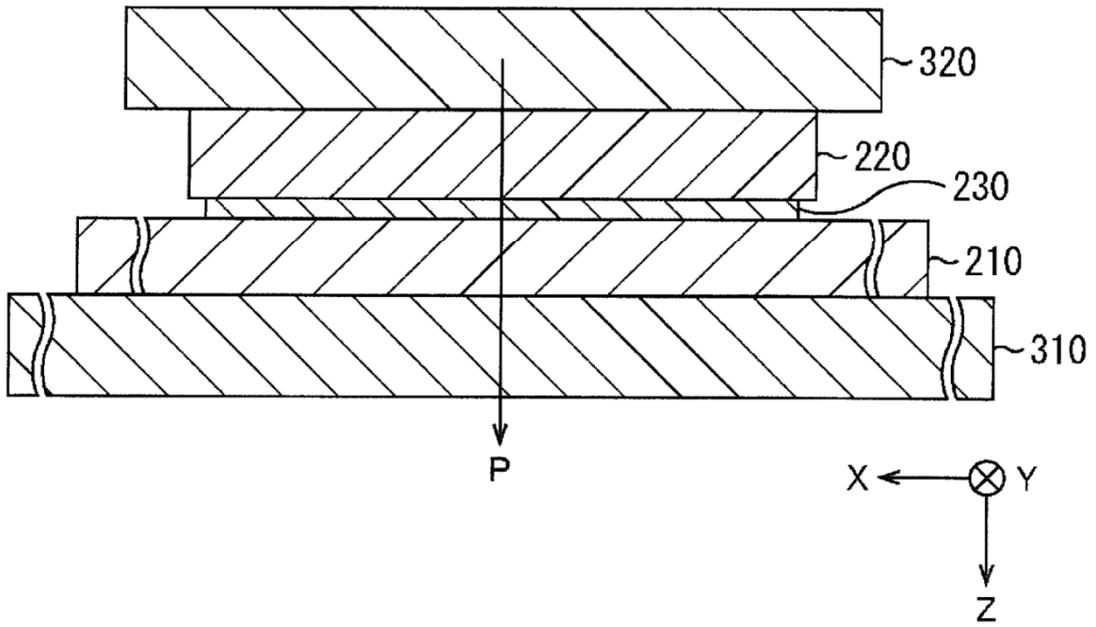


FIG. 4

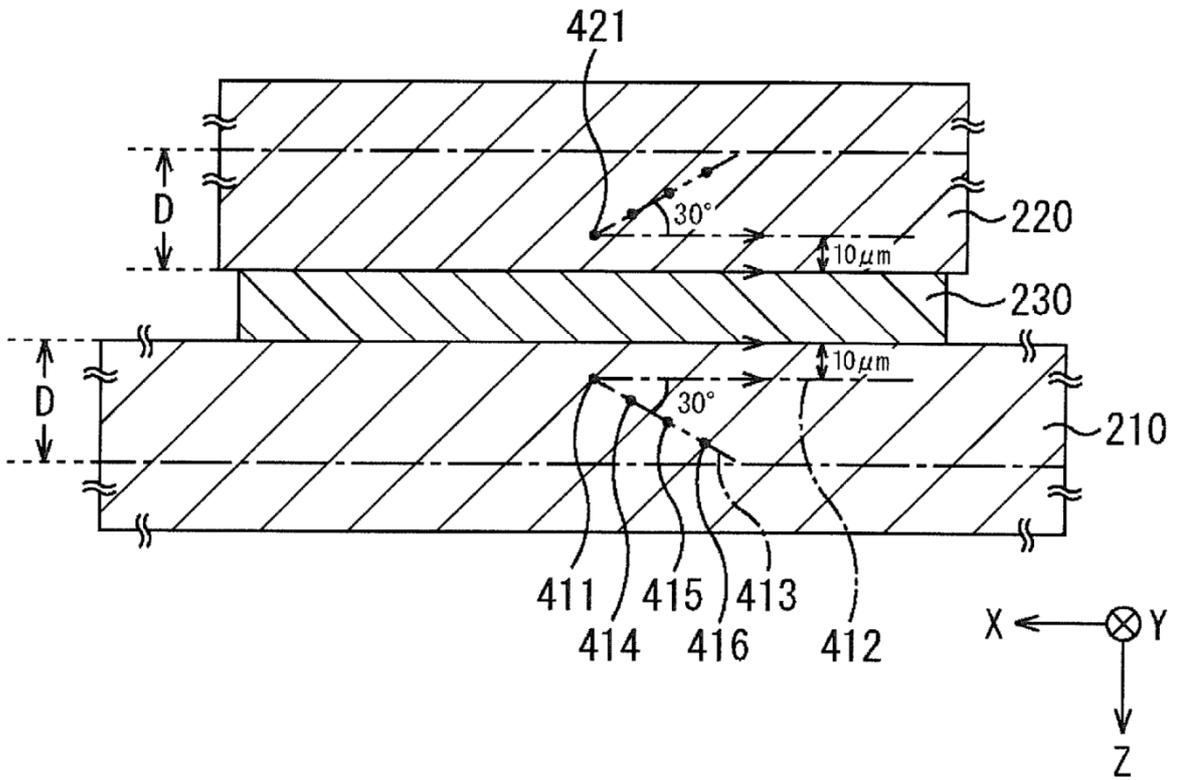


FIG. 5

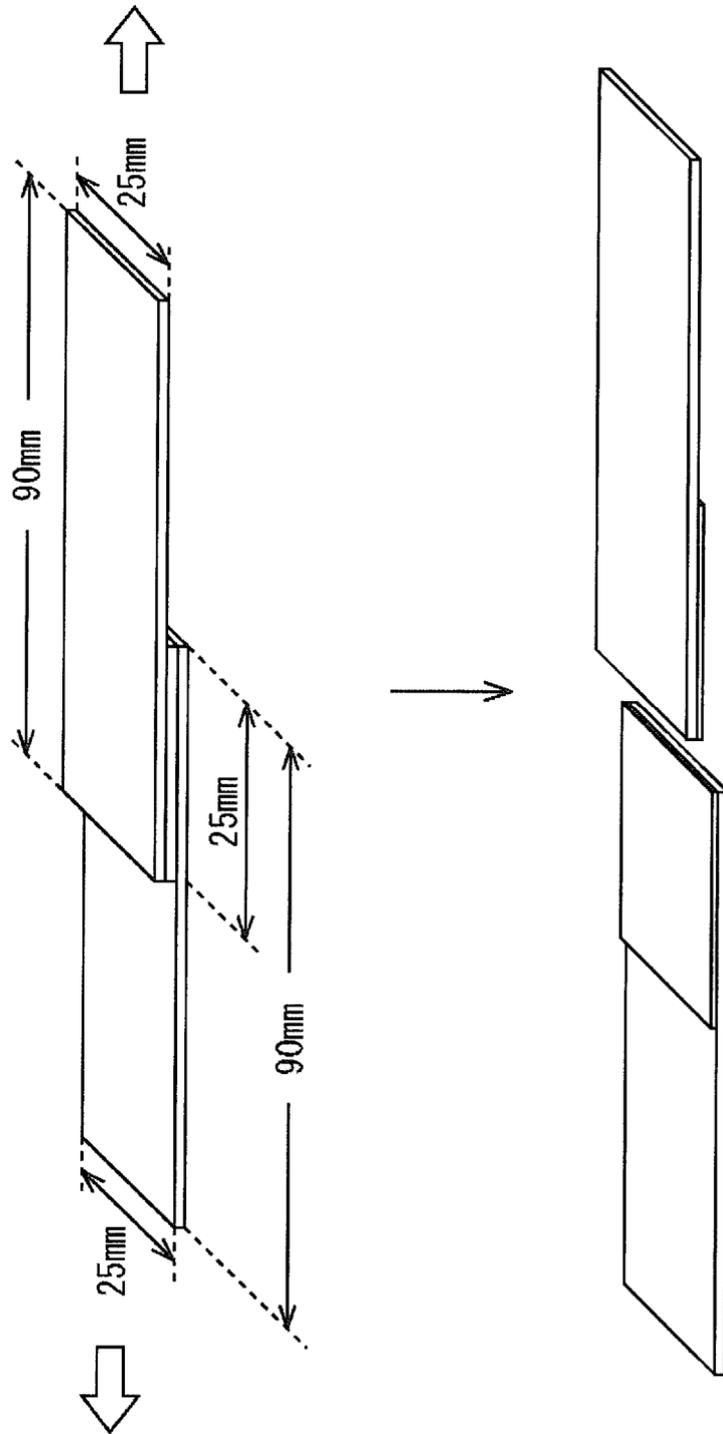


FIG. 6

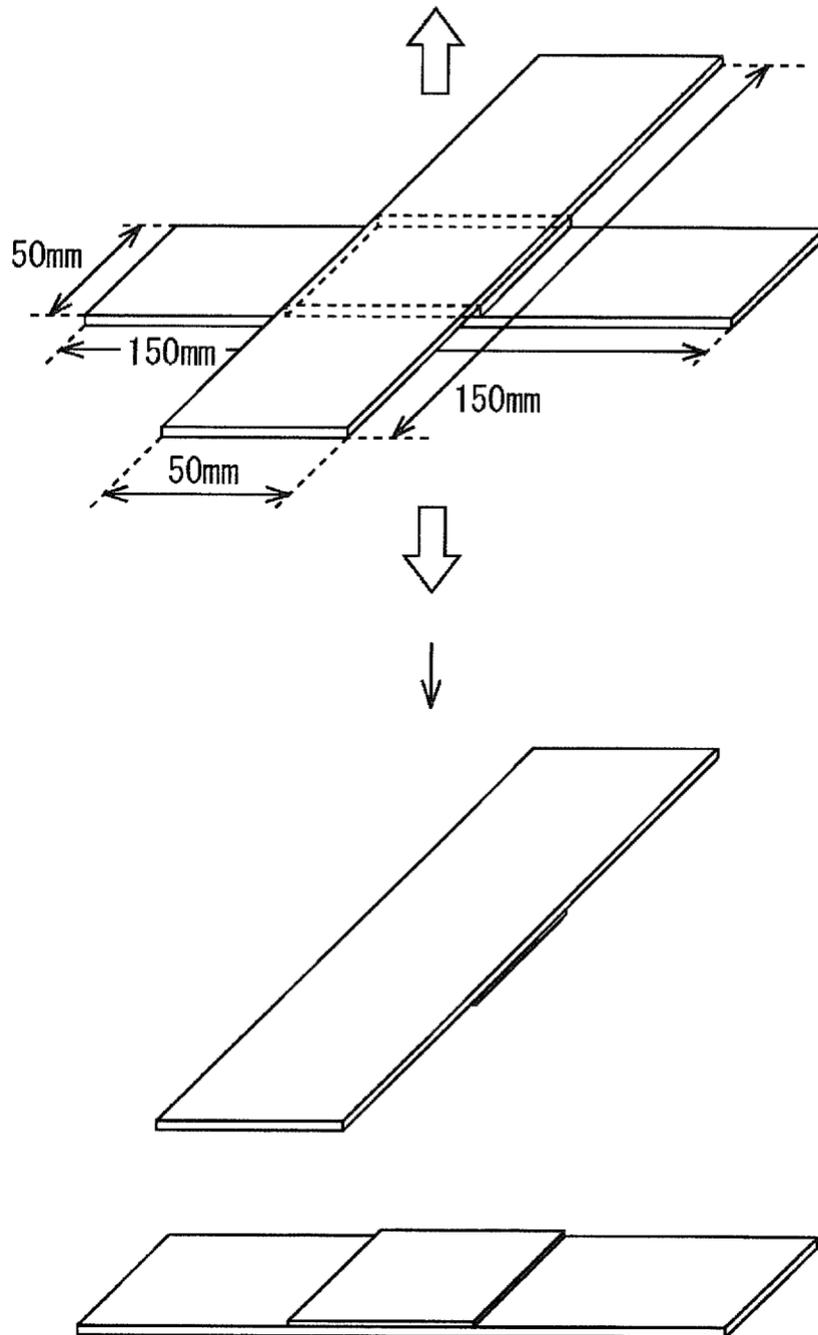


FIG. 7

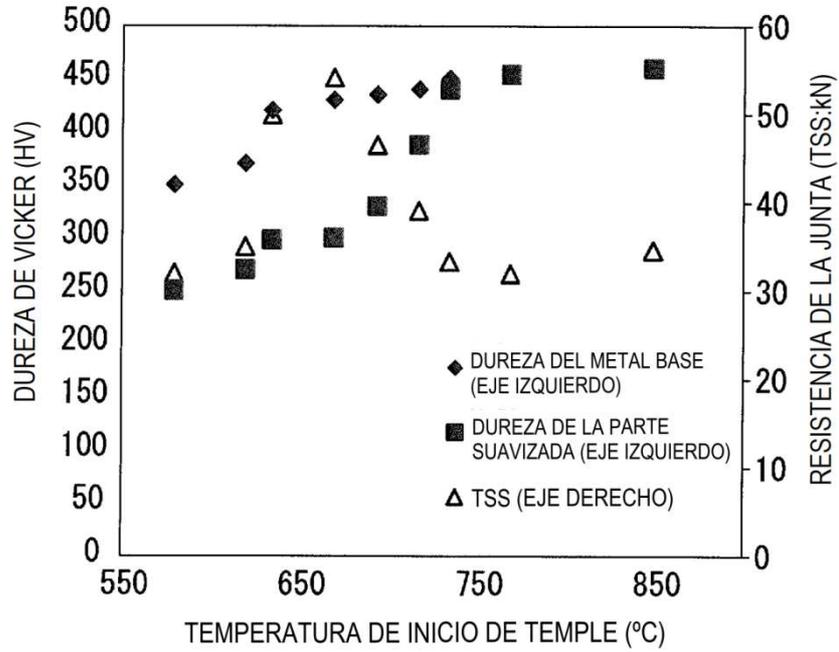


FIG. 8

