

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 885**

51 Int. Cl.:

B21D 22/26 (2006.01)

B21D 5/01 (2006.01)

B21D 24/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2017 PCT/JP2017/012609**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017 WO17170533**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2017 E 17775070 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3437751**

54 Título: **Método para fabricar un artículo conformado por prensado**

30 Prioridad:

28.03.2016 JP 2016063058

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

03.08.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NISHIMURA, RYUICHI y
NAKAZAWA, YOSHIKI**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 776 885 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para fabricar un artículo conformado por prensado

5 Campo técnico

La presente descripción se refiere a un método para producir un producto conformado por prensado y formado por una chapa de acero.

10 Antecedentes de la técnica

Una pieza del bastidor de un automóvil es un producto conformado por prensado que, en muchos casos, tiene una sección transversal en forma de sombrero o de acanaladura. El producto conformado por prensado incluye una sección de chapa superior y dos secciones de pared vertical. En un sentido exacto, un producto conformado por prensado que tiene una sección transversal en forma de sombrero incluye adicionalmente dos secciones de pestaña. Los productos conformados por prensado tienen una variedad de formas. Un ejemplo de un producto conformado por prensado que tiene una forma complicada es un producto conformado por prensado que incluye una sección de chapa superior que sube y baja a lo largo de la dirección longitudinal de este. El producto conformado por prensado está configurado de manera que la sección de chapa superior tiene un área cóncava curvada hacia adentro en una vista lateral y un área convexa curvada hacia afuera en la vista lateral, con las áreas cóncava y convexa continuas entre sí en la dirección longitudinal del producto conformado por prensado.

Para producir un producto conformado por prensado que tiene una forma tan complicada, se utiliza principalmente como chapa tosca una chapa de acero suave o una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 440 MPa (estas chapas también se denominan colectivamente como "chapa de acero de baja resistencia"). La resistencia a la tracción (TS) de una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 440 MPa es 440 MPa o superior, y su límite elástico (YP) es aproximadamente 350 MPa o superior. Cuando se conforma en la prensa una chapa tosca de acero de baja resistencia, que se convierte en un producto conformado por prensado de forma complicada, la aparición de arrugas es una preocupación. Por lo tanto, la conformación por prensado convencional es principalmente una conformación por estirado (véase, por ejemplo, el documento WO 2014/042067 (Literatura de Patente 1)). Una razón para esto es que en la conformación por estirado puede evitarse la aparición de arrugas porque la conformación tiene lugar con una tensión aplicada a la chapa tosca. Como último proceso se efectúa una conformación por plegado para fijar la forma.

En los últimos años viene requiriéndose requiere que los automóviles mejoren el consumo de combustible, con vistas a la preservación del medio ambiente mundial. Con este fin, se recomienda que cada pieza del bastidor de un automóvil tenga un peso reducido. Debido a las circunstancias descritas anteriormente, tiende a usarse una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 590 MPa (en lo sucesivo, también denominada "chapa de acero de resistencia media"), con poco espesor de chapa, como chapa tosca para un producto conformado por prensado que se use como pieza del bastidor. Además, tiende a usarse como chapa tosca una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 980 MPa (en lo sucesivo, también denominada "chapa de acero de alta resistencia") con un espesor de chapa más pequeño. La resistencia a la tracción (TS) de una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 590 MPa es 590 MPa o superior, y el límite elástico (YP) de la misma es aproximadamente 400 MPa o superior. La resistencia a la tracción (TS) de una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 980 MPa es 980 MPa o superior, y el límite elástico (YP) de la misma es aproximadamente 600 MPa o superior.

Sin embargo, cuando se forma un producto conformado por prensado con una forma complicada a partir de una chapa tosca de acero de resistencia media, y el conformado por prensado es principalmente realizado por estirado, tal como se describió anteriormente, en algunos casos se produce una tensión excesiva cerca de una arista existente entre el área convexa de la sección de chapa superior y cada una de las secciones de pared vertical. Por lo tanto, el grosor de la chapa tosca disminuye en la proximidad de las aristas, lo que da lugar a la rotura del producto conformado por prensado en algunos casos. Adicionalmente, en el área cóncava de la sección de chapa superior se induce un esfuerzo de compresión en la dirección longitudinal de la chapa tosca. Por lo tanto, se acumula el material en las cercanías del área cóncava de la sección de chapa superior, lo que da lugar a la aparición de arrugas.

Si se sustituye la parte principal de la conformación en prensa por una conformación por plegado usando una almohadilla, se evita una disminución excesiva del grosor de la chapa en las cercanías de las aristas adyacentes al área convexa de la sección de chapa superior. Sin embargo, se producen arrugas en las correspondientes áreas convexas de pared vertical (parte de las secciones de pared vertical) que se extienden desde el área convexa de la sección de chapa superior y el área cóncava de la sección de chapa superior. En el caso de un producto conformado por prensado con forma de sombrero, también se producen arrugas en las correspondientes áreas convexas de pestaña (parte de las secciones de pestaña) que se extienden desde las correspondientes áreas convexas de pared vertical. Una razón para esto es que, en la conformación por prensado, el material de las secciones de pared vertical y de las secciones de pestaña que no esté restringido por el utilaje de la prensa se desplaza hacia el área convexa.

Es decir, con la conformación por estirado y la conformación por plegado normales, es difícil formar un producto

conformado por prensado que tenga una forma complicada. Tal situación ocurre de una manera más acusada en el caso de usar como chapa tosca una chapa de acero de alta resistencia. Una razón para esto es que la ductilidad de una chapa de acero de alta resistencia es además más pequeña que la ductilidad de una chapa de acero de resistencia media.

- 5 El documento CN 104 903 020 da a conocer un método que produce un artículo moldeado por prensado que tiene una sección transversal en forma de sombrero con unas pestañas a ambos lados, una chapa superior, unas paredes verticales a ambos lados, y que tiene una forma curvada en la dirección vertical de una forma en uve invertida a lo largo de la dirección longitudinal, según se mira el artículo desde una cara lateral con la sección de chapa superior en el lado de arriba. Se forma un cuerpo moldeado intermedio estirando una hoja metálica normal para darle una forma intermedia y, después de preparar mediante retoques la forma exterior del cuerpo moldeado intermedio, se efectúa el subsiguiente estirado para darle la forma final.
- 10

LISTA DE CITAS

15 LITERATURA DE PATENTES

Literatura de Patente 1: WO 2014/042067

20 **Sumario de la invención**

Problema técnico

- La presente divulgación se ha realizado en vista del problema descrito anteriormente. Un objetivo de la presente divulgación es proporcionar un método de producción de un producto conformado por prensado capaz de evitar la aparición de arrugas cuando se produce un producto conformado por prensado que incluye una sección de chapa superior que sube y baja a lo largo de la dirección longitudinal de este.
- 25

Solución al problema

- Un método de producción de un producto conformado por prensado, según una realización de la presente divulgación, es aplicado a la producción de un producto conformado por prensado que incluye dos aristas, una sección de chapa superior y dos secciones de pared vertical. La sección de chapa superior se encuentra entre las dos aristas. Las dos secciones de pared vertical se extienden desde la sección de chapa superior a través de las aristas. Las dos aristas tienen una arista cóncava curvada convexamente hacia el lado interno de la sección de pared vertical correspondiente y una arista convexa curvada convexamente hacia el lado externo de la sección de pared vertical correspondiente. La distancia lineal entre el centro de cada una de las aristas cóncavas y el centro de la arista convexa correspondiente es igual a 15 veces el espacio entre las dos aristas o menos. La sección de chapa superior tiene un área cóncava ubicada entre las aristas cóncavas y un área convexa ubicada entre las aristas convexas. Las secciones de pared vertical tienen unas áreas de pared vertical en correspondencia cóncava, adyacentes a las aristas cóncavas, y unas áreas de pared vertical en correspondencia convexa, adyacentes a las aristas convexas. El método de producción incluye una etapa de colocación, una primera etapa de prensado y una segunda etapa de prensado. La etapa de colocación es la etapa de colocar una chapa tosca de metal de tal manera que la chapa tosca de metal se extienda por fuera de los lados opuestos de un vértice de un primer punzón. La primera etapa de prensado es la etapa de hacer que la chapa tosca sufra una conformación por plegado mediante el uso del primer punzón, una almohadilla y una primera matriz de tal manera que se formen en la chapa tosca las aristas cóncavas, el área cóncava, y las áreas de la pared vertical en correspondencia cóncava que son las áreas adyacentes a las aristas cóncavas, para producir un producto conformado intermedio. La segunda etapa de prensado es la etapa de hacer que el producto conformado intermedio sufra una conformación por estirado mediante el uso de un segundo punzón, una segunda matriz y un pisador de tal manera que se formen en el producto conformado intermedio las aristas convexas, el área convexa y las áreas en correspondencia convexa de las áreas de pared vertical, que son las áreas adyacentes a las aristas convexas.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50

Efectos ventajosos de la invención

- El método de producción de un producto conformado por prensado según la realización de la presente divulgación es capaz de evitar la aparición de arrugas cuando se produce un producto conformado por prensado que incluye una sección de chapa superior que sube y baja a lo largo de la dirección longitudinal de este.
- 55

Breve descripción de los dibujos

- [FIG. 1A] La FIG. 1A es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo de un producto conformado por prensado producido mediante el uso de un método de producción de acuerdo con una realización de la presente invención. [FIG. 1B] La FIG. 1B es una vista lateral del producto conformado por prensado que se muestra en la FIG. 1A. [FIG. 2A] La FIG. 2A es una vista en perspectiva para describir una primera etapa de prensado del método de producción de acuerdo con la presente realización. [FIG. 2B] La FIG. 2B es una vista en perspectiva para describir la situación de una segunda etapa de prensado
- 60
- 65

después de la primera etapa de prensado.

[FIG. 2C] La FIG. 2C es una vista en perspectiva para describir la situación de una tercera etapa de prensado después de la segunda etapa de prensado.

5 [FIG. 3A] La FIG. 3A es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior de un producto conformado intermedio después de la primera etapa de prensado.

[FIG. 3B] La FIG. 3B es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado intermedio después de la segunda etapa de prensado.

[FIG. 3C] La FIG. 3C es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado por prensado después de la tercera etapa de prensado.

10 [FIG. 4A] La FIG. 4A es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior de un producto conformado intermedio después de la primera etapa de prensado.

[FIG. 4B] La FIG. 4B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IVB-IVB de la FIG. 4A.

[FIG. 4C] La FIG. 4C es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IVC-IVC de la FIG. 4A.

[FIG. 4D] La FIG. 4D es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IVD-IVD de la FIG. 4A.

15 [FIG. 5] La FIG. 5 es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado intermedio después de la segunda etapa de prensado.

[FIG. 6A] La FIG. 6A es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior de un producto conformado por prensado en un caso en el que durante la conformación por estirado se forman primero unas áreas en correspondencia convexa.

20 [FIG. 6B] La FIG. 6B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VIB-VIB de la FIG. 6A.

[FIG. 6C] La FIG. 6C es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VIC-VIC de la FIG. 6A.

[FIG. 6D] La FIG. 6D es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VID-VID de la FIG. 6A.

[FIG. 7] La FIG. 7 es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado por prensado en un caso en el que las áreas en correspondencia convexa se forman durante la conformación por estirado y las áreas en correspondencia cóncava se forman después durante la conformación de plegado.

Descripción de las realizaciones

30 Un método de producción de un producto conformado por prensado según una realización de la presente invención es aplicado a la producción de un producto conformado por prensado que incluye dos aristas, una sección de chapa superior y dos secciones de pared vertical. La sección de chapa superior se encuentra entre las dos aristas. Las dos secciones de pared vertical se extienden desde la sección de chapa superior a través de las aristas. Las dos aristas tienen una arista cóncava curvada convexamente hacia el lado interno de la sección de pared vertical correspondiente y una arista convexa curvada convexamente hacia el lado externo de la sección de pared vertical correspondiente. Es decir, el producto conformado por prensado producido por el método de producción de acuerdo con la presente realización tiene una sección transversal en forma de sombrero o acanaladura e incluye la sección de chapa superior que sube y baja a lo largo de la dirección longitudinal de este. La dirección longitudinal significa la dirección de una línea recta que conecta entre sí los centros de los bordes de la sección de chapa superior en los extremos opuestos en los que no hay arista. En un sentido exacto, un producto conformado por prensado que tiene una sección transversal en forma de sombrero incluye además dos secciones de pestaña que se extienden desde las secciones de pared vertical. Un producto conformado por prensado que tiene una forma tan complicada se usa, por ejemplo, como pieza del bastidor de un automóvil (ejemplos: miembro del lado delantero trasero, miembro del lado trasero, miembro transversal, miembro superior y pilar B).

45 La sección de chapa superior tiene un área cóncava ubicada entre las aristas cóncavas y un área convexa ubicada entre las aristas convexas. Un ejemplo típico de la sección de chapa superior del producto conformado por prensado de la presente realización está provisto de un área cóncava y un área convexa. El área cóncava y el área convexa pueden no ser adyacentes entre sí siempre que el área cóncava y el área convexa sean suavemente continuas entre sí. Por ejemplo, entre el área cóncava y el área convexa puede existir un área plana que tenga una longitud corta en la dirección longitudinal. Sin embargo, se observa que la distancia lineal entre el centro de cada una de las aristas cóncavas y el centro de la arista convexa correspondiente es igual a 15 veces el espacio entre las dos aristas o menos. Cada porción extrema de la sección de chapa superior puede estar provista de un área plana. La sección de chapa superior puede no tener un ancho fijo. Por ejemplo, el ancho de la sección de chapa superior puede variar suavemente.

55 Las secciones de pared vertical tienen unas áreas de pared vertical en correspondencia cóncava adyacentes a las aristas cóncavas y unas áreas de pared vertical en correspondencia convexa adyacentes a las aristas convexas. En un ejemplo típico de las secciones de pared vertical del producto conformado por prensado de la presente realización, la altura de las secciones de pared vertical (tamaño de las secciones de pared vertical en la dirección perpendicular a la sección de chapa superior) es fija sobre toda el área de las secciones de pared vertical. Sin embargo, las secciones de pared vertical pueden no tener una altura fija. Por ejemplo, la altura de las secciones de pared vertical puede variar suavemente. En un ejemplo típico de secciones de pestaña del producto conformado por prensado de la presente realización, el ancho de las secciones de pestaña es fijo sobre toda el área de las secciones de pestaña. Sin embargo, las secciones de pestaña pueden no tener un ancho fijo. Por ejemplo, el ancho de las secciones de pestaña puede variar suavemente.

65 El método de producción de acuerdo con la presente realización incluye una etapa de colocación, una primera etapa

de prensado y una segunda etapa de prensado. En la etapa de colocación, se coloca una chapa tosca de metal de modo que se extienda fuera de los lados opuestos del vértice de un primer punzón.

5 En la primera etapa de prensado, la chapa tosca sufre una conformación por plegado mediante el uso del primer punzón, una almohadilla y una primera matriz. La conformación por plegado produce un producto conformado intermedio que tiene al menos las aristas cóncavas, el área cóncava y las áreas en correspondencia cóncava de las paredes verticales que son las áreas adyacentes a las aristas cóncavas. El producto conformado intermedio también está formado para tener una forma convexa/cóncava de la sección de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava. Para producir un producto conformado por prensado que tenga una sección transversal en forma de sombrero, a partir de las áreas de las secciones de pestaña se forman adicionalmente unas áreas de pestaña en correspondencia cóncava que se extienden desde las áreas en correspondencia cóncava de las paredes verticales. En la segunda etapa de prensado, el producto conformado intermedio producido en la primera etapa de prensado es sometido a una conformación por estirado mediante el uso de un segundo punzón, una segunda matriz y un pisador. Así se forman en el producto conformado intermedio las aristas convexas, el área convexa y las áreas en correspondencia convexa de las paredes verticales que son las áreas adyacentes a las aristas convexas. Para producir un producto conformado por prensado que tenga una sección transversal en forma de sombrero, se forman adicionalmente, a partir de las áreas de las secciones de pestaña, unas áreas de pestaña en correspondencia convexa que se extienden desde las áreas en correspondencia convexa de las paredes verticales.

10 20 En el método de producción de acuerdo con la presente realización, las paredes verticales del producto conformado por prensado se clasifican en paredes verticales en correspondencia cóncava y paredes verticales en correspondencia convexa. En el caso de que el producto conformado por prensado incluya las pestañas, las paredes verticales en correspondencia cóncava y las áreas de pestaña en correspondencia cóncava se denominan colectivamente "áreas en correspondencia cóncava", y las paredes verticales en correspondencia convexa y las áreas de pestaña en correspondencia convexa se denominan colectivamente "áreas en correspondencia convexa". El área de la sección de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava y las paredes verticales en correspondencia cóncava, o áreas en correspondencia cóncava, se forman primero en la primera etapa de prensado, y el área convexa de la sección de chapa superior y las paredes verticales en correspondencia convexa, o áreas en correspondencia convexa, se forman después en la segunda etapa de prensado.

25 30 De acuerdo con el método de producción así configurado, dado que la primera etapa de prensado, que se lleva a cabo primero, es la formación de dobleces usando la almohadilla, no se producen arrugas en el área cóncava de la sección de chapa superior o en las áreas en correspondencia cóncava. En este proceso, el área correspondiente a las áreas en correspondencia convexa es suavemente continua con el área convexa. Por lo tanto, no se producen arrugas en el área correspondiente a las áreas en correspondencia convexa. Dado que la segunda etapa de prensado, que se lleva a cabo después, es la conformación por estirado realizada con tensión aplicada sobre la chapa tosca, no se producen arrugas en las áreas en correspondencia convexa. En este punto, las áreas en correspondencia cóncava ya se han creado mediante la primera etapa de prensado realizada anteriormente. Por lo tanto, no se producen arrugas en las áreas en correspondencia cóncava. Por lo tanto, con el método de producción de acuerdo con la presente realización, se puede evitar la aparición de arrugas al producir el producto conformado por prensado que tiene una sección transversal en forma de sombrero o acanaladura e incluye la sección de chapa superior que sube y baja a lo largo de la dirección longitudinal del mismo. Más adelante se describirá una razón por la cual se producen arrugas en caso de que se invierta el orden de la primera y segunda etapas de prensado.

45 En el método de producción descrito anteriormente, se cumplen de preferencia las condiciones expresadas por las siguientes Fórmulas (1) a (5):

$$(Ra/\theta a) \times 0,03 \times (650/YP) \times (t/1,8)^2 < Ha < 250 \quad (1);$$

50 $15 < \theta a < 85 \quad (2);$

$$(Rb/\theta b) \times 0,02 \times (650/YP) \times (t/1,8)^2 < Hb < 250 \quad (3);$$

55 y $15 < \theta b < 85 \quad (4);$

$$40 < L < 16 \times (Ha + Hb) / 2 \times (650/YP) \times (t/1,8)^2 \quad (5),$$

60 donde los símbolos de las Fórmulas anteriormente descritas significan lo siguiente:

- YP [MPa] representa el límite elástico de la chapa tosca;
- t [mm] representa el espesor de la chapa tosca;
- Ra [mm] representa el radio de curvatura de las aristas cóncavas en un plano que contiene la dirección perpendicular a la sección de chapa superior y la dirección longitudinal de la sección de chapa superior;

θ_a [°] representa el ángulo central de las aristas cóncavas en el plano que contiene la dirección perpendicular a la sección de chapa superior y la dirección longitudinal de la sección de chapa superior;

H_a [mm] representa la altura de las áreas de pared vertical en correspondencia cóncava en el centro de las aristas cóncavas en la dirección perpendicular a la sección de chapa superior;

5 R_b [mm] representa el radio de curvatura de las aristas convexas en el plano que contiene la dirección perpendicular a la sección de chapa superior y la dirección longitudinal de la sección de chapa superior;

θ_b [°] representa el ángulo central de las aristas convexas en el plano que contiene la dirección perpendicular a la sección de chapa superior y la dirección longitudinal de la sección de chapa superior;

10 H_b [mm] representa la altura de las áreas de pared vertical en correspondencia convexa en el centro de las aristas convexas en la dirección perpendicular a la sección de chapa superior; y

L [mm] representa la distancia lineal desde el centro de cada una de las aristas cóncavas hasta el centro de la arista convexa correspondiente.

15 En el caso de que se satisfagan las Fórmulas (1) y (2) descritas anteriormente, y se emplee la conformación por prensado convencional que es principalmente una conformación por estirado, se producen arrugas en el área convexa de la sección de chapa superior. En el caso de que se satisfagan las Fórmulas (3) y (4) descritas anteriormente, y se emplee la conformación por prensado convencional que es principalmente una conformación por plegado usando una almohadilla, se producen arrugas en las áreas de pared vertical en correspondencia convexa y en las áreas de pestaña en correspondencia convexa. Adicionalmente, se producen arrugas en el caso de que se cumpla la condición expresada por la Fórmula (5) descrita anteriormente. El método de producción de acuerdo con la presente realización puede evitar la aparición de las arrugas.

25 En el método de producción descrito anteriormente, en el caso de que la altura de las áreas de pared vertical en correspondencia cóncava o las áreas de pared vertical en correspondencia convexa del producto conformado por prensado, producido en la segunda etapa de prensado, sea menor que la altura deseada para las áreas de pared vertical del producto conformado por prensado, el método de producción puede incluir una tercera etapa de prensado. En la tercera etapa de prensado, se efectúa una conformación por plegado después de la segunda etapa de prensado para desplazar las segundas aristas de las secciones de pared vertical hacia el lado exterior de las secciones de pared vertical, estando las segundas aristas ubicadas en posiciones opuestas a las aristas. En la tercera etapa de prensado, las herramientas de prensado que incluyen un punzón y una matriz pueden estar provistas adicionalmente de una almohadilla.

35 En el método de producción descrito anteriormente, puede usarse en la conformación la chapa tosca formada por una chapa de acero que tenga un límite elástico de 400 MPa o superior. En un ejemplo típico, la chapa de acero que tiene un límite elástico (YP) de 400 MPa o superior es una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 590 MPa (chapa de acero de resistencia media con una resistencia a la tracción (TS) de 590 MPa o superior). De mayor preferencia, la chapa tosca puede tener un límite elástico de 600 MPa o superior. En un ejemplo típico, la chapa de acero que tiene un límite elástico (YP) de 600 MPa o superior es una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 980 MPa (chapa de acero de alta resistencia con una resistencia a la tracción (TS) de 980 MPa o superior).
40 Cuando el límite elástico de la chapa tosca es de 400 MPa o superior, la cantidad de deformación fuera del plano aumenta durante la conformación por prensado y, por lo tanto, el material tiende a acumularse. Es decir, tienden a aparecer las arrugas. El método de producción de acuerdo con la presente realización es particularmente eficaz en la conformación de una chapa tosca que tienda a provocar la aparición de arrugas en un producto conformado por prensado que tenga una forma complicada. Adicionalmente, cuando el límite elástico de la chapa tosca es de 400 MPa o superior, se mejora el rendimiento parcial del producto conformado por prensado.

50 En el método de producción descrito anteriormente, incluso se puede conformar una chapa tosca que tenga un espesor de chapa que varíe entre 0,8 y 1,6 mm. Cuando el espesor de la chapa tosca es de 1,6 mm o menos, la cantidad de deformación fuera del plano aumenta durante la conformación por prensado y, por lo tanto, el material tiende a acumularse. Es decir, tienden a aparecer las arrugas. Cuando el espesor de la chapa tosca es inferior a 0,8 mm, es probable que no se cumplan la característica de impacto y la rigidez requeridas para el producto conformado por prensado, como pieza de bastidor, porque la chapa tosca es demasiado delgada. Por otro lado, cuando el espesor de la chapa tosca es superior a 1,6 mm, es poco probable que el peso del producto conformado por prensado sea suficientemente reducido porque la chapa tosca es demasiado gruesa.

55 En el método de producción descrito anteriormente, de preferencia se satisface la siguiente Fórmula (6):

$$0,011 < t/W < 0,032 \quad (6)$$

60 donde los símbolos de la Fórmula significan lo siguiente:

W [mm] representa el espacio entre las dos aristas. En el caso de que se satisfaga la condición expresada por la Fórmula (6), tienden particularmente a aparecer arrugas durante la conformación por prensado. El método de producción de acuerdo con la presente realización es particularmente adecuado para la producción de dicho producto conformado por prensado.

65 A continuación, se describirá con detalle el método para producir un producto conformado por prensado de acuerdo

con una realización de la presente invención.

[Producto conformado por prensado]

5 Las FIGS. 1A y 1B muestran un ejemplo de un producto conformado por prensado producido mediante el uso del método de producción de acuerdo con la realización de la presente invención. La FIG. 1A es una vista en perspectiva, y la FIG. 1B es una vista lateral. Las FIGS. 1A y 1B muestran, a modo de ejemplo, un producto conformado 1 por prensado usado como parte trasera del miembro frontal, que es una de las piezas del bastidor de un automóvil. El producto conformado 1 por prensado tiene una sección transversal en forma de sombrero sobre toda el área en
10 dirección longitudinal. El producto conformado 1 por prensado incluye dos aristas 6, una sección 2 de chapa superior, dos secciones 3 de pared vertical y dos secciones 4 de pestaña. La sección 2 de chapa superior se encuentra entre las dos aristas 6. Las secciones 3 de pared vertical se extienden desde la sección 2 de chapa superior a través de las aristas 6. Es decir, las secciones 3 de pared vertical se extienden desde los lados opuestos de la sección 2 de chapa superior. Las secciones 4 de pestaña se extienden desde las respectivas secciones 3 de pared vertical.

15 Cada una de las dos aristas 6 tiene una arista cóncava 6a y una arista convexa 6b. La arista cóncava 6a está curvada convexamente hacia el lado interno de la sección 3 de pared vertical correspondiente. La arista convexa 6b está curvada convexamente hacia el lado externo de la sección 3 de pared vertical correspondiente.

20 La distancia lineal L entre el centro de la arista cóncava 6a y el centro de la arista convexa 6b es igual a 15 veces la separación W entre las dos aristas 6 (ancho de la sección 2 de chapa superior) o menos. En resumen, la arista cóncava 6a no está excesivamente separada de la arista convexa 6b. Si la arista cóncava 6a y la arista convexa 6b están separadas entre sí por una distancia excesiva, el producto conformado por prensado puede formarse sin arrugas incluso en la conformación por prensado convencional.

25 La sección 2 de chapa superior tiene un área cóncava 2a y un área convexa 2b. El área cóncava 2a está situada entre las dos aristas cóncavas 6a. El área convexa 2b está situada entre las dos aristas convexas 6b. El área cóncava 2a está curvada convexamente hacia el lado interno de las secciones 3 de pared vertical, tal como se muestra en la FIG. 1B, que es la vista lateral. La vista lateral significa que el producto conformado por prensado se ve en la dirección paralela a la sección 2 de chapa superior y perpendicular a la dirección longitudinal de la misma. La sección 2 de chapa superior puede tener un área plana 2c continua con el área cóncava 2a. Similarmente, la sección 2 de chapa superior puede tener un área plana 2d continua con el área convexa 2b. Las áreas planas 2c y 2d pueden extenderse hasta los extremos longitudinales de la sección 2 de chapa superior. Es decir, el producto conformado 1 por prensado de la presente realización incluye la sección 2 de chapa superior que sube y baja a lo largo de su dirección longitudinal.

35 Las secciones 3 de pared vertical tienen cada una un área 3a de pared vertical en correspondencia cóncava y un área 3b de pared vertical en correspondencia convexa. Las secciones 4 de pestaña tienen cada una un área 4a de pestaña en correspondencia cóncava y un área 4b de pestaña en correspondencia convexa. Las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava se extienden desde el área cóncava 2a de la sección 2 de chapa superior a través de las aristas 6. Las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava son adyacentes a las aristas cóncavas 6a. Las áreas 4a de pestaña en correspondencia cóncava se extienden desde las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava. Las áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa se extienden desde el área convexa 2b de la sección 2 de chapa superior a través de las aristas 6. Las áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa son adyacentes a las aristas convexas 6b.

45 Es decir, el producto conformado 1 por prensado de la presente de realización tiene unas dimensiones de la forma que provocan arrugas cuando se emplea la conformación por prensado convencional, que es principalmente conformación por estirado o conformación por plegado utilizando una almohadilla.

50 [Producción de un producto conformado por prensado]

Las FIGS. 2A a 2C son unas vistas en perspectiva para describir las etapas del método de producción de acuerdo con la presente realización. La FIG. 2A muestra la situación de una primera etapa de prensado. La FIG. 2B muestra la situación de una segunda etapa de prensado. La FIG. 2C muestra la situación de una tercera etapa de prensado. En
55 cualquiera de las FIGS. 2A a 2C, una chapa tosca 11 y un producto conformado intermedio 21 tienen cada uno un estado antes de la conformación por prensado en las etapas correspondientes. La FIG. 3A es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado intermedio 21 después de la primera etapa de prensado. La FIG. 3B es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior de un producto conformado intermedio 31 después de la segunda etapa de prensado. La FIG. 3C es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado 1 por prensado después de la tercera etapa de prensado. En cualquiera de las FIGS. 2A a 2C, el utillaje de conformación por prensado está dibujado de tal manera que solo se muestra la forma de la superficie que entra en contacto con el producto conformado por prensado, para facilitar la comprensión de la configuración del utillaje de conformación por prensado.

65 El método de producción de acuerdo con la presente realización incluye una etapa de colocación, la primera etapa de prensado, la segunda etapa de prensado y la tercera etapa de prensado. En la etapa de colocación, se prepara la

chapa tosca 11, que es una chapa plana, tal como se muestra en la FIG. 2A. La chapa tosca 11 es una chapa cortada, por ejemplo, de una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de clase 590 MPa. La forma de la chapa tosca 11 se determina de acuerdo con la forma del producto conformado 1 por prensado (véase la FIG. 3C).

5 A continuación, en la primera etapa de prensado, se usa un primer aparato de prensado, tal como se muestra en la FIG. 2A. El primer aparato de prensado incluye un primer punzón 12 como conjunto de matriz inferior y una primera matriz 13 y una primera almohadilla 14 como conjunto de matriz superior.

10 El primer punzón 12 refleja la forma convexa/cóncava del área de la sección 2 de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava. El primer punzón 12 refleja además la forma de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava fuera de las áreas de las secciones 3 de pared vertical. En el caso de que el producto conformado por prensado incluya las secciones 4 de pestaña, el primer punzón 12 refleja la forma de las áreas 4a de pestaña en correspondencia cóncava fuera de las áreas de las secciones 4 de pestaña. Adicionalmente, el primer punzón 12 está configurado de tal manera que la porción correspondiente a las áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa y las áreas 4b de pestaña en correspondencia convexa sea una porción lisa continua con la porción correspondiente al área convexa 2b.

20 La primera almohadilla 14 refleja la forma convexa/cóncava del área de la sección 2 de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava. La primera matriz 13 está dispuesta para encarar parte del primer punzón 12. La primera matriz 13 refleja la forma de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava fuera de las áreas de las secciones 3 de pared vertical y refleja además la forma de las áreas 4a de pestaña en correspondencia cóncava fuera de las áreas de las secciones 4 de pestaña. La primera matriz 13 refleja además la forma del área correspondiente al área plana 2C fuera de las áreas de las secciones 3 de pared vertical y de la sección 4 de pestaña. En la presente realización, la altura de la forma de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava que reflejan el primer punzón 12 y la primera matriz 13 está ajustada para que sea menor que la altura de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava del producto conformado 1 por prensado, que es el producto final, en anticipación de la tercera etapa de prensado que se describirá más adelante.

30 Primero se lleva a cabo la etapa de colocación. En la etapa de colocación, la chapa tosca 11 formada por una chapa de metal se coloca entre el conjunto de matriz superior (primera matriz) y el conjunto de matriz inferior (primer punzón). Más específicamente, la chapa tosca 11 se coloca para que sobresalga de los lados opuestos del vértice del primer punzón 12. Las porciones que sobresalen son porciones formadas en las paredes verticales o en las pestañas. La chapa tosca 11 se produce, por ejemplo, por estampación de la chapa de metal. La chapa de metal está hecha, por ejemplo, de una chapa de acero, aluminio, una aleación de aluminio o cualquier otra sustancia.

35 A continuación, se lleva a cabo la primera etapa de prensado. En la primera etapa de prensado, se usa el primer aparato de prensado para hacer que la chapa tosca 11 sea sometida a una conformación por plegado. Se baja la primera almohadilla 14 para empujar la primera almohadilla 14 contra la chapa tosca 11 sobre el primer punzón 12. Así se conforma la forma convexa/cóncava del área de la sección 2 de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava. Después se baja la primera matriz 13 con la primera almohadilla 14 empujada contra la chapa tosca 11 sobre el primer punzón 12. Así se forman las aristas cóncavas 6a, el área cóncava 2a de la sección 2 de chapa superior, las áreas de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava que son las áreas adyacentes a las aristas cóncavas 6a, y las áreas 4a de pestaña en correspondencia cóncava. Al mismo tiempo se forma el área correspondiente al área plana 2c fuera de las áreas de las secciones 3 de pared vertical y de las secciones 4 de pestaña.

50 La primera etapa de prensado descrita anteriormente produce el producto conformado intermedio 21 en una primera etapa mostrada en la FIG. 3A. El producto conformado intermedio 21, después de la primera etapa de prensado, tiene formadas las siguientes porciones: el área completa de la sección 2 de chapa superior; las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava fuera de las áreas de las secciones 3 de pared vertical; las áreas 4a de pestaña en correspondencia cóncava fuera de las áreas de las secciones 4 de pestaña; y el área correspondiente al área plana 2c fuera de las áreas de las secciones 3 de pared vertical y de las secciones 4 de pestaña. En la presente realización, la altura de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava del producto conformado intermedio 21, después de la primera etapa de prensado, es ligeramente más pequeña que la altura de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava del producto conformado 1 por prensado, que es el producto final. Por lo tanto, en la primera etapa de prensado se forman las áreas de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava que son las áreas adyacentes a las aristas cóncavas 6a, es decir, parte de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava.

60 Después se lleva a cabo la segunda etapa de prensado. En la segunda etapa de prensado, se usa un segundo aparato de prensado, tal como se muestra en la FIG. 2B. El segundo aparato de prensado incluye un segundo punzón 22 y un pisador 24 como conjunto de matriz inferior y una segunda matriz 23 como conjunto de matriz superior.

65 El segundo punzón 22 refleja la forma del área de la sección 2 de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava y refleja además la forma de las áreas de las secciones verticales de pared 3 que son las áreas adyacentes a las aristas convexas y las aristas cóncavas. El segundo punzón 22 refleja además la forma de las áreas 4a de

pestaña en correspondencia cóncava fuera de las formas de las áreas de las secciones 4 de pestaña y la forma del área correspondiente al área plana 2c. El pisador 24 refleja la forma de las áreas de pestaña en correspondencia convexa 4b fuera de las formas de las áreas de las secciones 4 de pestaña y la forma del área correspondiente al área plana 2d.

5 La segunda matriz 23 refleja la forma del área de la sección 2 de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava, las áreas de las secciones 3 de pared vertical que son las áreas adyacentes a las aristas convexas y las aristas cóncavas, y las secciones 4 de pestaña. En la presente realización, la altura de la forma de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava que reflejan el segundo punzón 22 y la segunda matriz 23 es menor que
10 la altura de las áreas 3a de pared vertical en correspondencia cóncava del producto conformado 1 por prensado, que es el producto final.

En la segunda etapa de prensado, se usa el segundo aparato de prensado para hacer que el producto conformado intermedio 21 sufra una conformación por estirado. Antes de la segunda etapa de prensado, se coloca el producto conformado intermedio 21 entre los conjuntos de matriz superior e inferior de tal manera que la forma convexa/cóncava de la sección 2 de chapa superior se ajuste a la forma del conjunto de matriz inferior. A continuación, en la segunda etapa de prensado, se baja la segunda matriz 23, y la segunda matriz 23 y el pisador 24 emparedan el producto conformado intermedio 21. En este estado, se baja aún más la segunda matriz 23. Por lo tanto, la conformación por estirado avanza con una tensión aplicada sobre el producto conformado intermedio 21. Así se forman las siguientes
15 áreas: las aristas convexas 6b; el área convexa 2b de la sección 2 de chapa superior; las áreas del área 3b de pared vertical en correspondencia convexa que son las áreas adyacentes a las aristas convexas 6b; y las áreas 4b de pestaña en correspondencia convexa. Al mismo tiempo, se forma el área correspondiente al área plana 2d fuera de las áreas de las secciones 3 de pared vertical y de las secciones 4 de pestaña. Refiriéndose a la FIG. 2B, parte del área convexa 2b de la sección 2 de chapa superior se puede formar, por el contrario, en la primera etapa de prensado.
20 La sección 2 de chapa superior del producto conformado intermedio 21 puede por lo tanto tener la forma convexa/cóncava. Sin embargo, toda el área convexa 2b de la sección 2 de chapa superior se forma en la segunda etapa de prensado.
25

La segunda etapa de prensado descrita anteriormente produce el producto conformado intermedio 31, que es el producto conformado intermedio de una segunda etapa mostrada en la FIG. 3B. El producto conformado intermedio 31, después de la segunda etapa de prensado, tiene formadas las siguientes áreas: el área de la sección 2 de chapa superior desde el área convexa hasta el área cóncava; las áreas de las secciones 3 de pared vertical que son las áreas adyacentes a las aristas 6; y toda el área de las secciones 4 de pestaña. En la presente realización, la altura de las áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa del producto conformado intermedio 31, después
30 de la segunda etapa de prensado, es ligeramente menor que la altura de las áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa del producto conformado 1 por prensado, que es el producto final. Por lo tanto, en la segunda etapa de prensado, se forman las áreas de las áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa que son las áreas adyacentes a las aristas convexas 6b, es decir, se forma parte de las áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa.
35

Después se lleva a cabo la tercera etapa de prensado. En la tercera etapa de prensado se usa un tercer aparato de prensado, tal como se muestra en la FIG. 2C. El tercer aparato de prensado incluye un tercer punzón 32 como conjunto de matriz inferior y una tercera matriz 33 y una tercera almohadilla 34 como conjunto de matriz superior.
40

45 El tercer punzón 32 refleja la forma que coincide totalmente con la forma del producto conformado 1 por prensado, que es el producto final. La tercera almohadilla 34 refleja la forma de toda el área de la sección 2 de chapa superior. La tercera matriz 33 refleja la forma completa de las secciones 3 de pared vertical y las secciones 4 de pestaña.

En la tercera etapa de prensado, se usa el tercer aparato de prensado para hacer que el producto conformado intermedio 31 sufra una conformación de plegado para fijar la forma. En este proceso, el producto conformado intermedio 31 se coloca primero entre los conjuntos de matriz superior e inferior. A continuación, se baja la tercera almohadilla 34 para empujar la tercera almohadilla 34 contra el producto conformado intermedio 31 sobre el tercer punzón 32. En este estado, se baja la tercera matriz 33. Más específicamente, la conformación por plegado se realiza de modo que las segundas aristas 7 de las secciones 3 de pared vertical, que son las aristas opuestas a las aristas 6, se desplacen hacia el lado exterior de las secciones 3 de pared vertical. Las segundas aristas 7 significan las aristas entre las secciones 3 de pared vertical y las secciones 4 de pestaña. Así se forma el producto conformado 1 por
50 prensado, que es el producto final, tal como se muestra en la FIG. 3C.
55

En el método de producción de acuerdo con la presente realización, dado que la primera etapa de prensado, que se lleva a cabo primero, es la conformación por plegado usando la primera almohadilla 14, no se producen arrugas en el área cóncava 2a o en las áreas en correspondencia cóncava de la sección 2 de chapa superior. En este proceso, el área correspondiente a las áreas en correspondencia convexa es creada con una forma suave que coincide con el área convexa 2b. Por lo tanto, no se producen arrugas en el área correspondiente a las áreas en correspondencia convexa. Dado que la segunda etapa de prensado, que se lleva a cabo después, es la conformación por estirado realizada con una tensión aplicada sobre el producto conformado intermedio 21, que es el producto conformado intermedio de la primera etapa, no se producen arrugas en las áreas en correspondencia convexa (en particular, las
60
65

áreas 3b de pared vertical en correspondencia convexa y áreas 4b de pestaña en correspondencia convexa en las cercanías del límite entre las áreas en correspondencia cóncava y las áreas en correspondencia convexa). En este punto, las áreas en correspondencia cóncava ya han sido creadas mediante la primera etapa de prensado llevada a cabo anteriormente. Por lo tanto, no se producen arrugas en las áreas en correspondencia cóncava. Por lo tanto, en el método de producción de acuerdo con la presente realización, se puede evitar la aparición de arrugas en la producción del producto conformado 1 por prensado que tiene una sección transversal en forma de sombrero o acanaladura e incluye la sección 2 de chapa superior que sube y baja a lo largo de la dirección longitudinal del mismo.

Se observa que lo importante para evitar la aparición de arrugas es formar primero las áreas en correspondencia cóncava durante la conformación por plegado y luego formar las áreas en correspondencia convexa durante la conformación por estirado, como en el método de producción de acuerdo con la presente realización. Si se invierte el orden descrito anteriormente, se producen arrugas en las secciones de pared vertical y en las secciones de pestaña, en las cercanías del límite entre las áreas en correspondencia cóncava y las áreas en correspondencia convexa. Más adelante se describirá la razón de ello.

Las FIGS. 4A a 4D muestran un ejemplo después de la primera etapa de prensado del método de producción de acuerdo con la presente realización. La FIG. 4A es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior de un producto conformado intermedio. La FIG. 4B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IVB-IVB de la FIG. 4A. La FIG. 4C es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IVC-IVC de la FIG. 4A. La FIG. 4D es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea IVD-IVD de la FIG. 4A. La FIG. 5 es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado intermedio, después de la segunda etapa de prensado, del método de producción de acuerdo con la presente realización. Las FIGS. 4A a 5 también muestran los conjuntos de matriz inferior 40 y 41 para facilitar la comprensión de la configuración del utillaje de la prensa.

Las FIGS. 6A a 6D muestran un ejemplo en el caso de que las áreas en correspondencia convexa se formen primero en la conformación por plegado. La FIG. 6A es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado por prensado. La FIG. 6B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VIB-VIB de la FIG. 6A. La FIG. 6C es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VIC-VIC de la FIG. 6A. La FIG. 6D es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea VID-VID de la FIG. 6A. La FIG. 7 es una vista en perspectiva que muestra el aspecto exterior del producto conformado por prensado en el caso de que las áreas en correspondencia convexa se formen durante la conformación por estirado y las áreas en correspondencia cóncava se formen después durante la conformación por plegado. Las FIGS. 6A a 7 muestran también los conjuntos de matriz inferior 50 y 51 para facilitar la comprensión de la configuración del utillaje de la prensa.

En el caso de que las áreas en correspondencia convexa se formen primero durante la conformación por plegado, como en el método de producción según la presente realización, las secciones 43 de pared vertical sobresalen en las cercanías del límite entre las áreas 43a en correspondencia cóncava y las áreas 43b en correspondencia convexa, tal como se muestra en las FIGS. 4A a 4D. La cantidad de saliente es relativamente pequeña. Por lo tanto, cuando se forman las áreas en correspondencia convexa en una conformación por estirado, los salientes de las secciones 43 de pared vertical se forman con una tensión apropiada aplicada sobre los mismos. Por lo tanto, no se producen arrugas en las cercanías del límite entre las áreas 43a en correspondencia cóncava y las áreas 43b en correspondencia convexa, tal como se muestra en la FIG. 5.

Por el contrario, en el caso de que las áreas en correspondencia convexa se formen primero en la conformación por estirado, las secciones 53 de pared vertical sobresalen en las cercanías del límite entre las áreas 53a en correspondencia cóncava y las áreas 53b en correspondencia convexa, tal como se muestra en las FIGS. 6A a 6D. La cantidad de saliente es relativamente grande porque la conformación se realiza con tensión aplicada sobre la chapa tosca. Si las áreas en correspondencia cóncava se forman en la conformación por plegado, los salientes de las secciones 53 de pared vertical quedan restringidos en la misma posición. Por lo tanto, se producen arrugas en las cercanías del límite entre las áreas 53a en correspondencia cóncava y las áreas 53b en correspondencia convexa, tal como se muestra en la FIG. 7.

Por lo tanto, para evitar la aparición de arrugas, es importante formar primero las áreas en correspondencia cóncava en la conformación por plegado y luego formar las áreas en correspondencia convexa en la conformación por estirado, como en el método de producción de acuerdo con la presente realización.

El material del producto conformado 1 por prensado de la presente realización puede ser una chapa de acero que tenga un límite elástico (YS) de 400 MPa o más. De mayor preferencia, el producto conformado 1 por prensado estará formado por una chapa de acero que tenga un límite elástico (YS) de 600 MPa o más. La razón para esto es la siguiente: un material con bajo límite elástico tiende a deformarse plásticamente con un esfuerzo bajo. Por lo tanto, el área donde se producen arrugas en la conformación por prensado usando utillaje de prensado se deforma plásticamente y sigue al utillaje de prensado, por lo que es poco probable que se produzcan arrugas. Por otro lado, es improbable que un material que tenga alta resistencia a la tracción se deforme plásticamente y, por lo tanto, tienden a producirse las arrugas.

La chapa tosca que se convierte en el producto conformado 1 por prensado de la presente realización puede ser una

chapa de acero que tenga un espesor de chapa que varía entre 0,8 y 1,6 mm. Además, el producto conformado 1 por prensado de la presente realización puede satisfacer las condiciones expresadas por las Fórmulas (1) a (6) anteriormente descritas, que son condiciones bajo las cuales tienden a producirse arrugas.

5 Además, no hace falta decir que la presente invención no se limita a la realización descrita anteriormente y que puede cambiarse de diversas maneras en la medida en que los cambios no se aparten de la sustancia de la presente invención, tal como está definida por las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, en la realización descrita anteriormente, las dimensiones de los punzones y matrices utilizados en la primera y segunda etapas de prensado se establecen de manera que la altura de las áreas de pared vertical en correspondencia cóncava del producto conformado intermedio, después de la segunda etapa de prensado, sea menor que la altura de las áreas de pared vertical en correspondencia cóncava del producto conformado por prensado, que es el producto final. Por el contrario, las dimensiones de los punzones y matrices utilizados en la primera y segunda etapas de prensado pueden establecerse de modo que la altura de las áreas de pared vertical en correspondencia convexa del producto conformado intermedio, después de la segunda etapa de prensado, sea menor que la altura de las áreas de pared vertical en correspondencia convexa del producto conformado por prensado, que es el producto final. En ambos casos, se requiere la tercera etapa de prensado.

Las dimensiones de los punzones y matrices utilizados en la primera y segunda etapas de prensado pueden establecerse de manera tal que la altura de toda el área de las secciones de pared vertical del producto conformado intermedio, después de la segunda etapa de prensado, coincida con la altura de toda el área de las secciones de pared vertical del producto conformado por prensado, que es el producto final. En este caso, se puede omitir la tercera etapa de prensado.

En la realización descrita anteriormente, el producto conformado por prensado tiene una sección transversal en forma de sombrero sobre toda el área en la dirección longitudinal. Por el contrario, la totalidad o parte del producto conformado por prensado puede tener una sección transversal en forma de acanaladura sin pestañas. En la presente descripción, dado que las áreas en correspondencia cóncava o el área plana no tienen que sufrir una conformación por estirado con un pisador, incluso un producto conformado por prensado que tenga una sección transversal en forma de acanaladura no tiene ningún problema particular, tal como las arrugas. Además, las áreas en correspondencia convexa son sometidas a conformación por estirado con el pisador. La conformación por estirado se puede realizar en su totalidad hasta el punto en que no quede pestaña alguna en las cercanías del punto muerto inferior de la conformación, o puede crearse una forma de sección transversal de tipo acanaladura, después de las etapas de la presente realización, recortando el producto conformado por prensado con un utilaje de acabado o corte por láser.

En la realización descrita anteriormente, el tercer aparato de prensado usado en la tercera etapa de prensado incluye el punzón, la matriz y la almohadilla. La almohadilla del tercer aparato de prensado puede estar integrado con la matriz.

En los aparatos de prensado primero a tercero, la disposición de los conjuntos de matriz superior e inferior puede ser invertida.

40 EJEMPLO

Para confirmar el efecto del método de producción de acuerdo con la presente realización, se llevaron a cabo simulaciones por ordenador asumiendo la producción del producto conformado por prensado que se muestra en la FIG. 1A. En el Ejemplo Inventivo de la presente invención, las áreas en correspondencia cóncava se sometieron primero a conformación por plegado, y las áreas en correspondencia convexa se sometieron después a conformación por estirado (ver FIGS. 2A a 2C). En el Ejemplo Comparativo 1, el producto conformado por prensado se formó en una etapa de prensado. En el Ejemplo Comparativo 2, las áreas en correspondencia convexa se sometieron primero a conformación por estirado, y las áreas en correspondencia cóncava se sometieron a conformación de plegado (ver FIGS. 6A a 7). En cada una de las simulaciones se analizó la tensión en el producto conformado por prensado para evaluar si se habían producido o no arrugas.

En cada una de las simulaciones se establecieron las diversas condiciones de la siguiente manera: el límite elástico YP de la chapa tosca era 843 MPa; el espesor de la chapa tosca era 1,80 mm; el radio de curvatura de las aristas cóncavas era 500 mm; el ángulo central θ_a de las aristas cóncavas era 38°; la altura H_a de las áreas de pared vertical en correspondencia cóncava era 30 mm; el radio de curvatura R_b de las aristas convexas era 500 mm; el ángulo central θ_b de las aristas convexas era 38°; la altura H_b de las áreas de pared vertical en correspondencia convexa era 50 mm; y la distancia lineal L desde el centro de cada una de las aristas cóncavas hasta el centro de la arista convexa correspondiente era 300 mm.

Se determinó que se habían producido arrugas cuando el resultado de cada una de las simulaciones mostró que la magnitud de la disminución del espesor de la chapa era de -0,18 o menos (aumento del espesor de la chapa).

La Tabla 1 muestra los resultados de las simulaciones del presente ejemplo. En la Tabla 1, la letra "E (Excelente)" significa que no se produjo ninguna arruga. En la Tabla 1, la letra "NA (no aceptable)" significa que se produjeron arrugas.

[Tabla 1]

Tabla 1

Categoría	Ejemplo Inventivo de la presente invención	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2
Evaluación	E	NA	NA

5 Con referencia a la Tabla 1, no se produjeron arrugas en el Ejemplo Inventivo de la presente invención. Se produjeron arrugas en los Ejemplos Comparativos 1 y 2.

Aplicabilidad industrial

10 El método para producir un producto conformado por prensado de acuerdo con la presente descripción puede usarse eficazmente para producir un producto conformado por prensado para un automóvil cuando se requiera que sea una pieza de alta resistencia.

Lista de signos de referencia

- 1: Producto conformado por prensado
- 2: Sección de chapa superior
- 20 2a: Área cóncava
- 2b: Área convexa
- 2c: Área plana
- 2d: Área plana
- 3: Sección de pared vertical
- 25 3a: Área de pared vertical en correspondencia cóncava
- 3b: Área de pared vertical en correspondencia convexa
- 4: Sección de pestaña
- 4a: Área de pestaña en correspondencia cóncava
- 4b: Área de pestaña en correspondencia convexa
- 6: Arista
- 30 6a: Arista cóncava
- 6b: Arista convexa
- 11: Chapa tosca
- 12: Primer punzón
- 13: Primera matriz
- 35 14: Primera almohadilla
- 21: Producto conformado intermedio
- 22: Segundo punzón
- 23: Segunda matriz
- 24: Pisador
- 40 31: Producto conformado intermedio
- 32: Tercer punzón
- 33: Tercera matriz
- 34: Tercera almohadilla

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir un producto conformado (1) por prensado que incluye dos aristas (6), una sección (2) de chapa superior ubicada entre las dos aristas (6) y dos secciones (3) de pared vertical que se extienden desde la sección (2) de chapa superior a través de las aristas (6),
 5 teniendo cada una de las aristas (6) una arista cóncava (6a) curvada convexamente hacia el lado interno de la sección (3) de pared vertical correspondiente y una arista convexa (6b) curvada convexamente hacia el lado externo de la sección (3) de pared vertical correspondiente,
 10 siendo la distancia lineal entre el centro de cada una de las aristas cóncavas (6a) y el centro de la correspondiente arista convexa (6b) igual a 15 veces el espacio entre las dos aristas (6) o menos,
 15 teniendo la sección (2) de chapa superior un área cóncava (2a) ubicada entre las aristas cóncavas (6a) y un área convexa (2b) ubicada entre las aristas convexas (6b),
 20 teniendo las secciones (3) de pared vertical unas áreas (3a) de pared vertical en correspondencia cóncava adyacentes a las aristas cóncavas y unas áreas (3b) de pared vertical en correspondencia convexa adyacentes a las aristas convexas,
 comprendiendo el método de producción:

una etapa de colocación para colocar una chapa tosca (11) de metal de tal manera que la chapa tosca (11) de metal se extienda fuera de los lados opuestos del vértice de un primer punzón (12);
 20 una primera etapa de prensado para hacer que la chapa tosca (11) sufra una conformación por plegado mediante el uso del primer punzón (12), una almohadilla (14) y una primera matriz (13) de tal manera que se formen en la chapa tosca las aristas cóncavas (6a), el área cóncava (2a) y las áreas de las áreas (3a) de pared vertical en correspondencia cóncava que son las áreas adyacentes a las aristas cóncavas (6a), para producir un producto conformado intermedio (21); y
 25 una segunda etapa de prensado para hacer que el producto conformado intermedio (21) sufra una conformación por estirado mediante el uso de un segundo punzón (22), una segunda matriz (23) y un pisador (24) de tal manera que se formen en el producto conformado intermedio (21) las aristas convexas (6b), el área convexa (2b), las áreas de las áreas (3b) de pared vertical en correspondencia convexa que son las áreas adyacentes a las aristas convexas (6b).

2. El método para producir un producto conformado (1) por prensado de acuerdo con la reivindicación 1, en donde se cumplen las condiciones expresadas por las siguientes Fórmulas (1) a (5):

35
$$(Ra/\theta a)x0,03x(650/YP)x(t/1,8)^2 < Ha < 250 \text{ (1);}$$

$$15 < \theta a < 85 \text{ (2);}$$

$$(Rb/\theta b)x0,02x(650/YP)x(t/1,8)^2 < Hb < 250 \text{ (3);}$$

40
$$15 < \theta b < 85 \text{ (4);}$$

y

$$40 < L < 16x(Ha+Hb)/2x(650/YP)x(t/1,8)^2 \text{ (5),}$$

45 donde los símbolos de las fórmulas significan lo siguiente:

- YP [MPa] representa el límite elástico de la chapa tosca (11);
- t [mm] representa un espesor de la chapa tosca (11);
- 50 Ra [mm] representa el radio de curvatura de las aristas cóncavas (6a) en un plano que contiene una dirección perpendicular a la sección (2) de chapa superior y una dirección longitudinal de la sección (2) de chapa superior;
- θa [°] representa un ángulo central de las aristas cóncavas (6a) en el plano que contiene la dirección perpendicular a la sección (2) de chapa superior y la dirección longitudinal de la sección (2) de chapa superior;
- Ha [mm] representa una altura de las áreas (3a) de pared vertical en correspondencia cóncava en el centro de las aristas cóncavas (6a) en la dirección perpendicular a la sección (2) de chapa superior;
- 55 Rb [mm] representa un radio de curvatura de las aristas convexas (6b) en el plano que contiene la dirección perpendicular a la sección (2) de chapa superior y la dirección longitudinal de la sección (2) de chapa superior;
- θb [°] representa un ángulo central de las aristas convexas (6b) en el plano que contiene la dirección perpendicular a la sección (2) de chapa superior y la dirección longitudinal de la sección (2) de chapa superior;
- Hb [mm] representa una altura de las áreas (3b) de pared vertical en correspondencia convexa en el centro de las aristas convexas (6b) en la dirección perpendicular a la sección (2) de chapa superior; y
- 60 L [mm] representa la distancia lineal desde el centro de cada una de las aristas cóncavas (6a) hasta el centro de la arista convexa (6b) correspondiente.

3. El método para producir un producto conformado (1) por prensado de acuerdo con la reivindicación 1 o 2,

que comprende adicionalmente una tercera etapa de prensado para efectuar una conformación por plegado después de la segunda etapa de prensado, cuya conformación por plegado desplaza unas segundas aristas (7) de las secciones (3) de pared vertical hacia el lado exterior de las secciones (3) de pared vertical, estando las segundas aristas (7) ubicadas en posiciones opuestas a las aristas.

5 4. El método para producir un producto conformado (1) por prensado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la chapa tosca (11) es una chapa de acero y el límite elástico de la chapa tosca (11) es 400 MPa o más.

10 5. El método para producir un producto conformado (1) por prensado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la chapa tosca (11) es una chapa de acero y el límite elástico de la chapa tosca (11) es 600 MPa o más.

15 6. El método para producir un producto conformado (1) por prensado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el espesor de chapa de la chapa tosca varía entre 0,8 y 1,6 mm.

20 7. El método para producir un producto conformado (1) por prensado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde se cumple la siguiente Fórmula (6):

$$0,011 < t/W < 0,032 \quad (6)$$

donde los símbolos de la Fórmula significan lo siguiente:

25 W [mm] representa un espacio entre las dos aristas (6).

FIG. 1A

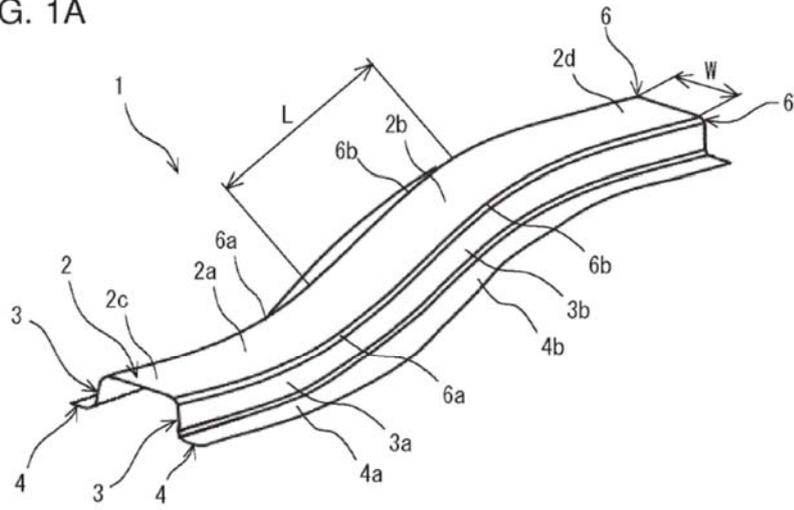


FIG. 1B

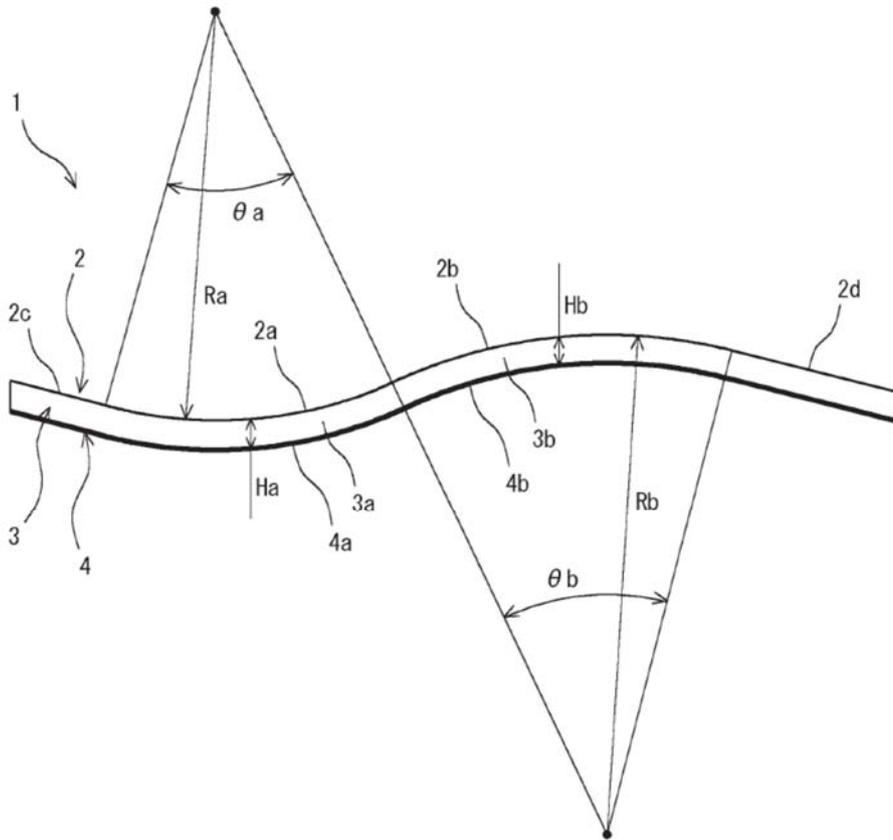


FIG. 2A

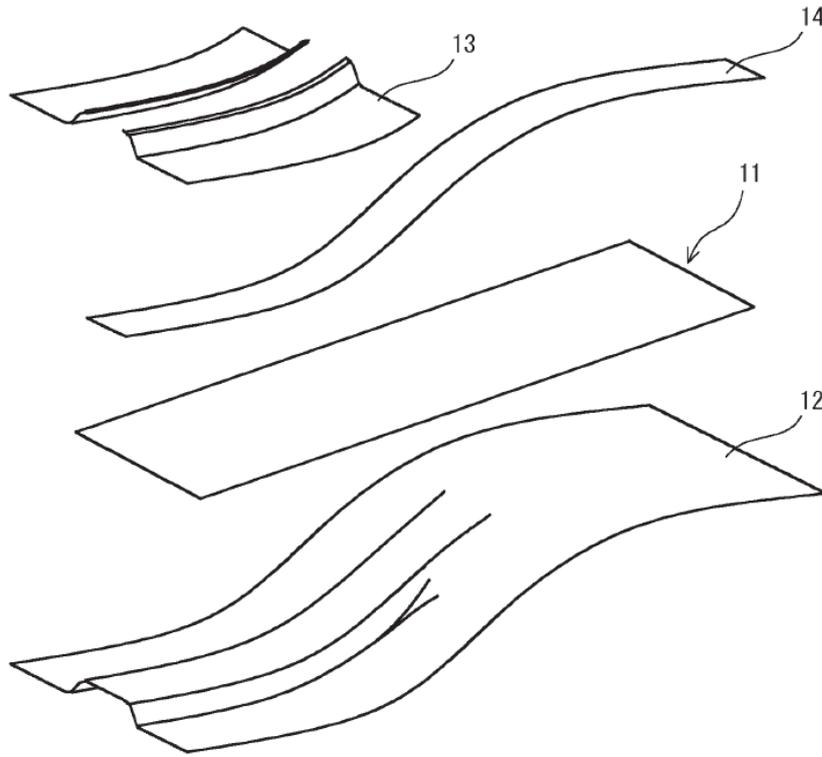


FIG. 2B

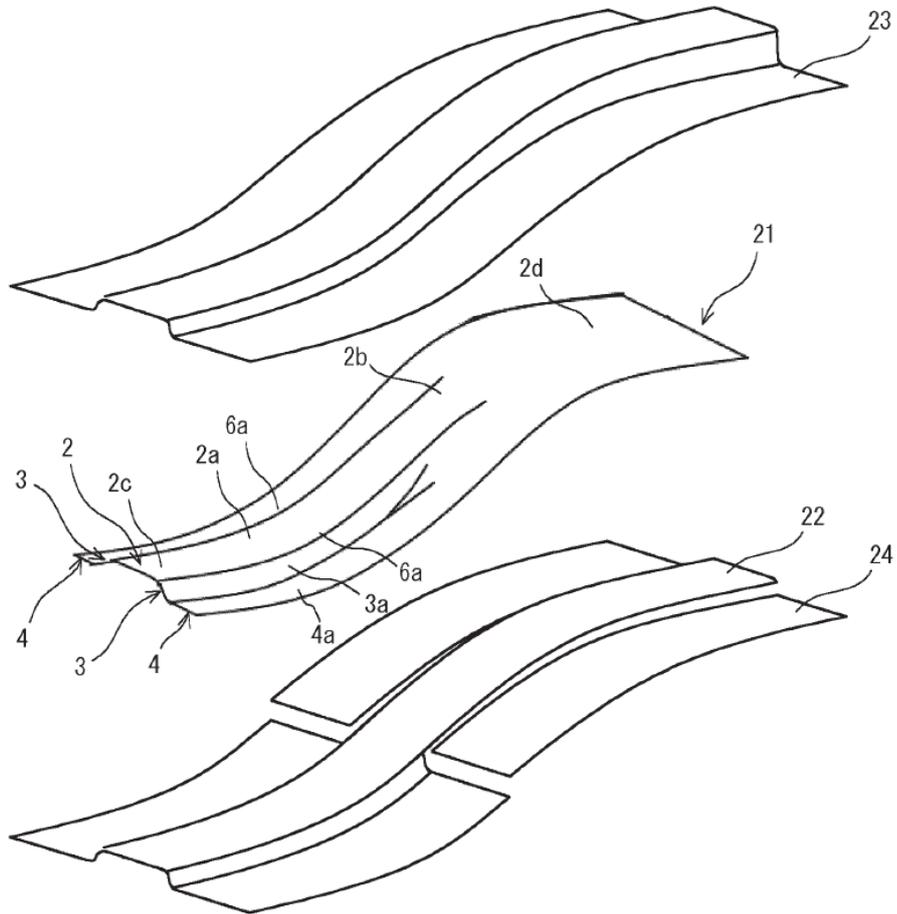


FIG. 2C

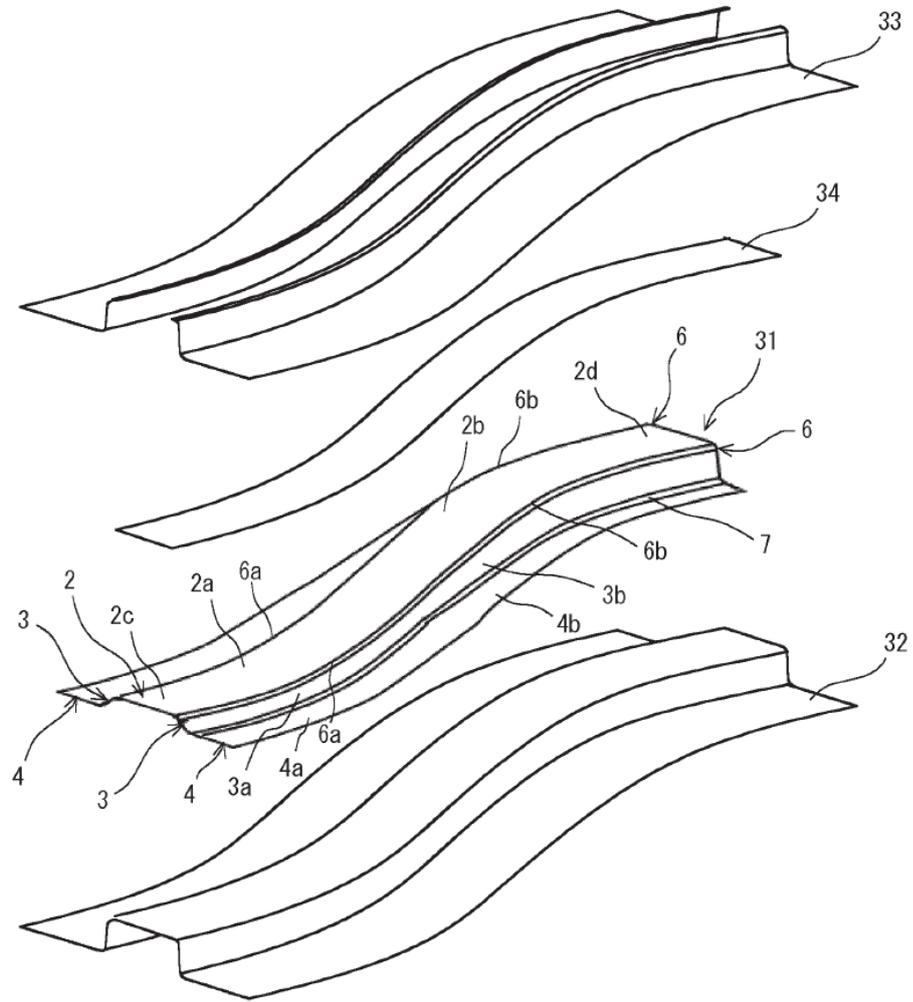


FIG. 3A

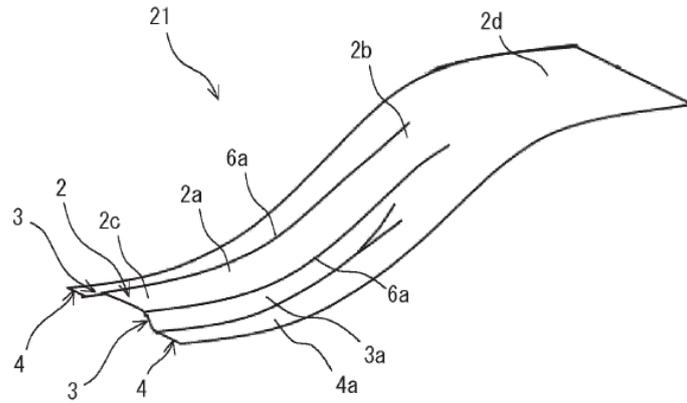


FIG. 3B

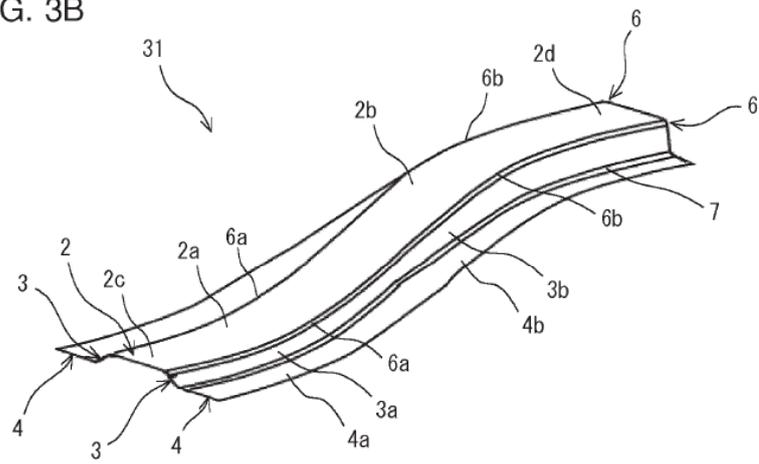


FIG. 3C

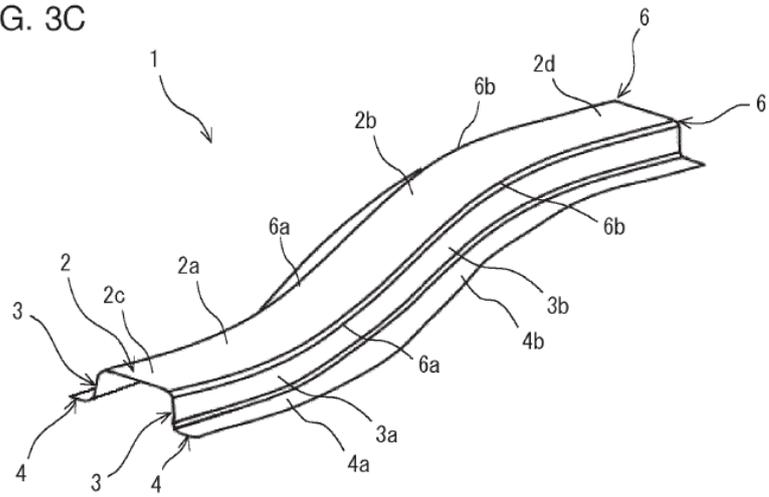


FIG. 4A

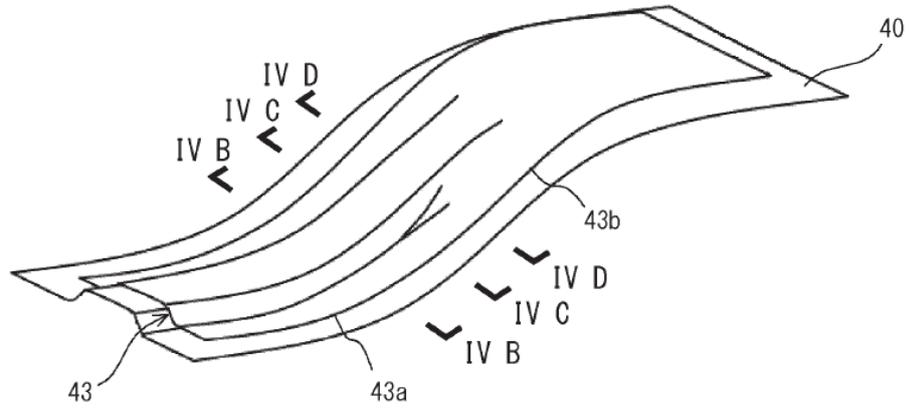


FIG. 4B

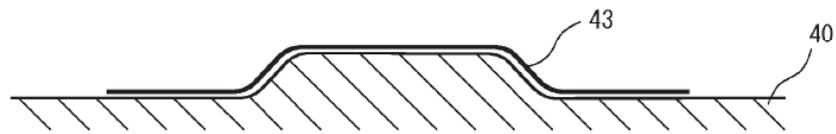


FIG. 4C

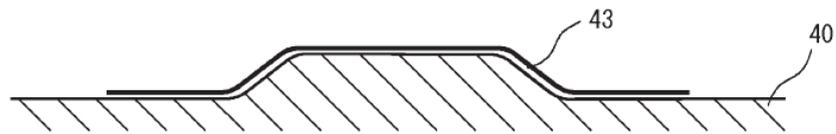


FIG. 4D

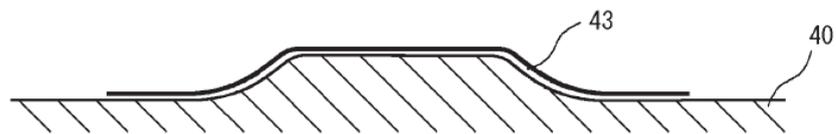


FIG. 5

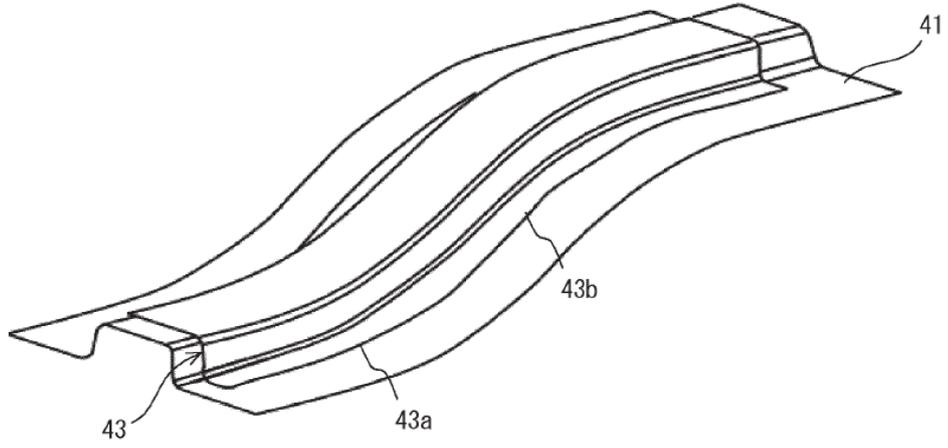


FIG. 6A

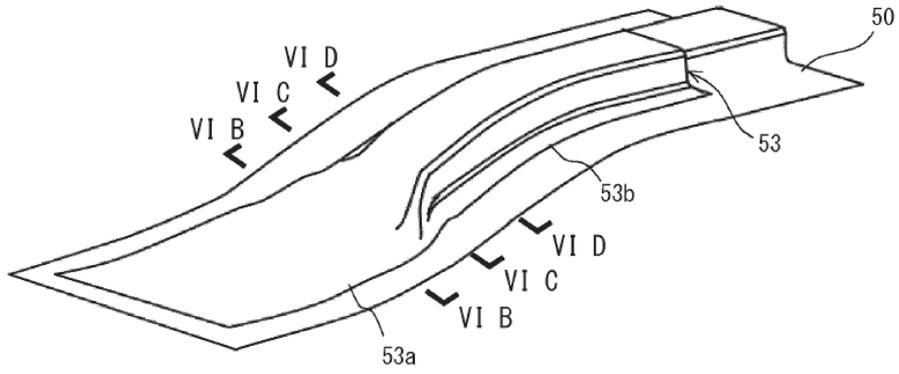


FIG. 6B

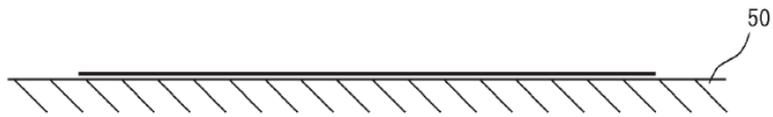


FIG. 6C

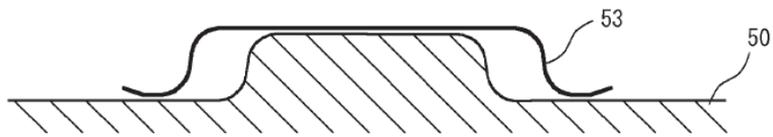


FIG. 6D

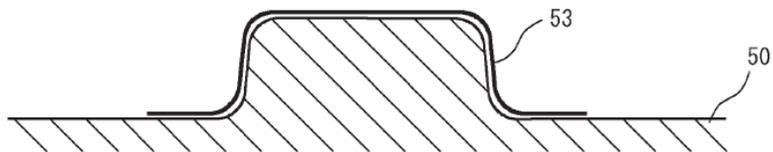


FIG. 7

