

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 505**

51 Int. Cl.:

B62D 25/20 (2006.01)

B62D 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2014 PCT/JP2014/075975**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15053125**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2014 E 14852343 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3037327**

54 Título: **Miembro estructural para carrocería de automóvil**

30 Prioridad:

09.10.2013 JP 2013212071

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

21.06.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**NISHIMURA, RYUICHI;
OTSUKA, KENICHIRO;
ITO, YASUHIRO y
NAKAZAWA, YOSHIKI**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 717 505 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

Miembro estructural para carrocería de automóvil

5 [Campo técnico]

La presente invención se refiere a un miembro estructural para una carrocería de automóvil, y más específicamente a un miembro estructural para una carrocería de automóvil obtenido conformando por prensado un material de conformación hecho de una chapa de acero.

10 [Antecedentes de la técnica]

Una carrocería de automóvil incluye miembros estructurales principales tales como miembros longitudinales del vehículo que están dispuestos a lo largo de una dirección de la parte delantera a la parte trasera del vehículo y miembros transversales del vehículo que están dispuestos a lo largo de una dirección transversal del vehículo. Los miembros longitudinales del vehículo y los miembros transversales del vehículo se unen, de manera que un tipo de miembros tienen pestañas conformadas en los extremos y se unen al otro tipo de miembros por medio de las pestañas, para asegurar la rigidez requerida para la carrocería de automóvil y soportar la carga en caso de un suceso de colisión. Tal vehículo se conoce del documento EP 1 908 668 A1.

20 Se requiere que los miembros estructurales, tales como los miembros longitudinales del vehículo y los miembros transversales del vehículo, tengan propiedades tales como elevada capacidad de transferencia de carga en la dirección axial, elevada rigidez a la flexión, y elevada rigidez a la torsión. Elevada capacidad de transferencia de carga en la dirección axial significa que la deformación es pequeña cuando la carga actúa en la dirección axial. Elevada rigidez a la flexión significa que la deformación es pequeña frente al momento flector cuando el eje longitudinal del miembro se dobla, y elevada rigidez a la torsión significa que el ángulo de torsión es pequeño frente al momento de torsión cuando el miembro es retorcido alrededor del eje longitudinal del miembro. En los últimos años, se ha tendido a emplear una chapa de acero de gran tensión que tiene una resistencia a la tracción de 390 MPa o más (una chapa de acero de alta resistencia o una chapa de acero de alta resistencia a la tracción) como material para el miembro estructural con el fin de reducir el peso del vehículo y mejorar la seguridad en caso de colisión.

30 Por ejemplo, un miembro transversal de suelo, que se emplea para reforzar el suelo de una carrocería de automóvil, tiene una sección transversal conformada sustancialmente como una canaleta y se une a los miembros longitudinales del vehículo tales como largueros laterales por medio de pestañas dirigidas hacia el exterior conformadas en ambos extremos del miembro transversal de suelo. Es importante que el miembro transversal de suelo tenga una mayor resistencia de unión a otros miembros y una mayor rigidez para asegurar la rigidez de una carrocería de automóvil y mejor capacidad de transferencia de carga cuando se aplica una carga de impacto. Por consiguiente, es necesario no sólo aumentar la resistencia del material sino modificar la forma del miembro para mejorar la capacidad de transferencia de carga y la rigidez cuando se aplica una carga de impacto.

40 La bibliografía de patente 1 describe un miembro estructural para una carrocería de automóvil fabricado mediante conformación por prensado. El miembro estructural tiene una sección transversal sustancialmente en forma de canaleta en su conjunto y una depresión similar a una acanaladura en la forma de omega que es una parte que corresponde a la parte inferior en la sección transversal en forma de canaleta.

45 [Bibliografía de la técnica anterior]

[Bibliografía(s) de patente]

Bibliografía de patente 1 JP2004-181502A

50 [Compendio de la invención]
Problema(s) que ha(n) de ser solucionado(s) por la invención

55 Cuando en la forma de omega está prevista una depresión similar a una acanaladura (denominada en lo sucesivo simplemente como "acanaladura") como en el miembro estructural para una carrocería de automóvil descrito en la bibliografía de patente 1, es probable que el número de crestas o líneas de arista de soporte de carga aumente, y de este modo se aumenta la cantidad de absorción de energía por parte del producto conformado por prensado. Sin embargo, ha habido casos en los que la eficiencia de absorción de energía no se ha mejorado simplemente conformando la acanaladura en una placa superior en el miembro estructural que tiene una sección transversal sustancialmente en forma de canaleta.

60 La FIGURA 24 muestra un estado en el cual un miembro estructural que tiene una sección transversal sustancialmente en forma de canaleta con una acanaladura conformada en una placa superior se deforma recibiendo una carga de impacto en la dirección axial. La FIGURA 24 muestra que el miembro estructural se deforma en cada recorrido de desplazamiento. Este miembro estructural tiene la acanaladura en la placa superior pero no tiene una pestaña dirigida hacia el exterior en la zona a lo largo de cada arista en el extremo

longitudinal, como se ilustra en la FIGURA 15(c). Como se ilustra en la FIGURA 24, aun cuando el miembro estructural tenía la acanaladura, hubo casos en los que el miembro estructural se combaba hacia abajo, en otras palabras, se combaba hacia la abertura de la sección transversal sustancialmente en forma de canaleta donde la rigidez de la forma era relativamente pequeña, a medida que el recorrido de desplazamiento se hacía más grande debido a la recepción de una carga de impacto más alta. Si el miembro estructural está combado, la absorción de energía deja de aumentar.

Un objeto de la presente invención es proporcionar un miembro estructural para una carrocería de automóvil que sea de excelente capacidad de transferencia de carga y rigidez aumentando eficazmente la eficiencia de absorción de energía proporcionada disponiendo una acanaladura en una placa superior en el miembro estructural que tiene una sección transversal sustancialmente en forma de canaleta.

[Medios para solucionar el (los) problema(s)]

Para solucionar el problema, según un aspecto de la presente invención, se proporciona un miembro estructural para una carrocería de automóvil, consistiendo el miembro estructural en un producto conformado por prensado hecho de una chapa de acero, extendiéndose el producto conformado por prensado en una dirección predeterminada, que incluye una placa superior, una arista que continúa hasta la placa superior, y una pared vertical que continúa hasta la arista, y que tiene una sección transversal sustancialmente en forma de canaleta que interseca la dirección predeterminada, incluyendo el miembro estructural: al menos una acanaladura conformada en la placa superior, y que se extiende en la dirección predeterminada; y una pestaña dirigida hacia el exterior conformada al menos en una zona de la arista en un extremo en la dirección predeterminada. Teniendo la acanaladura una profundidad establecida según una anchura de acanaladura y un grosor de chapa de la chapa de acero.

La profundidad (h) de la acanaladura, la anchura (w) de la acanaladura, y el grosor de chapa (t) de la chapa de acero en el extremo en la dirección predeterminada satisfacen una relación: $0,2 \times H_0 \leq h \leq 3,0 \times H_0$, donde $H_0 = (0,037 t - 0,25) \times w - 5,7 t + 29,2$.

La chapa de acero puede ser una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tenga una resistencia a la tracción de 390 MPa o más.

La chapa de acero puede ser una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tenga una resistencia a la tracción de 590 MPa o más.

La chapa de acero puede ser una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tenga una resistencia a la tracción de 980 MPa o más.

La pestaña dirigida hacia el exterior puede ser una pestaña continua dirigida hacia el exterior conformada continuamente en una zona sobre la arista y al menos una parte de cada una de la placa superior y de la pared vertical, en el extremo en la dirección predeterminada.

El miembro estructural puede incluir una pestaña dirigida hacia el exterior en una zona de la acanaladura en el extremo en la dirección predeterminada.

El miembro estructural para una carrocería de automóvil puede ser unido a otro miembro por medio de la pestaña dirigida hacia el exterior mediante soldadura por puntos por resistencia, soldadura láser por penetración, soldadura en ángulo por arco, adhesión con un adhesivo, o una combinación de las mismas.

[Efecto(s) de la Invención]

Según la presente invención, el miembro estructural que tiene la pestaña dirigida hacia el exterior en al menos el extremo de la arista mejora la absorción de energía en la fase inicial de la colisión. Además, el miembro estructural que tiene la acanaladura en la placa superior y la pestaña dirigida hacia el exterior al menos en el extremo de la arista restringe el pandeo del miembro estructural en la fase intermedia y posterior de la colisión, y de este modo mejora el efecto de absorción de energía proporcionado disponiendo la acanaladura.

Además, el miembro estructural según la presente invención que tiene la pestaña dirigida hacia el exterior al menos en el extremo de la arista puede proporcionar una acanaladura que tiene una profundidad efectiva según la anchura de acanaladura y el grosor de chapa. Por consiguiente, resulta más fácil conformar una acanaladura que tenga una profundidad deseada que permita mejorar la eficiencia de absorción de energía, incluso al conformar por prensado la chapa de acero de alta resistencia a la tracción que es relativamente difícil para la conformación por prensado. Como resultado, puede obtenerse un miembro estructural que tenga excelente capacidad de transferencia de carga y rigidez con un alto rendimiento de producción.

Por otra parte, el miembro estructural según la presente invención, que tiene la pestaña dirigida hacia el exterior al menos en la zona de la arista en el extremo, permite la unión a otros miembros por medio de la pestaña dirigida hacia el exterior o la pestaña en las inmediaciones de la misma. En consecuencia, esto mejora

aún más la capacidad de transferencia de carga y la rigidez.

[Breve descripción del (de los) dibujo(s)]

- 5 La FIGURA 1 es una vista en perspectiva que ilustra una forma de un miembro estructural según una realización de la presente invención.
La FIGURA 2 (a) es una vista en la dirección axial que ilustra un miembro estructural según la presente realización, y la FIGURA 2 (b) es una vista que ilustra otro ejemplo estructural de un miembro estructural.
- 10 La FIGURA 3 es una vista en sección transversal que ilustra un aparato de conformación por prensado para fabricar un miembro estructural.
La FIGURA 4 (a) es una vista en perspectiva que ilustra una matriz, y la FIGURA 4 (b) es una vista en perspectiva que ilustra una almohadilla de arista. La FIGURA 4 (c) es una vista en perspectiva que ilustra un punzón.
- 15 La FIGURA 5 (a) es una vista en corte transversal que ilustra un aparato de conformación por prensado que incluye una almohadilla conocida en la técnica, y la FIGURA 5 (b) es una vista esquemática que ilustra un estado en el que un material de conformación es restringido por una almohadilla conocida en la técnica.
La FIGURA 6 es una vista esquemática que ilustra un estado en el que un material de conformación es restringido por una almohadilla de arista.
- 20 La FIGURA 7 (a) es una vista en planta de conjunto que ilustra una forma de una pieza en bruto desarrollada empleada en el Análisis 1, y la FIGURA 7 (b) es una vista en planta a escala ampliada que ilustra un extremo longitudinal de una pieza en bruto desarrollada.
Las Figuras 8 (a) y 8 (b) son una vista en planta y una vista desde arriba en la dirección axial de un miembro estructural empleado en el Análisis 1, respectivamente.
- 25 La FIGURA 9 es una vista esquemática que muestra las dimensiones de un miembro estructural empleado en el Análisis 1.
La FIGURA 10 es una vista en perspectiva que ilustra un aparato de conformación por prensado empleado en la primera conformación por prensado en el Análisis 1.
La FIGURA 11 es una vista esquemática que ilustra la primera conformación por prensado en el Análisis 1.
- 30 La FIGURA 12 es una vista en perspectiva que ilustra un aparato de conformación por prensado empleado en una segunda conformación por prensado en el Análisis 1.
La FIGURA 13 es una vista esquemática que ilustra la segunda conformación por prensado en el Análisis 1.
- 35 Las Figuras 14 (a) y 14 (b) son vistas esquemáticas que ilustran un producto intermedio y un miembro estructural, respectivamente, que muestran una tasa de disminución máxima de grosor de chapa en las inmediaciones del borde de una pestaña de arista y una tasa de disminución mínima de grosor de chapa cerca de la base de una pestaña de arista.
La FIGURA 15 (a) es una vista en alzado frontal que ilustra un modelo analítico para un miembro estructural según la presente realización, empleado en el Análisis 2, y la FIGURA 15 (b) es una vista en alzado frontal que ilustra un modelo analítico para el Ejemplo Comparativo 1. La FIGURA 15 (c) es una vista en alzado frontal que ilustra un modelo analítico para el Ejemplo Comparativo 2.
- 40 La FIG: 16 es una vista lateral que ilustra una forma de cada modelo analítico empleado en el Análisis 2.
La FIGURA 17 es un gráfico que muestra características de carga axial frente a recorrido obtenidas del Análisis 2.
- 45 La FIGURA 18 es un gráfico que muestra características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido obtenidas del Análisis 2.
La FIGURA 19 (a) es un gráfico que muestra características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para un modelo analítico del Ejemplo Comparativo 2, obtenido del Análisis 3 empleando una chapa de acero de 340HR, y la FIGURA 19 (b) es un gráfico que muestra características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para un modelo analítico de un miembro estructural según la presente invención, obtenido del Análisis 3 empleando una chapa de acero de 340HR.
- 50 La FIGURA 20 es un gráfico que muestra características de cantidad de absorción de energía frente a profundidad de acanaladura obtenido del Análisis 3 empleando una chapa de acero de 340HR.
La FIGURA 21 (a) es un gráfico que muestra características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para un modelo analítico del Ejemplo Comparativo 2, obtenido del Análisis 3 empleando una chapa de acero de 980Y, y la FIGURA 21 (b) es un gráfico que muestra características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para un modelo analítico de un miembro estructural según la presente realización, obtenido del Análisis 3 empleando una chapa de acero de 980Y.
- 55 La FIGURA 22 es un gráfico que muestra características de cantidad de absorción de energía frente a profundidad de acanaladura obtenido del Análisis 3 empleando una chapa de acero de 980Y.
La FIGURA 23 es un gráfico que muestra características de cantidad normalizada de absorción de energía frente a profundidad de acanaladura obtenido del Análisis 3.
- 60 Las Figuras 24 (a) a 24 (e) son vistas esquemáticas que ilustran la deformación de un modelo analítico del Ejemplo Comparativo 2.
Las Figuras 25 (a) a 25 (e) son vistas esquemáticas que ilustran la deformación de un modelo analítico

de un miembro estructural según la presente realización.

[Modo(s) de llevar a cabo la Invención]

En lo sucesivo, se describirá en detalle una realización preferida o realizaciones preferidas de la presente descripción con referencia a los dibujos adjuntos. En esta memoria descriptiva y en los dibujos adjuntos, los elementos estructurales que tienen sustancialmente la misma función están indicados con los mismos números de referencia, y se omite la explicación repetida de estos elementos estructurales.

<1. Miembro estructural para carrocería de automóvil>

(1-1. Ejemplo estructural)

La FIGURA 1 es una vista esquemática que ilustra un miembro estructural ejemplar (primer miembro) 2 para una carrocería de automóvil según la presente realización. La FIGURA 2 (a) es una vista sobre la flecha A de la FIGURA 1, que es la vista en la dirección axial del miembro estructural (primer miembro) 2 según la presente realización.

Un primer miembro 2 está unido a un segundo miembro 3 para constituir una estructura unida 1. El primer miembro 2 es un producto conformado por prensado hecho de una chapa de acero y se extiende en una dirección predeterminada (o denominada como una dirección axial) como la designada por la flecha X en la FIGURA 1. El primer miembro 2 está unido en el extremo axial a, por ejemplo, un segundo miembro 3 que también es un producto conformado por prensado hecho de chapa de acero, por medio de pestañas continuas dirigidas hacia el exterior 9a, 9b mediante, por ejemplo, soldadura por puntos. Por ejemplo, el primer miembro 2 es unido al segundo miembro 3 empleando soldadura por puntos por resistencia, soldadura láser por penetración, soldadura en ángulo por arco, o la combinación de las mismas. La unión del primer miembro 1 al segundo miembro 3 puede lograrse mediante adhesión empleando un adhesivo o mediante la combinación de soldadura y adhesión. El primer miembro 2 es un miembro largo que tiene una dimensión en sentido longitudinal de, por ejemplo, 100 mm o más, preferiblemente 200 mm o más, y más preferiblemente 300 mm o más. El primer miembro 2 ilustrado en la FIGURA 1 tiene la dirección predeterminada que corresponde a la dirección longitudinal, pero la dirección predeterminada no se limita a la dirección longitudinal del primer miembro 2.

Como material de conformación para el primer miembro 2, puede emplearse una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tiene, por ejemplo, un grosor comprendido entre 0,5 y 6,0 mm y una resistencia a la tracción de 390 MPa o más, medida por ensayo de tracción de acuerdo con la norma JIS Z 2241. Preferiblemente, puede emplearse una chapa de acero de alta resistencia a la tracción de 2,0 mm de grosor o menos que tenga una resistencia a la tracción de 440 MPa o más como el material de conformación para el primer miembro 2. Incidentalmente, un límite superior de resistencia a la tracción, que aquí no se especifica particularmente, es, por ejemplo, aproximadamente 1770 MPa y, normalmente, aproximadamente 1470 MPa. Para un material y un grosor de chapa para el segundo miembro 3, que aquí no se especifican particularmente, puede emplearse una chapa de acero que tenga, por ejemplo, un grosor de 0,5 a 6,0 mm y una resistencia a la tracción de 390 MPa o más.

El primer miembro 2 ilustrado en la FIGURA 1 puede emplearse como un miembro que constituye una estructura unida 1 de una carrocería monocasco de automóvil. Ejemplos de la estructura unida 1 incluyen un miembro transversal de suelo, un larguero lateral, un miembro lateral delantero, y un tirante de túnel de suelo. Cuando la estructura unida 1 se emplea como el miembro transversal de suelo, el larguero lateral, el miembro lateral delantero, el túnel de suelo, o similares, es preferible emplear como el material de conformación una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tenga una resistencia a la tracción de 590 MPa o más, y más preferiblemente 780 MPa o más.

El primer miembro 2 tiene una sección transversal sustancialmente en forma de omega que incluye una placa superior 4, aristas 4a, 4b que continúan hasta la placa superior 4, paredes verticales 5a, 5b que continúan hasta las aristas 4a, 4b, secciones curvadas 6a, 6b que continúan hasta las paredes verticales 5a, 5b, y pestañas 7a, 7b que continúan hasta las secciones curvadas 6a, 6b. La sección transversal sustancialmente en forma de omega es un modo de sección transversal sustancialmente en forma de canaleta. Es suficiente que el miembro estructural (primer miembro) 2 según la presente realización tenga la sección transversal sustancialmente en forma de canaleta que incluya al menos la placa superior 4, las aristas 4a, 4b, y las paredes verticales 5a, 5b, de modo que las secciones curvadas 6a, 6b y las pestañas 7a, 7b pueden omitirse. Por ejemplo, una sección transversal en forma de U está incluida en la sección transversal sustancialmente en forma de canaleta.

En el perímetro de un extremo axial del primer miembro 2, están conformadas pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior en la zona a lo largo de la placa superior 4, las aristas 4a, 4b, y las paredes verticales 5a, 5b. Las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior son pestañas dirigidas hacia el exterior sin que tengan muescas, que están conformadas continuamente en la zona a lo largo de la parte de la placa superior 4 que excluye la zona a lo largo de la acanaladura 8, y en la zona a lo largo de las aristas 4a, 4b y las paredes

verticales 5a, 5b. El primer miembro 2 es un miembro que tiene una pestaña 50a o 50b de arista al menos en la zona a lo largo de cada arista 4a, 4b, lo que hace al primer miembro 2 diferente de un miembro estructural conocido que no tiene la pestaña dirigida hacia el exterior en la zona a lo largo de las aristas 4a, 4b en el extremo axial.

5 Gracias a las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior del primer miembro 2, las aristas 4a, 4b, que reciben la carga axial, continúan hasta las superficies de contacto con el segundo miembro 3. Debido a esto, la carga que las aristas 4a, 4b soportan en la fase inicial cuando se aplica una carga de impacto en la dirección axial (por ejemplo, una cantidad de recorrido de desplazamiento de 0 a 40 mm) se hace más grande. Por consiguiente, el primer miembro 2 es ventajoso en capacidad de transferencia de carga.

10 Es suficiente que la anchura de la pestaña continua 9a o 9b dirigida hacia el exterior sea al menos de 1 mm o más para permitir mejorar la eficiencia de absorción de energía conformando una acanaladura 8, lo que se describirá más adelante. La anchura de la pestaña continua 9a o 9b dirigida hacia el exterior, sin embargo, es preferiblemente de 3 mm o más con vista a permitir un margen de soldadura para soldadura láser, soldadura en ángulo por arco, o similares, o preferiblemente de 10 mm o más con vista a permitir un margen de soldadura para soldadura por puntos. La anchura de la pestaña continua 9a o 9b dirigida hacia el exterior no es necesariamente constante a lo largo de todas las zonas. Con vista a facilitar la conformación por prensado, por ejemplo, la anchura de la pestaña 50a o 50b de arista puede hacerse más pequeña que la de la otra parte de la pestaña dirigida hacia el exterior. La anchura de la pestaña continua 9a o 9b dirigida hacia el exterior es ajustable modificando la forma de una pieza en bruto a la cual el primer miembro 2 se desarrolla sobre un plano liso (una pieza en bruto desarrollada).

15 Incidentalmente, el término "pestaña dirigida hacia el exterior" como se emplea en esta memoria se refiere a una pestaña conformada de manera que un extremo de un producto conformado por prensado que tiene una sección transversal sustancialmente en forma de canaleta es doblado hacia el exterior desde la canaleta. Además, el término "pestaña de arista" como se emplea en esta memoria se refiere a una pestaña conformada a lo largo de la zona de arista en un extremo del producto conformado por prensado. Además, el término "pestaña continua dirigida hacia el exterior" se refiere a una pestaña dirigida hacia el exterior conformada continuamente sobre la arista y al menos una parte de cada uno de un fondo de canaleta y la pared vertical.

20 Además, la frase "proporcionar una muesca en una pestaña" como se emplea en esta memoria significa proporcionar una muesca conformada en toda la anchura de una pestaña, lo que hace discontinua la pestaña. El término "anchura de pestaña" se emplea para que tenga el mismo significado que la altura de una pestaña. Por consiguiente, cuando la anchura de pestaña se hace particularmente pequeña pero todavía queda una parte de la pestaña, significa que la muesca no es proporcionada en la pestaña.

25 Además, el término "anchura de pestaña" como se emplea en esta memoria se refiere a la anchura de una porción lisa elevada de la pestaña que no incluye la superficie ascendente curvada que conecta las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior, a la placa superior 4, las aristas 4a, 4b, y las paredes verticales 5a, 5b.

30 Como se describe anteriormente, el primer miembro 2 según la presente realización tiene las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior en el perímetro del extremo axial del mismo, o más específicamente, en la zona de la placa superior 4 que excluye la zona a lo largo de la acanaladura 8, y también en la zona a lo largo de las aristas 4a, 4b y las paredes verticales 5a, 5b. Sin embargo, es suficiente que el primer miembro 2 tenga la pestaña 50a o 50b de arista al menos en la zona a lo largo de cada arista 4a, 4b. Además, el primer miembro 2 puede tener una pestaña dirigida hacia el exterior que tenga muescas en las zonas a lo largo de la placa superior 4 y las paredes verticales 5a, 5b de modo que las muescas hagan que la pestaña dirigida hacia el exterior sea discontinua desde las pestañas 50a o 50b de arista.

35 Además, como se ilustra en la FIGURA 2 (b), la pestaña continua 9c dirigida hacia el exterior puede ser conformada incluyendo la zona a lo largo de la acanaladura 8 en la placa superior 4. Si la pestaña continua 9c dirigida hacia el exterior también es conformada en la zona a lo largo de la acanaladura 8, la carga axial se transfiere más fácilmente a las aristas de la acanaladura 8, de modo que tales aristas también podrán soportar la carga eficazmente.

40 La placa superior 4 del primer miembro 2 tiene la acanaladura 8 dispuesta a lo largo de la dirección axial. La forma de la acanaladura 8 puede ser, por ejemplo, una forma sustancialmente trapezoidal o una forma de letra V. El primer miembro 2 ilustrado en la FIGURA 1 tiene la acanaladura 8 sustancialmente trapezoidal. El primer miembro 2 que tiene la acanaladura 8 aumenta el número de líneas de arista de soporte de carga de modo que la cantidad de absorción de energía de impacto aumenta. Por consiguiente, esto conduce a, por ejemplo, reducción de peso reduciendo el grosor de chapa sin sacrificar la seguridad en caso de colisión.

45 La anchura superior w de la acanaladura 8 puede ser, por ejemplo, aproximadamente 50 mm o menos. Sin embargo, con vista a la aptitud para la conformación en conformación por prensado, la anchura superior w de

ES 2 717 505 T3

la acanaladura 8 es preferiblemente 5 mm o más. Además, la profundidad h de la acanaladura 8 se establece según la anchura w de la acanaladura 8 y también según el grosor t de la chapa de acero según la presente realización. Más específicamente, la profundidad h de la acanaladura 8 se establece de modo que la profundidad h y la anchura w de la acanaladura 8 y el grosor t de la chapa de acero satisfagan la siguiente relación:

$$0,2 \times H_0 \leq h \leq 3,0 \times H_0 \dots (1)$$

$$H_0 = (0,037 t - 0,25) \times w - 5,7 t + 29,2 \dots (2)$$

La fórmula (2) anterior representa una profundidad H_0 de acanaladura cuando la cantidad de absorción de energía por unidad de área (kJ/mm^2) en la sección transversal del primer miembro 2 se vuelve aproximadamente el valor máximo en un recorrido de desplazamiento de 100 mm en caso de que el primer miembro 2 tenga las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior. La sección transversal del primer miembro 2 como se ha empleado anteriormente se refiere a la sección transversal en el extremo del primer miembro 2 que incluye las secciones transversales de los extremos de la placa superior 4, las aristas 4a, 4b, y las paredes verticales 5a, 5b, en la que las secciones transversales se toman a lo largo del límite con la superficie ascendente curvada que continúa hasta la pestaña continua 9a o 9b dirigida hacia el exterior.

Como se indica en la fórmula (1) anterior, si la profundidad h de acanaladura está dentro del intervalo del 20 al 300 % de H_0 , que es la profundidad de acanaladura cuando la cantidad de absorción de energía por unidad de área resulta aproximadamente el valor máximo, la eficiencia de absorción de energía mejora comparada con el miembro estructural que tiene las pestañas dirigidas hacia el exterior pero no tiene las pestañas 50a o 50b de arista.

Por ejemplo, cuando el grosor t de chapa es 1,4 mm y la anchura w de la acanaladura 8 es 10 mm, la profundidad H_0 de acanaladura, en la que la cantidad de absorción de energía por unidad de área resulta aproximadamente su máximo, es 20 mm. En este caso, la profundidad h de la acanaladura 8 se establece de 4 mm a 60 mm. Como otro ejemplo, cuando el grosor t de chapa es 1,4 mm y la anchura w de la acanaladura 8 es 40 mm, la profundidad H_0 de acanaladura, en la que la cantidad de absorción de energía por unidad de área resulta aproximadamente su máximo, es 12 mm. En este caso, la profundidad h de la acanaladura 8 se establece de 2,4 mm a 36 mm.

Como otro ejemplo más, cuando el grosor t de chapa es 2,0 mm y la anchura w de la acanaladura 8 es 10 mm, la profundidad H_0 de acanaladura, en la que la cantidad de absorción de energía por unidad de área resulta aproximadamente su máximo, es 17 mm. En este caso, la profundidad h de la acanaladura 8 se establece de 3,4 mm a 51 mm. Como otro ejemplo más, cuando el grosor t de chapa es 2,0 mm y la anchura w de la acanaladura 8 es 40 mm, la profundidad H_0 de acanaladura, en la que la cantidad de absorción de energía por unidad de área resulta aproximadamente su máximo, es 10 mm. En este caso, la profundidad h de la acanaladura 8 se establece de 2,0 mm a 30 mm.

El primer miembro 2 que tiene la estructura descrita anteriormente es unido al segundo miembro 3 mediante soldadura por medio de pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior que incluyen pestañas 50a o 50b de arista. De ese modo, la cantidad de absorción de energía aumenta en la fase inicial de la colisión (en un recorrido de desplazamiento de, por ejemplo, 40 mm o menos) después de recibir una carga de impacto. Además, el primer miembro 2 tiene la acanaladura 8 en la chapa superior 4 y pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior que incluyen pestañas 50a o 50b de arista en el extremo axial. De ese modo, el comportamiento a pandeo del primer miembro 2 resulta estable en la fase intermedia y posterior de la colisión (en un recorrido de desplazamiento de, por ejemplo, más de 40 mm) de modo que se aumenta la cantidad de absorción de energía.

Por otra parte, aunque se aplique una carga de impacto al primer miembro 2 oblicuamente en relación con la dirección axial, por ejemplo, el comportamiento a pandeo del primer miembro 2 durante la colisión aún es estable, y por lo tanto se mejora la robustez frente al aporte de carga para el primer miembro 2 según la presente realización. En consecuencia, el miembro estructural (primer miembro) 2 según la presente realización tiene excelente capacidad de transferencia de carga.

Cabe destacar que el primer miembro 2 descrito anteriormente tiene una sección transversal abierta pero el miembro estructural según la presente realización no se limita a este modo. Por ejemplo, el miembro estructural puede ser conformado para que tenga una sección transversal cerrada en la que otro miembro esté unido por medio de pestañas 7a, 7b. Por otra parte, el primer miembro 2, que tiene una acanaladura 8 en la placa superior 4, puede tener una pluralidad de acanaladuras.

<2. Ejemplo de método para fabricar un miembro estructural para una carrocería de automóvil>

A continuación se describirá un ejemplo del método para fabricar el miembro estructural (primer miembro) 2 para una carrocería de automóvil según la presente realización. El miembro estructural 2 según la presente

realización se fabrica conformando por prensado una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tiene, por ejemplo, un grosor de chapa dentro del intervalo de 0,5 mm a 6,0 mm y una resistencia a la tracción de 390 MPa o más, y, por lo tanto, tienden a producirse defectos de conformación tales como arrugamiento y agrietamiento.

5 Por ejemplo, cuando se intentan conformar pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior que tengan un cierto grado de anchura de pestaña a lo largo de todo el perímetro del extremo axial del miembro estructural 2, durante la conformación por prensado tienden a producirse defectos de conformación tales como agrietamiento de la pestaña estirada en el borde de cada pestaña 50a o 50b de arista y arrugamiento cerca de la base de cada pestaña 50a o 50b de arista. En general, a medida que la resistencia del material se hace más alta, es más probable que se produzca agrietamiento en el borde y arrugamiento cerca de la base de cada pestaña 50a o 50b de arista.

15 Por consiguiente, cuando se emplea una chapa de acero de alta resistencia a la tracción como material de conformación, resulta difícil que los métodos de conformación por prensado conocidos en la técnica fabriquen el miembro estructural que tenga las pestañas continuas dirigidas hacia el exterior que incluyan pestañas de arista debido a limitaciones en la conformación por prensado. En consecuencia, hasta ahora ha tenido que preverse una muesca en la zona a lo largo de la arista en la pestaña dirigida hacia el exterior para compensar tal dificultad en la conformación por prensado. Prever la muesca es una causa para disminuir el rendimiento en cuanto a capacidad de transferencia de carga, rigidez a la flexión, y rigidez a la torsión.

25 En cambio, el miembro estructural 2 según la presente realización puede fabricarse mediante un método de fabricación tal como se describe más adelante aunque tenga pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior que incluyan pestañas 50a o 50b de arista. En lo sucesivo, se describirá un ejemplo del aparato de conformación por prensado que puede emplearse para fabricar el miembro estructural 2 según la presente realización, y después se explicará más específicamente un método de fabricación.

(2-1. Aparato de conformación por prensado)

30 La FIGURA 3 y la FIGURA 4 son vistas esquemáticas que ilustran un aparato 10 de conformación por prensado que ha de emplearse para fabricar el miembro estructural 2. La FIGURA 3 es una vista en sección transversal que ilustra una parte del aparato 10 de conformación por prensado, que corresponde a un extremo del miembro estructural 2. La FIGURA 4 (a) es una vista en perspectiva que ilustra una matriz 12, y la FIGURA 4 (b) es una vista en perspectiva que ilustra una almohadilla 13. La FIGURA 4 (c) también es una vista en perspectiva que ilustra un punzón 11. Las Figuras 4 (a) a 4 (c) son vistas en perspectiva respectivas que ilustran la matriz 12, la almohadilla 13, y el punzón 11, tal como se ven oblicuamente desde la parte superior izquierda, y las partes para conformar pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior se muestran en el lado profundo de la superficie del papel.

40 El aparato 10 de conformación por prensado incluye el punzón 11 y la matriz 12, y la almohadilla 13 que prensa el material de conformación 14 contra el punzón 11 y restringe el material de conformación 14. El punzón 11 tiene una parte 11b de conformación de acanaladura que está conformada en una superficie superior 11a del punzón 11 y se extiende en la dirección longitudinal, y tiene una pared lateral 11c conformada en el extremo longitudinal. El ángulo de subida θ de la pared lateral 11c es, por ejemplo, 50° a 90°.

45 La forma de la parte 11b de conformación de acanaladura corresponde a la forma de la acanaladura 8 que ha de ser conformada en el miembro estructural 2. Por ejemplo, la parte 11b de conformación de acanaladura tiene una sección transversal de una forma trapezoidal o de una forma de letra V (la FIGURA 3 (b) ilustra la forma trapezoidal). La anchura en la dirección perpendicular a la dirección axial en la abertura superior de la parte 11b de conformación de acanaladura es aproximadamente 50 mm o menos. La profundidad de la parte 50 11b de conformación de acanaladura está diseñada para que corresponda a la forma de la acanaladura 8 del miembro estructural 2, lo que se determina satisfaciendo las fórmulas (1) y (2) descritas anteriormente.

55 La almohadilla 13 tiene una parte 13b de prensado de placa superior que incluye una parte de protuberancia 13a, una parte 13c de prensado de arista, y una pared lateral 13d. La parte de protuberancia 13a mira hacia la parte 11b de conformación de acanaladura que está conformada en el punzón 11 y se extiende en la dirección longitudinal. La parte 13b de prensado de placa superior que tiene la parte de protuberancia 13a prensa, y restringe, una porción que ha de ser conformada en la placa superior 4 en el material de conformación 14 contra la superficie superior 11a del punzón 11. La placa superior 4 que tiene la acanaladura 8 es conformada por la almohadilla 13 que prensa el material de conformación 14 contra la superficie superior 11a del punzón 60 11.

La parte 13c de prensado de arista prensa contra el punzón 11, y restringe los extremos de las porciones que han de ser conformadas en las aristas 4a, 4b en las inmediaciones de las porciones que han de ser conformadas en pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior en el material de conformación 14. La almohadilla 13 se denomina en lo sucesivo como la almohadilla de arista.

Más específicamente, la almohadilla 13 de arista restringe la porción que ha de ser conformada en la placa superior 4 y también el extremo de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b en las inmediaciones de la porción que ha de ser conformada en cada pestaña continua 9a, 9b dirigida hacia el exterior en el material de conformación 14. Sin embargo, es suficiente que la almohadilla 13 de arista restrinja al menos el extremo de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b. Las otras partes de las porciones que han de ser conformadas en las aristas 4a, 4b, la porción que ha de ser conformada en la placa superior 4, y las porciones que han de ser conformadas en las paredes verticales 5a, 5b, pueden dejarse sin restringir.

La FIGURA 5 es una vista esquemática que ilustra la forma de una almohadilla 15 conocida en la técnica. La FIGURA 5 (a) es una vista en sección transversal que ilustra un aparato 10' de conformación por prensado que tiene la almohadilla 15 conocida en la técnica, y la FIGURA 5 (b) es una vista en perspectiva que ilustra un estado en el que el material de conformación 14 es prensado por la almohadilla 15 conocida. La FIGURA 5 (a) es una vista en sección transversal que ilustra la misma porción del aparato 10 de conformación por prensado que se ilustra en la FIGURA 3. Como se ilustra, la almohadilla 15 conocida restringe la porción que ha de ser conformada en la placa superior 4 en el material de conformación 14 pero no restringe la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b.

El aparato 10 de conformación por prensado prensa el extremo de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b empleando la almohadilla 13 de arista, y proyecta hacia el exterior aproximadamente sólo el material de chapa de acero cercano. De ese modo son conformadas las aristas 4a, 4b en las inmediaciones de las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior. Por consiguiente, esto reduce el movimiento del material en la zona en la que contacta la almohadilla 13 de arista, y, por lo tanto, reduce la generación de agrietamiento de la pestaña estirada en el extremo del borde de cada pestaña 50a o 50b de arista y el arrugamiento cerca de la base de cada pestaña 50a o 50b de arista.

El objetivo de la almohadilla 13 de arista es reducir el movimiento del material circundante proyectando hacia el exterior el material en el extremo de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b para conformar el extremo de cada arista 4a, 4b. Por consiguiente, la extensión de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b que es restringida por la almohadilla 13 de arista en las inmediaciones de la porción que ha de ser conformada en cada pestaña continua 9a, 9b dirigida hacia el exterior es preferiblemente al menos 1/3 o más de la longitud del perímetro de la sección transversal de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b, comenzando desde el límite entre cada arista 4a, 4b y la placa superior 4.

Además, la extensión en la dirección axial en la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b que es restringida por la almohadilla 13 de arista en las inmediaciones de la porción que ha de ser conformada en cada pestaña continua 9a, 9b dirigida hacia el exterior puede ser, por ejemplo, de 5 mm a 100 mm a lo largo de la dirección axial desde la base de las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior. Si esta extensión restringida es menos de 5 mm, surge la preocupación de que pueda volverse difícil impedir la distorsión o de que puedan producirse arañazos durante la conformación por prensado. Además, la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b puede ser restringida en toda la longitud en la dirección axial. Sin embargo, si la extensión restringida descrita anteriormente excede de 100 mm, la carga que la almohadilla 13 de arista requiere para prensar el material de conformación 14 puede aumentar.

La matriz 12, que tiene una superficie ascendente 12a conformada en el extremo longitudinal, está dispuesta enfrentada al punzón 11. La matriz 12, que no tiene una superficie de prensado que corresponde a la porción que ha de ser conformada en la placa superior 4 en el miembro estructural 2, está dispuesta de modo que no se superpone a la almohadilla 13 en la dirección de prensado. La matriz 12 pliega el material de conformación 14 a lo largo de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b mientras que la porción que ha de ser conformada en la placa superior 4 y el extremo de la porción que ha de ser conformado en cada arista 4a, 4b en el material de conformación 14 son restringidos por la almohadilla 13 de arista.

Incidentalmente, el plegado del material de conformación 14 por la matriz 12 puede ser conformación por plegado en la que la matriz 12 prensa y pliega el material de conformación 14, o puede ser embutición profunda en la que un porta pieza (no mostrado) y a la matriz 12 sujetan y pliega el material de conformación 14.

(2-2. Método de fabricación)

A continuación, se describirá un método para fabricar el miembro estructural 2 empleando el aparato 10 de conformación por prensado, con referencia a la FIGURA 6 junto con la FIGURA 3 y la FIGURA 4. La FIGURA 6 es una vista en perspectiva que ilustra un estado en el que el material de conformación 14 es restringido por la almohadilla 13 de arista.

El material de conformación 14, que es una pieza en bruto desarrollada que tiene una forma en la que el miembro estructural 2 que ha de ser conformado se desarrolla sobre un plano llano, en primer lugar es colocado sobre el punzón 11 en el aparato 10 de conformación por prensado. Posteriormente, la almohadilla 13

de arista empuja y prensa el material de conformación 14 contra el punzón 11, como se ilustra en la FIGURA 3 y la FIGURA 6. En este momento, una parte de la porción que ha de ser conformada en cada pestaña continua 9a, 9b dirigida hacia el exterior en el material de conformación 14 es plegada en sentido opuesto a la dirección de prensado por la pared lateral 11c del punzón 11 y la pared lateral 13d de la almohadilla 13 de arista.

El extremo de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b en las inmediaciones de la porción que ha de ser conformada en cada pestaña continua 9a, 9b dirigida hacia el exterior en el material de conformación 14 es plegado en la dirección de prensado por la parte 13c de prensado de arista de la almohadilla 13 de arista, y después es restringido por la parte 13c de prensado de arista y el punzón 11. La parte 13b de prensado de placa superior de la almohadilla 13 de arista prensa posteriormente la porción que ha de ser conformada en la placa superior 4 en el material de conformación 14 para hacer que la parte de protuberancia 13a empuje a una parte del material de conformación 14 hacia la parte 11b de conformación de acanaladura del punzón 11, y después para hacer que la parte 13b de prensado de placa superior y el punzón 11 restrinjan el material de conformación 14.

Mientras que el material de conformación 14 es restringido por la almohadilla 13 de arista y el punzón 11 como se describe anteriormente, la matriz 12 y el punzón 11 llevan a cabo la primera conformación por prensado. En la primera conformación por prensado, se reduce una disminución o un aumento en el grosor de chapa, lo que, de otro modo, causa agrietamiento en el borde de la pestaña 50a o 50b de arista o arrugamiento cerca de la base de la pestaña 50a o 50b de arista. La primera conformación por prensado proporciona un producto intermedio que tiene la sección transversal sustancialmente en forma de canaleta y que tiene las aristas 4a, 4b, las paredes verticales 5a, 5b, y la placa superior 4 que incluye la acanaladura 8 que se extiende en la dirección longitudinal. El producto intermedio tiene las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior conformadas en las zonas a lo largo de las aristas 4a, 4b, una parte de la placa superior 4, y las paredes verticales 5a, 5b, en el extremo longitudinal del producto intermedio.

Incidentalmente, la FIGURA 6 ilustra un estado en el que las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior están conformadas en las zonas a lo largo de las aristas 4a, 4b, excluyendo una parte de la placa superior 4 la zona a lo largo de la acanaladura 8, y las paredes verticales 5a, 5b. Sin embargo, es suficiente que la pestaña dirigida hacia el exterior esté conformada al menos en la zona a lo largo de las aristas 4a, 4b. Además, la pestaña dirigida hacia el exterior puede ser una pestaña continua 9c dirigida hacia el exterior que incluya la zona a lo largo de la acanaladura 8 (véase la FIGURA 2 (b)). La forma y la anchura de la pestaña dirigida hacia el exterior pueden ajustarse modificando la forma de la pieza en bruto desarrollada que ha de ser conformada en el material de conformación 14.

Además, la conformación por prensado del producto intermedio se describe en el ejemplo anterior en el que el extremo de la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b y el extremo de la porción que ha de ser conformada en la placa superior 4, en el material de conformación 14, están restringidos por la almohadilla 13 de arista. Sin embargo, el método para fabricar el miembro estructural 2 no se limita a este ejemplo. La extensión restringida por la parte 13c de prensado de arista de la almohadilla 13 de arista puede ser una zona de al menos 1/3 o más de la longitud del perímetro de la sección transversal de cada arista 4a, 4b comenzando desde el límite entre cada arista 4a, 4b y la placa superior 4, en la porción que ha de ser conformada en cada arista 4a, 4b. Si la extensión del material de conformación 14 restringida por la almohadilla 13 de arista es menor que la extensión descrita anteriormente, la almohadilla 13 de arista puede no lograr suficientemente el efecto de reducir la generación de agrietamiento y arrugamiento.

Después de llevarse a cabo la primera conformación por prensado como se describe anteriormente, el producto intermedio es sometido entonces a segunda conformación por prensado para conformar las partes que se dejan sin conformar en la primera conformación por prensado. La segunda conformación por prensado prensa la porción que no ha sido conformada por la almohadilla 13 de arista y la matriz 12 y conforma el miembro estructural 2 que tiene la forma final. Más específicamente, una parte de la porción en cada pared vertical 5a, 5b, que está situada debajo de la almohadilla 13 de arista en la dirección de prensado, no es conformada por prensado completamente por la almohadilla 13 de arista en la primera conformación por prensado. Por consiguiente, la parte de la porción es conformada por prensado en la segunda conformación por prensado empleando un aparato de conformación por prensado diferente.

Incidentalmente, las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior pueden no ser levantadas hasta el ángulo en el producto final en la primera conformación por prensado debido a la forma de las pestañas continuas dirigidas hacia el exterior 9a, 9b o el ángulo de subida de pestaña. En este caso, las pestañas continuas dirigidas hacia el exterior 9a, 9b pueden ser levantadas aproximadamente hasta un ángulo predeterminado, por ejemplo, hasta 60°, en la primera conformación por prensado, y después levantadas aún más hasta el ángulo del producto final en la segunda conformación por prensado o una conformación por prensado posterior.

El aparato de conformación por prensado que ha de emplearse en la segunda conformación por prensado puede ser un aparato que pueda conformar lo que no fue conformado en la primera conformación por

prensado. Este aparato de conformación por prensado puede constituirse empleando un aparato de conformación por prensado conocido que tenga una matriz y un punzón. Si la segunda conformación por prensado no completa la conformación en la forma final del miembro estructural 2, puede llevarse a cabo además otro proceso de conformación.

5 Incidentalmente, aunque se ha descrito como la presente realización un ejemplo en el que la acanaladura 8 en la placa superior 4 es conformada por la almohadilla 13 de arista en la primera conformación por prensado, la acanaladura 8 puede ser conformada por la matriz 12. Además, aunque se ha descrito como la presente
10 realización un ejemplo en el que la acanaladura 8 es conformada en la placa superior 4 en la primera conformación por prensado, la acanaladura 8 puede ser conformada en la segunda conformación por prensado.

15 Como se describe anteriormente, el miembro estructural 2 es conformado, con agrietamiento reducido en el borde y arrugamiento reducido cerca de la base de cada pestaña 50a, 50b de arista, llevando a cabo la conformación por prensado empleando la almohadilla 13 de arista que incluye la parte 13c de prensado de arista y la parte 13b de prensado de placa superior que tiene la parte de protuberancia 13a. El miembro estructural (primer miembro) 2 es unido al segundo miembro 3 por medio de pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior conformadas en el extremo longitudinal para proporcionar la estructura unida 1 que incluye el primer miembro 2 y el segundo miembro 3.

20 Cabe destacar que el miembro estructural que tiene la pestaña dirigida hacia el exterior conformada también en la zona a lo largo de la acanaladura 8 en el extremo longitudinal, como se ilustra en la FIGURA 2 (b), puede fabricarse, por ejemplo, en una secuencia descrita más adelante. Es decir, una almohadilla que tiene la parte 13c de prensado de arista pero no tiene la parte de protuberancia 13a conforma un producto intermedio que
25 tiene la pestaña continua dirigida hacia el exterior que incluye la pestaña dirigida hacia el exterior conformada también en toda la zona de perímetro a lo largo de la placa superior, en la primera fase. Posteriormente, el producto intermedio es prensado para conformar la acanaladura 8 en la placa superior 4 empleando una almohadilla o un punzón que tiene la parte de protuberancia 13a para conformar la acanaladura 8 en la segunda fase. De ese modo, puede obtenerse el miembro estructural, que tiene la pestaña dirigida hacia el exterior en la zona de la acanaladura 8.

30 En particular, gracias a las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior que también son conformadas en las zonas de las aristas 4a, 4b, el miembro estructural según la presente realización mejora la eficiencia de absorción de energía aun cuando la profundidad de la acanaladura 8 sea relativamente pequeña. En consecuencia, también puede proporcionarse una pestaña dirigida hacia el exterior deseada en la zona a lo largo de la acanaladura 8 para el miembro estructural mediante la conformación por prensado descrita anteriormente en la segunda fase.

35 Como se describe en lo anterior, se hace que el miembro estructural 2 según la presente realización aumente la cantidad de absorción de energía en la fase inicial de la colisión, gracias a que tiene las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior, que incluyen las pestañas 50a, 50b de arista, en el extremo longitudinal del miembro estructural 2. Por otra parte, el miembro estructural 2 según la presente realización tiene las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior así como la acanaladura 8 en la placa superior 4 que está configurada en un intervalo predeterminado de modo que se aumenta la eficiencia de absorción de energía en
40 la fase intermedia y posterior de la colisión. En consecuencia, el miembro estructural 2 según la presente realización es de excelente capacidad de transferencia de carga, rigidez a la flexión, y rigidez a la torsión, lo que hace al miembro estructural adecuado para miembros estructurales para una carrocería de automóvil.

45 Por otra parte, el miembro estructural 2 según la presente realización tiene las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior que incluyen las pestañas 50a, 50b de arista, lo que permite que en el miembro estructural 2 se proporcione una acanaladura 8 que tenga una profundidad efectiva h determinada según la anchura w de la acanaladura 8 y el grosor t de chapa. En consecuencia, resulta más fácil conformar la acanaladura 8 con una profundidad deseada que pueda mejorar la eficiencia de absorción de energía, incluso al conformar por prensado una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que sea relativamente difícil de
50 conformar, de modo que el miembro estructural con una excelente capacidad de transferencia de carga y rigidez puede obtenerse con un alto rendimiento de producción.

55 Hasta ahora se ha descrito una realización preferible con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, la presente invención no se limita al ejemplo descrito anteriormente. Resultará evidente que los expertos en la técnica a la que pertenece la presente invención pueden concebir diversas alternativas y modificaciones, permaneciendo al mismo tiempo dentro del alcance de la idea técnica como se describe en las reivindicaciones. Debería entenderse que tales alternativas y modificaciones entran aparentemente dentro del alcance técnico de la presente invención.

60 [Ejemplo(s)]

A continuación se describirán ejemplos de la presente invención.

(Análisis 1)

En el Análisis 1, en primer lugar se evaluaron tasas de disminución de grosor de chapa (o tasas de aumento de grosor de chapa) en el borde y en la base de las pestañas 50a, 50b de arista en un miembro estructural 2 según el Ejemplo. La FIGURA 7 es una vista en planta que ilustra una forma de una pieza en bruto desarrollada como un material de conformación 14 para un miembro estructural 2 empleado en el Análisis 1. La FIGURA 7 (a) es una vista en planta de conjunto que ilustra la forma del material de conformación 14 que incluye un extremo en la dirección longitudinal, y la FIGURA 7 (b) es una vista en planta a escala ampliada que ilustra el extremo longitudinal.

El material de conformación 14 está hecho de una chapa de acero bifásico (DP, del inglés “dual-phase”) que tiene un grosor de chapa de 1,4 mm y una clase de resistencia a la tracción de 980 MPa medida por ensayo de tracción de acuerdo con la norma JIS Z 2241. En el material de conformación 14, una porción G que ha de ser conformada en cada pestaña 50a, 50b de arista tiene una forma tal que está destinada a la dispersión de la deformación (un radio de curvatura de 60 mm). Además, está prevista una muesca 59 en el extremo de cada línea de arista dentro de una zona a lo largo de una acanaladura 8, mientras que también está conformada una pestaña 50c dirigida hacia el exterior c en una zona a lo largo de la porción que ha de ser conformada en la acanaladura 8 en el extremo.

La FIGURA 8 y la FIGURA 9 ilustran un miembro estructural (primer miembro) 2 que ha de ser conformado a partir del material de conformación 14 que se ilustra en la FIGURA 7. La FIGURA 8 (a) es una vista en planta desde arriba que ilustra el miembro estructural 2 como se ve desde el lado de la placa superior 4, y la FIGURA 8 (b) es una vista diagramática del miembro estructural 2 como se ve oblicuamente desde arriba en la dirección longitudinal. Además, la FIGURA 9 es una vista en sección transversal del miembro estructural 2. La altura del miembro estructural 2 es 100 mm. El radio de curvatura de la sección transversal de una arista 4a o 4b es 12 mm y la profundidad de la acanaladura 8 es 7,5 mm. En la FIGURA 8 (b) y la FIGURA 9 se muestran otras dimensiones.

La FIGURA 10 y la FIGURA 11 son vistas esquemáticas que ilustran un aparato 10 de conformación por prensado empleado en la primera conformación por prensado al fabricar el miembro estructural 2 del Ejemplo. La FIGURA 10 es una vista en perspectiva del aparato 10 de conformación por prensado, y las Figuras 11 (a) a 11 (c) son vistas esquemáticas que ilustran la Sección Transversal 1, la Sección Transversal 2, y la Sección Longitudinal en la FIGURA 10, respectivamente. Además, la FIGURA 12 y la FIGURA 13 son vistas esquemáticas que ilustran un aparato 20 de conformación por prensado empleado en la segunda conformación por prensado al fabricar el miembro estructural 2 del Ejemplo. La FIGURA 12 es una vista en perspectiva del aparato 20 de conformación por prensado, y la FIGURA 13 (a) y la FIGURA 13 (b) son vistas esquemáticas que ilustran la Sección Transversal y la Sección Longitudinal en la FIGURA 12, respectivamente. Cada una de la FIGURA 10 y la FIGURA 12 ilustra sólo una parte para conformar un extremo del miembro estructural 2.

Cuando el miembro estructural 2 fue conformado por prensado a partir del material de conformación 14 empleando el primer y el segundo aparatos 10, 20 de conformación por prensado, el comportamiento a deformación del material de conformación 14 fue analizado por el método de elementos finitos. En la primera conformación por prensado, se empleó una almohadilla 13 de arista según el Ejemplo para conformar un producto intermedio con la intención de reducir el agrietamiento en el borde y el arrugamiento cerca de la base de las pestañas 50a, 50b de arista que han de ser conformadas en la zona a lo largo de las aristas 4a, 4b en el extremo longitudinal. En la primera conformación por prensado, una matriz descendente 12 y un punzón 11 llevaron a cabo la conformación por prensado después de que el material de conformación 14 fue prensado por la almohadilla 13 de arista.

La primera conformación por prensado no conforma la forma de una porción situada, en la dirección de prensado, debajo de la zona en cada arista 4a, 4b que es prensada por la almohadilla 13 de arista, como se ilustra en la FIGURA 11 (a). Por consiguiente, la porción que no fue conformada en la primera conformación por prensado fue conformada por la segunda conformación por prensado. En la segunda conformación por prensado, se llevó a cabo una segunda percusión empleando conformación por plegado, conformando al mismo tiempo lo que no fue conformado en la primera conformación por prensado. En la segunda conformación por prensado, una porción superior 41 de un producto intermedio 40 fue restringida en primer lugar mediante una almohadilla 23 que tenía una parte de protuberancia 23a que corresponde a la forma de la acanaladura 8. Posteriormente, se llevó a cabo conformación por plegado bajando una matriz 22 hacia un punzón 21 para conformar el miembro estructural 2.

Las FIGURAS 14 (a) y 14 (b) ilustran respectivamente el producto intermedio 40 obtenido y el miembro estructural 2 en los que se muestran los resultados analíticos sobre las tasas de disminución de grosor de chapa en el borde y cerca de la base de cada pestaña 50a, 50b de arista. La FIGURA 14 muestra una tasa de disminución máxima de grosor de chapa en las inmediaciones de una zona A, que es vulnerable al agrietamiento en el borde de la pestaña 50a, 50b de arista, y una tasa de disminución mínima de grosor de

chapa en las inmediaciones de una zona B, que es vulnerable al arrugamiento cerca de la base de la pestaña 50a, 50b de arista. Un valor negativo en la tasa de disminución de grosor de chapa significa una tasa de aumento de grosor de chapa.

5 Cuando la conformación por prensado pasa de la primera conformación por prensado a la segunda, la tasa de disminución de grosor de chapa se hace más grande en la zona vulnerable al agrietamiento, en otras palabras, en las inmediaciones del borde de cada pestaña 50a, 50b de arista (zona A), como se muestra en la FIGURA 14. Cabe destacar que, en el miembro estructural 2 obtenido, la tasa de disminución de grosor de chapa, en la zona vulnerable al agrietamiento, en otras palabras, en las inmediaciones del borde de cada pestaña 50a, 50b de arista (zona A), fue aproximadamente el 14 %, con lo que el agrietamiento es evitable.

15 Cuando la conformación por prensado pasa de la primera conformación por prensado a la segunda, la tasa de aumento de grosor de chapa se hace más grande en la zona vulnerable al arrugamiento, en otras palabras, en las inmediaciones de la base de cada pestaña 50a, 50b de arista (zona B), como se muestra en la FIGURA 14. Cabe destacar que, en el miembro estructural 2 obtenido, la tasa de aumento de grosor de chapa, en la zona vulnerable al arrugamiento o cerca de la base de cada pestaña 50a, 50b de arista (zona B), fue aproximadamente el 12 %, con lo que se reduce el arrugamiento.

(Análisis 2)

20 Posteriormente, en el Análisis 2 se evaluó la eficiencia de absorción de energía para el miembro estructural 2 según el Ejemplo, que tenía tanto las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior incluyendo las pestañas de arista como la acanaladura 8 en la placa superior 4. En el Análisis 2, se supuso la estructura unida 1 en la que el miembro estructural (primer miembro) 2 fue unido a un segundo miembro 3 mediante soldadura por puntos (véase la FIGURA 1), y la carga axial y la cantidad de absorción de energía fueron evaluadas cuando el miembro estructural 2 fue prensado a lo largo de la dirección axial desde el lado donde fue unido el segundo miembro 3. En el Análisis 2, el recorrido de desplazamiento se estableció hasta 40 mm, lo que corresponde a la fase inicial de la colisión, con la intención de evaluar la capacidad de seguridad en caso de colisión desde un punto de vista de prevención de la deformación.

30 Las Figuras 15 son vistas esquemáticas que ilustran modelos analíticos empleados en el Análisis 2. La FIGURA 15 (a) ilustra un modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo, y la FIGURA 15 (b) ilustra un modelo analítico 31 del Ejemplo Comparativo 1, que no tiene las pestañas de arista o la acanaladura. La FIGURA 15 (c) ilustra un modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2, que tiene la acanaladura 8 pero no tiene las pestañas de arista. Las Figuras 15 (a) a 15 (c) son vistas diagramáticas de cada modelo analítico 30, 31, 32 tal como se ve oblicuamente desde arriba en la dirección longitudinal. Además, la FIGURA 16 es una vista de conjunto de los modelos analíticos 30, 31, 32 tal como se ve desde la dirección lateral en relación con la dirección longitudinal.

40 El modelo analítico 31 del Ejemplo Comparativo 1 tiene la misma forma que el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo, excepto en que no está prevista una acanaladura en la placa superior 4 del primer miembro 2, y está prevista una muesca 55 en la pestaña dirigida hacia el exterior en el extremo longitudinal de cada arista 4a, 4b en el modelo analítico 31. Además, el modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 tiene la misma forma que el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo, excepto en que está prevista una muesca 55 en la pestaña dirigida hacia el exterior en el extremo longitudinal de cada arista 4a-4b en el modelo analítico 32.

50 En el Análisis 2, cada modelo analítico 30, 31, 32 fue soldado por puntos, a través de pestañas 7a, 7b, a una placa de cierre 45 hecha de una chapa de acero de 0,6 mm de grosor que tiene una resistencia a la tracción de clase de 270 MPa. Cada modelo analítico 30, 31, 32 tenía la misma forma que el miembro estructural 2 descrito anteriormente ilustrado en la FIGURA 8 y la FIGURA 9, excepto por la presencia de la placa de cierre 45 unida al mismo y la presencia o no presencia de la acanaladura o la pestaña de arista. Cada modelo analítico 30, 31, 32 empleaba el mismo material de conformación 14 que en el Análisis 1, que era una chapa de acero de 1,4 mm de grosor que tiene una resistencia a la tracción de clase de 980 MPa. Este análisis suponía el segundo miembro 3 como una pared de cuerpo rígido con la intención de estudiar la influencia de la forma de la porción de unión y la influencia de la estructura del miembro estructural 2 sobre la capacidad de seguridad en caso de colisión.

60 La FIGURA 17 es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre las características de carga axial frente a recorrido, y la FIGURA 18 es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre las características de absorción de energía frente a recorrido. Como se muestra en la FIGURA 17, el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo presenta un valor de pico más alto en la carga axial (kN) comparado con el modelo analítico 31 del Ejemplo Comparativo 1. Además, en el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo, un valor de pico en la carga axial (kN) en la fase inicial de la colisión ha aparecido en el lado de recorrido más pequeño del gráfico, en otras palabras, en un momento más temprano, comparado con el modelo analítico 31, 32 de los Ejemplos Comparativos 1, 2.

Por otra parte, en asociación con la diferencia de pico en la carga axial, la cantidad de absorción de energía (kJ) también es más alta para el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo que la de para el modelo analítico 31 del Ejemplo Comparativo 1. El miembro estructural 2 según el Ejemplo también presenta una cantidad más alta de absorción de energía (kJ) que la del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 que tiene la acanaladura 8 y las muescas conformadas en la pestaña dirigida hacia el exterior.

Esto resultados son probablemente debidos al hecho de que el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo tiene más aristas que sirven para transferir la carga que las del modelo analítico 31 del Ejemplo Comparativo 1. También es probable que, en el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo, las pestañas continuas 9a, 9b dirigidas hacia el exterior que incluyen las pestañas 50a, 50b de arista hagan que las aristas produzcan una tensión axial elevada desde la fase inicial de la colisión y puedan hacer que la carga axial sea confinada y transferible con una eficiencia elevada. Los resultados descritos anteriormente a partir del Análisis 2 muestran que el miembro estructural 2 según el Ejemplo tiene una capacidad excelente como miembro de prevención de deformación comparado con los Ejemplos Comparativos 1, 2.

(Análisis 3)

En el Análisis 3, se evaluó la eficiencia de absorción de energía del miembro estructural 2 según el Ejemplo en la fase intermedia y posterior de la colisión. En el Análisis 3, se emplearon el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo ilustrado en la FIGURA 15 (a) y el modelo analítico 32 según el Ejemplo Comparativo 2 ilustrado en la FIGURA 15 (c) entre los modelos analíticos empleados en el Análisis 2. En particular, la única diferencia entre las formas de los dos modelos analíticos 30, 32 es si las muescas 55 están previstas o no en la pestaña dirigida hacia el exterior. Las características básicas de la forma y la estructura de los modelos analíticos 30 y 32, incluyendo el hecho de tener la placa de cierre 45 unida, son las mismas que en el Análisis 2.

En el Análisis 3, sin embargo, cada tipo de los modelos analíticos 30, 32 fue conformado empleando dos tipos diferentes de chapas de acero, en otras palabras, una chapa de acero de 1,4 mm de grosor de clase de 340 MPa de resistencia a la tracción y una chapa de acero de 1,4 mm de grosor de clase de 980 MPa de resistencia a la tracción. Además, en el Análisis 3, se proporcionaron cuatro tipos de profundidades diferentes de la acanaladura 8, tales como profundidades de 7,5 mm, 15 mm, 30 mm, y 40 mm, y después se analizaron por cada tipo de chapa de acero por cada modelo analítico 30, 32. El recorrido de desplazamiento para el Análisis 3 se estableció hasta 100 mm para abarcar la fase intermedia y posterior de la colisión.

La FIGURA 19 y la FIGURA 20 muestran los resultados analíticos para los modelos analíticos 30, 32 en los que se empleó la chapa de acero de 1,4 mm de grosor de clase de 340 MPa de resistencia a la tracción. La FIGURA 19 (a) es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para el modelo analítico 32 según el Ejemplo Comparativo 2, y la FIGURA 19 (b) es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo. Además, la FIGURA 20 es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre características de cantidad de absorción de energía frente a profundidad de acanaladura en un recorrido de desplazamiento de 100 mm para cada uno del modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo y del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2.

Como se muestra en la FIGURA 19, cuando se emplea la chapa de acero de 1,4 mm de grosor de clase de 340 MPa de resistencia a la tracción, el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo presenta cantidades de absorción de energía (kJ) más altas que las del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 a lo largo del periodo hasta que el recorrido de desplazamiento alcanza 100 mm. Sin embargo, un efecto de aumento sobre la cantidad de absorción de energía es limitado. Además, como se muestra en la FIGURA 20, el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo presenta una cantidad más alta de absorción de energía para cada profundidad h de acanaladura en un recorrido de desplazamiento de 100 mm (kJ) que la del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2.

Las FIGURAS 21 a 23 muestran los resultados analíticos sobre los modelos analíticos 30, 32 en los que se empleó la chapa de acero de 1,4 mm de grosor de clase de 980 MPa de resistencia a la tracción. La FIGURA 21 (a) es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para el modelo analítico 32 según el Ejemplo Comparativo 2, y la FIGURA 21 (b) es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre características de cantidad de absorción de energía frente a recorrido para el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo. Además, la FIGURA 22 es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre características de cantidad de absorción de energía frente a profundidad de acanaladura en un recorrido de desplazamiento de 100 mm para cada uno del modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo y el modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2.

Además, la FIGURA 23 es un gráfico que muestra los resultados analíticos sobre características de cantidad

normalizada de absorción de energía por unidad de área de sección transversal frente a profundidad de acanaladura en un recorrido de desplazamiento de 100 mm para cada uno del modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo y del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2. La cantidad normalizada de absorción de energía por unidad de área de sección transversal representa el valor que se obtiene de la siguiente manera: una cantidad de absorción de energía por unidad de área de sección transversal en un recorrido de desplazamiento de 100 mm se divide por la cantidad de absorción de energía por unidad de área de acanaladura para el modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 en una profundidad de acanaladura de 7,5 mm y en un recorrido de desplazamiento de 100 mm, y después el resultado obtenido se multiplica por 100. Además, la FIGURA 24 y la FIGURA 25 son vistas esquemáticas que muestran la deformación, con respecto al recorrido de desplazamiento (10 a 50 mm), del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 y del modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo.

Como se muestra en la FIGURA 21, cuando se emplea la chapa de acero de 1,4 mm de grosor de clase de 980 MPa de resistencia a la tracción, el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo también presenta cantidades de absorción de energía (kJ) más altas que las del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 a lo largo del periodo hasta que el recorrido de desplazamiento alcanza 100 mm. Por otra parte, un efecto de aumento sobre la cantidad de absorción de energía se muestra claramente comparado con el caso que emplea la chapa de acero de 1,4 mm de grosor de clase de 340 MPa de resistencia a la tracción. En consecuencia, el miembro estructural 2 según el Ejemplo proporciona un efecto de mejora más alto sobre la eficiencia de absorción de energía a medida que aumenta la resistencia del material de conformación 14.

Además, como se muestra en la FIGURA 22, el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo presenta una cantidad más alta de absorción de energía (kJ) en cada profundidad h de acanaladura en un recorrido de desplazamiento de 100 mm que la del modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2. Además, el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo presenta cantidades más altas de absorción de energía en un recorrido de desplazamiento de 100 mm (kJ) respecto al estado en el que la profundidad de acanaladura es más pequeña.

Por otra parte, como se muestra en el gráfico de la FIGURA 23 en el que se elimina la influencia de la longitud del perímetro de cada modelo analítico 30, 32, el modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 no presenta un aumento en la eficiencia de absorción de energía (%) en un recorrido de desplazamiento de 100 mm cuando la profundidad h de la acanaladura 8 es pequeña. Además, el modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 no muestra un aumento marcado en la eficiencia de absorción de energía cuando la profundidad h de la acanaladura 8 se hace más grande. Esto se debe al hecho de que el modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2 no tiene las pestañas 50a, 50b de arista, de modo que cuando las aristas de la acanaladura 8 son sometidas a un gran esfuerzo en la fase intermedia de la colisión en la que el recorrido de desplazamiento excede de 40 mm, la restricción en los extremos de arista se afloja y el miembro estructural se comba, como se muestra en la FIGURA 24.

En cambio, la eficiencia de absorción de energía (%) en un recorrido de desplazamiento de 100 mm se incrementa, independientemente de la profundidad h de acanaladura, en el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo. Además, cuando la eficiencia de absorción de energía en un recorrido de desplazamiento de 100 mm es un máximo, la profundidad h de acanaladura es más pequeña para el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo que para el modelo analítico 32 del Ejemplo Comparativo 2. Esto se debe al hecho de que el modelo analítico 30 del miembro estructural 2 según el Ejemplo tiene las pestañas 50a, 50b de arista, de modo que el comportamiento a pandeo del miembro estructural 2 resulta estable en la fase intermedia de la colisión en la que el recorrido de desplazamiento excede de 40 mm, como se muestra en la FIGURA 25.

Incidentalmente, la profundidad H_0 de acanaladura de la FIGURA 23, con la que la eficiencia de absorción de energía en un recorrido de desplazamiento de 100 mm resulta en un máximo, puede expresarse en la fórmula (2) descrita anteriormente. Además, cuando la profundidad h de acanaladura está en el intervalo de $0,2 \times H_0$ a $3,0 \times H_0$ en términos de la H_0 anterior como se muestra en la fórmula (1) descrita anteriormente, la eficiencia de absorción de energía en un recorrido de desplazamiento de 100 mm resulta grande comparada con el modelo analítico 32 según el Ejemplo Comparativo 2.

Lista de signos de referencia

- 1 estructura unida
- 2 miembro estructural (primer miembro)
- 3 segundo miembro
- 4 placa superior
- 4a, 4b arista
- 5a, 5b pared vertical
- 6a, 6b sección curvada
- 7a, 7b, pestaña
- 8 acanaladura

- 9a, 9b, 9c pestaña continua dirigida hacia el exterior
- 10 aparato de conformación por prensado
- 11 punzón
- 11b parte de conformación de acanaladura
- 5 12 matriz
- 13 almohadilla (almohadilla de arista)
- 13a parte de protuberancia
- 13b parte de prensado de placa superior
- 13c parte de prensado de arista
- 10 14 material de conformación
- 15 almohadilla conocida en la técnica
- 20 aparato de conformación por prensado
- 30, 31, 32 modelo analítico
- 40 producto intermedio
- 15 45 placa de cierre
- 50a, 50b pestaña de arista
- 50c pestaña dirigida hacia el exterior (pestaña de fondo de acanaladura)
- 55 muesca
- h profundidad de acanaladura
- 20 w anchura de acanaladura

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un miembro estructural para una carrocería de automóvil, consistiendo el miembro estructural en un producto conformado por prensado hecho de una chapa de acero, extendiéndose el producto conformado por prensado en una dirección predeterminada, que incluye una placa superior, una arista que continúa hasta la placa superior, y una pared vertical que continúa hasta la arista, y que tiene una sección transversal sustancialmente en forma de canaleta que interseca la dirección predeterminada, comprendiendo el miembro estructural:
- 10 al menos una acanaladura conformada en la placa superior, y que se extiende en la dirección predeterminada; y una pestaña dirigida hacia el exterior conformada al menos en una zona de la arista en un extremo en la dirección predeterminada,
- 15 teniendo la acanaladura una profundidad establecida según una anchura de acanaladura y un grosor de chapa de la chapa de acero **caracterizado por que,** la profundidad (h) de la acanaladura, la anchura (w) de la acanaladura, y el grosor de chapa (t) de la chapa de acero en el extremo en la dirección predeterminada satisfacen una relación: $0,2 \times H_0 \leq h \leq 3,0 \times H_0$, donde $H_0 = (0,037 t - 0,25) \times w - 5,7 t + 29,2$.
- 20 2. El miembro estructural para una carrocería de automóvil según la reivindicación 1, en donde la chapa de acero es una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tiene una resistencia a la tracción de 390 MPa o más.
- 25 3. El miembro estructural para una carrocería de automóvil según la reivindicación 1, en donde la chapa de acero es una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más.
4. El miembro estructural para una carrocería de automóvil según la reivindicación 1, en donde la chapa de acero es una chapa de acero de alta resistencia a la tracción que tiene una resistencia a la tracción de 980 MPa o más.
- 30 5. El miembro estructural para una carrocería de automóvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la pestaña dirigida hacia el exterior es una pestaña continua dirigida hacia el exterior conformada continuamente en una zona sobre la arista y al menos una parte de cada una de la placa superior y de la pared vertical, en el extremo en la dirección predeterminada.
- 35 6. El miembro estructural para una carrocería de automóvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el miembro estructural incluye una pestaña dirigida hacia el exterior en una zona de la acanaladura en el extremo en la dirección predeterminada.
- 40 7. El miembro estructural para una carrocería de automóvil según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el miembro estructural para una carrocería de automóvil es unido a otro miembro a través de la pestaña dirigida hacia el exterior mediante soldadura por puntos por resistencia, soldadura láser por penetración, soldadura en ángulo por arco, adhesión con un adhesivo, o una combinación de las mismas.

FIG.1

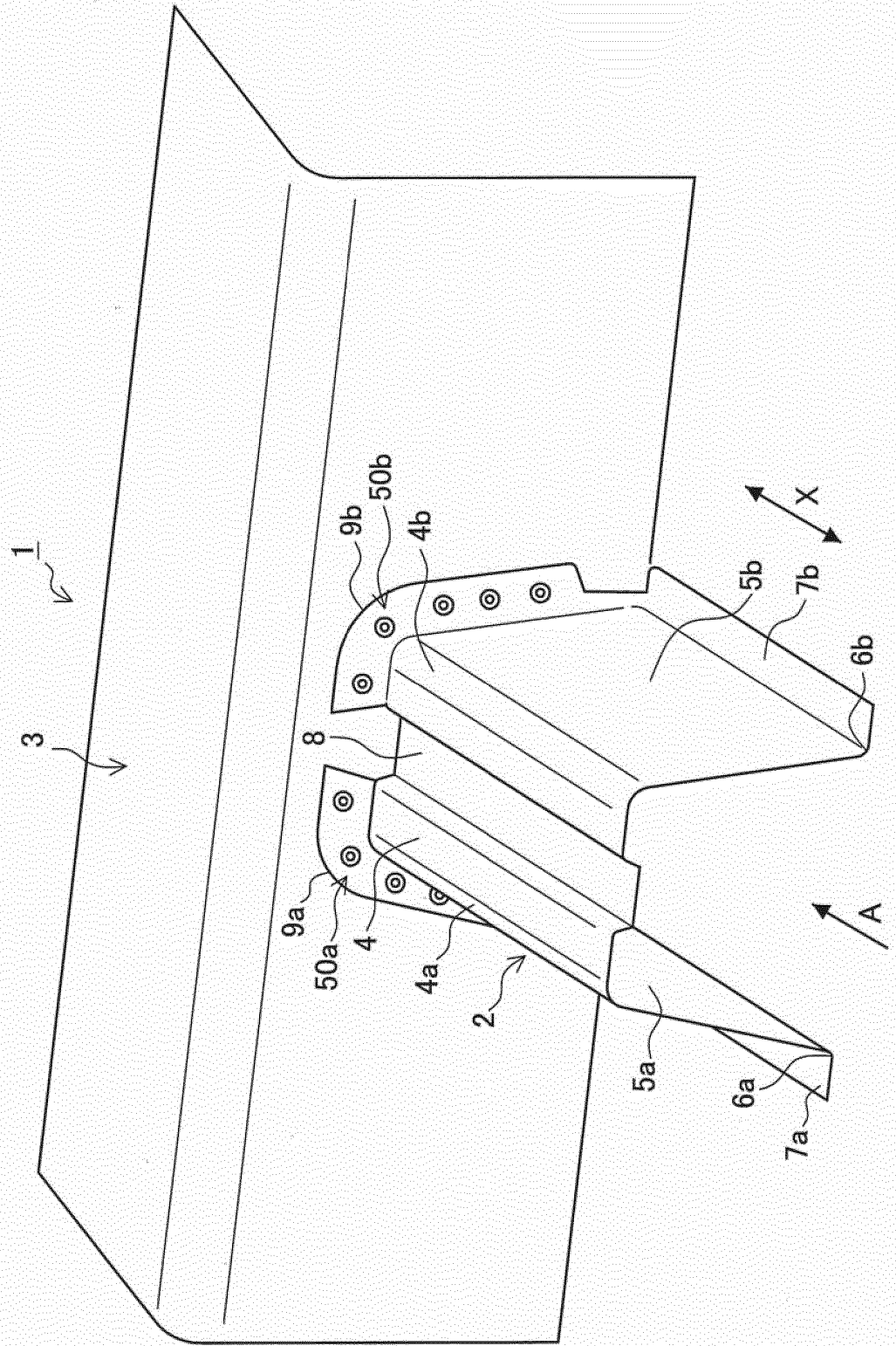


FIG.2

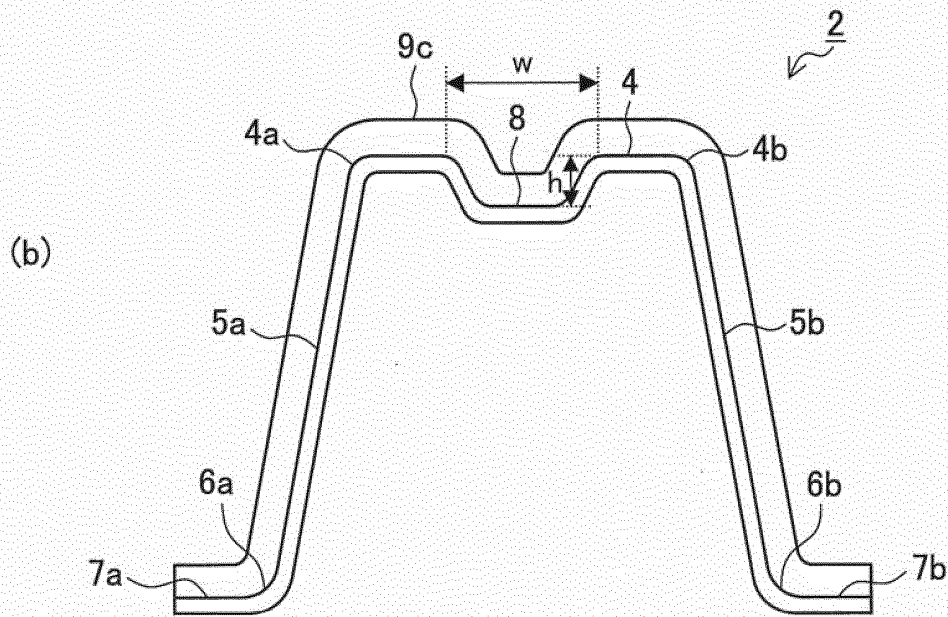
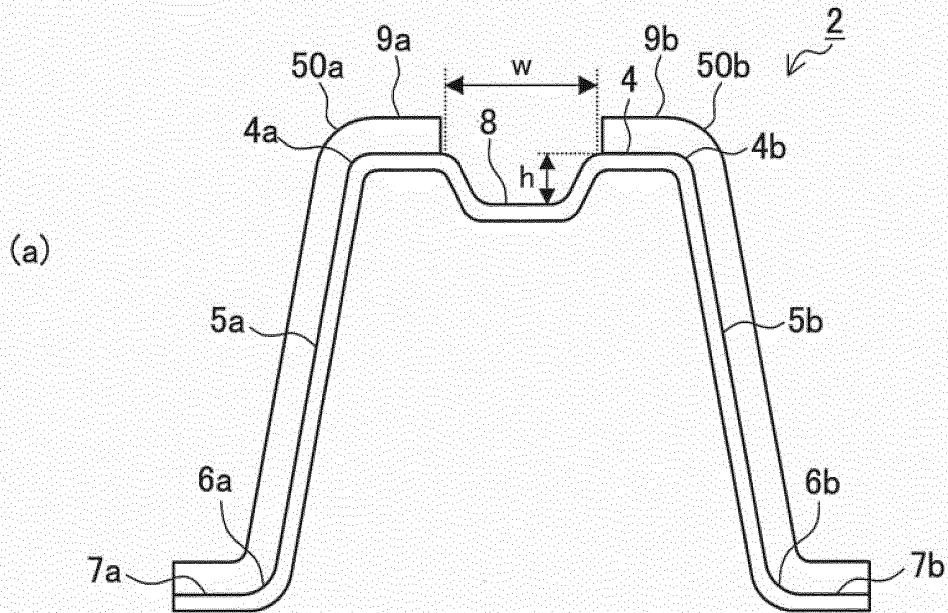


FIG.3

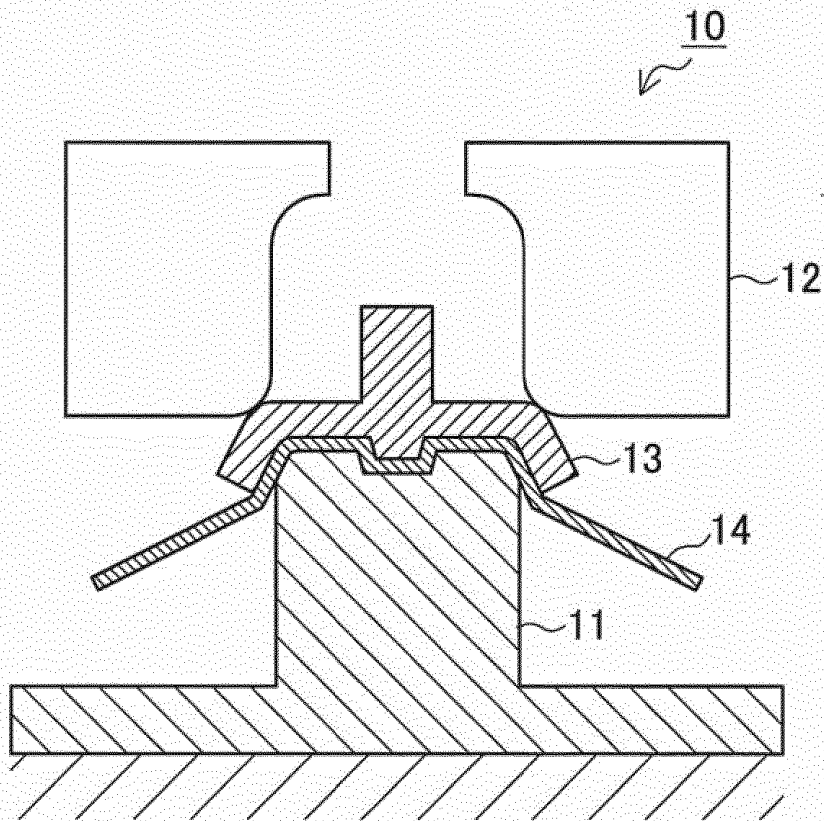


FIG.4

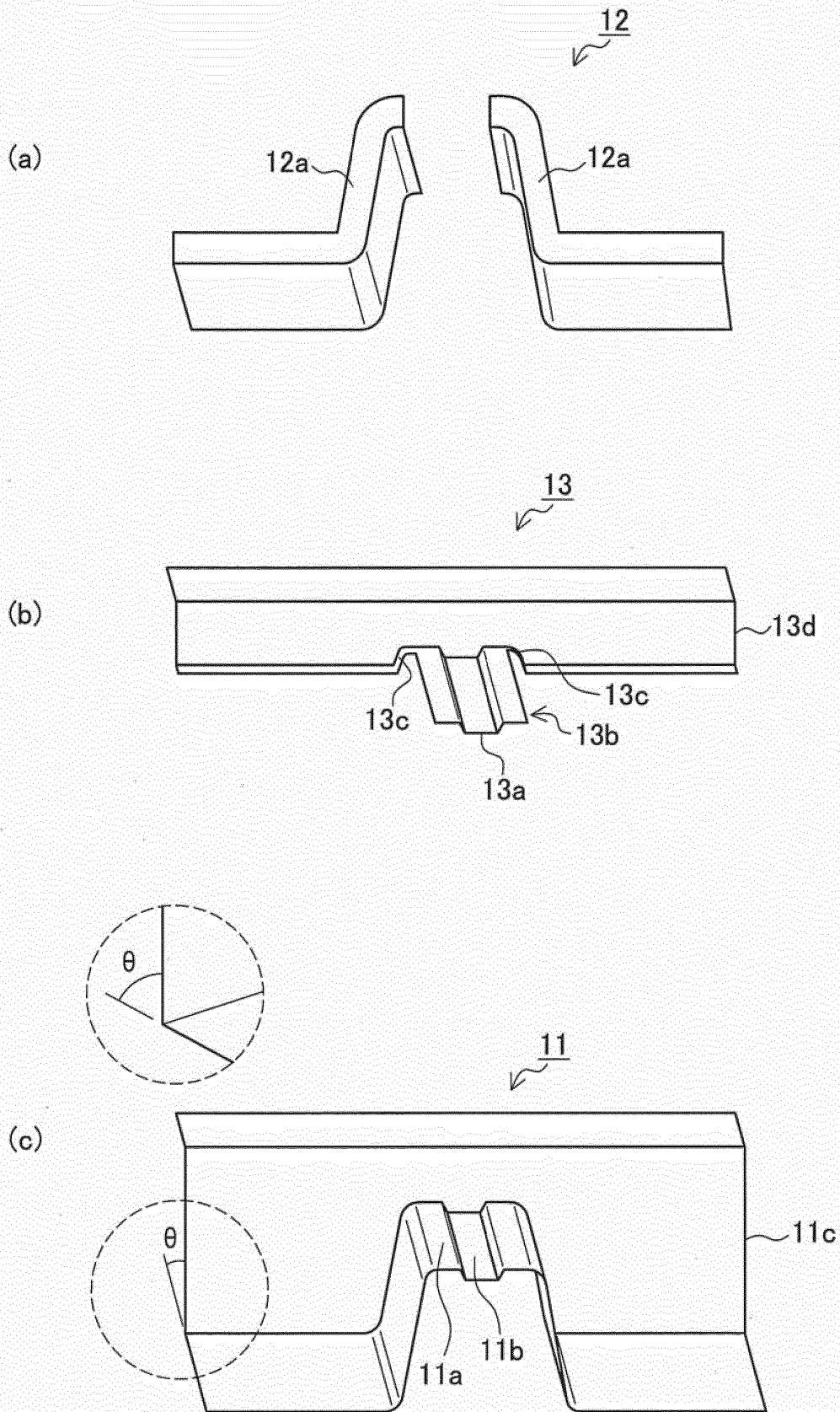


FIG.5

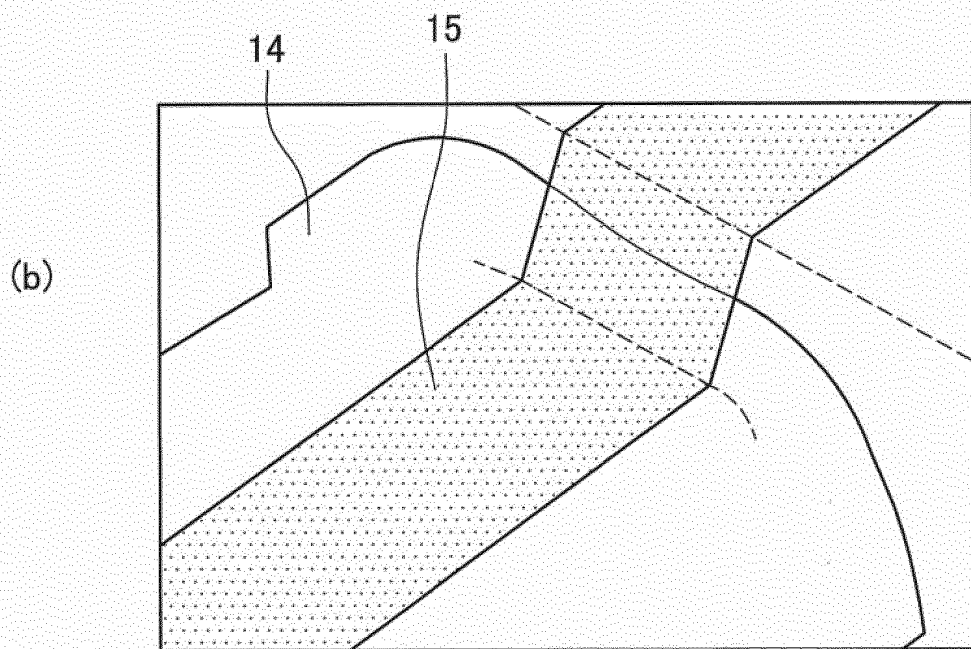
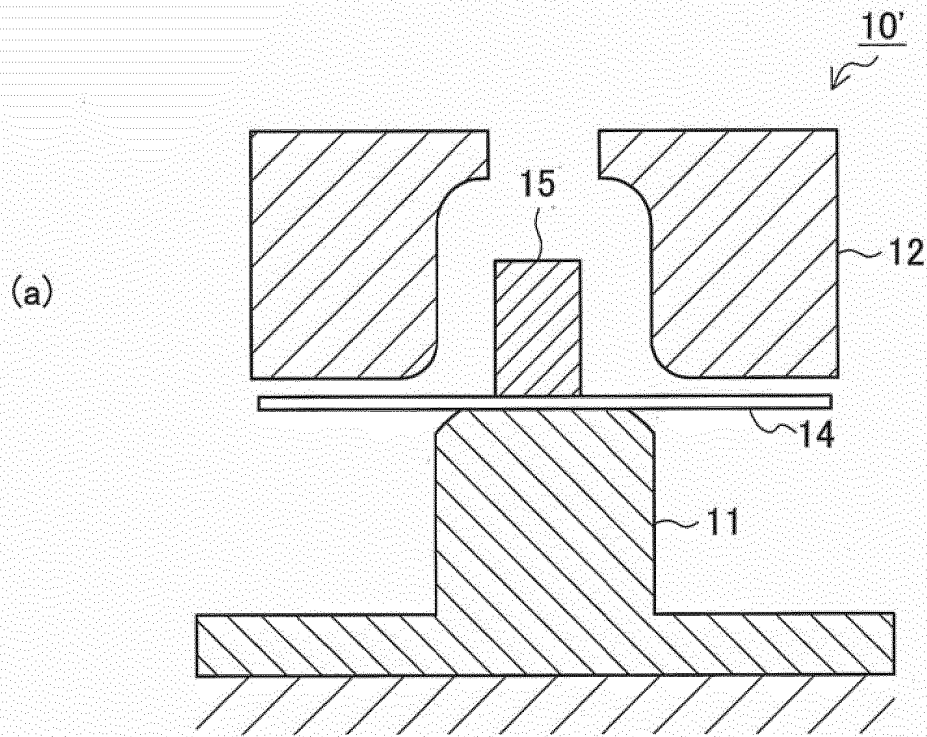


FIG.7

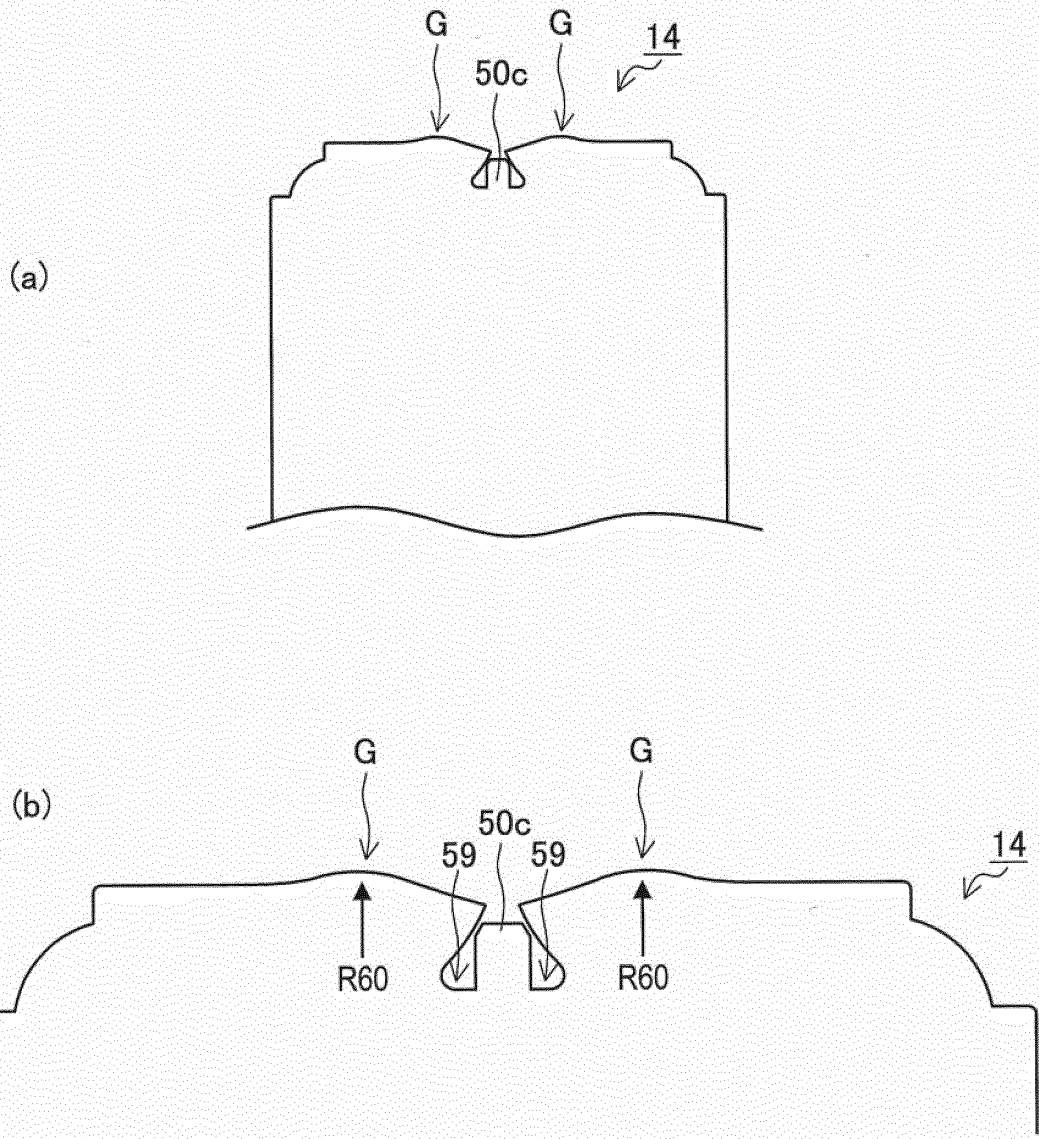


FIG.8

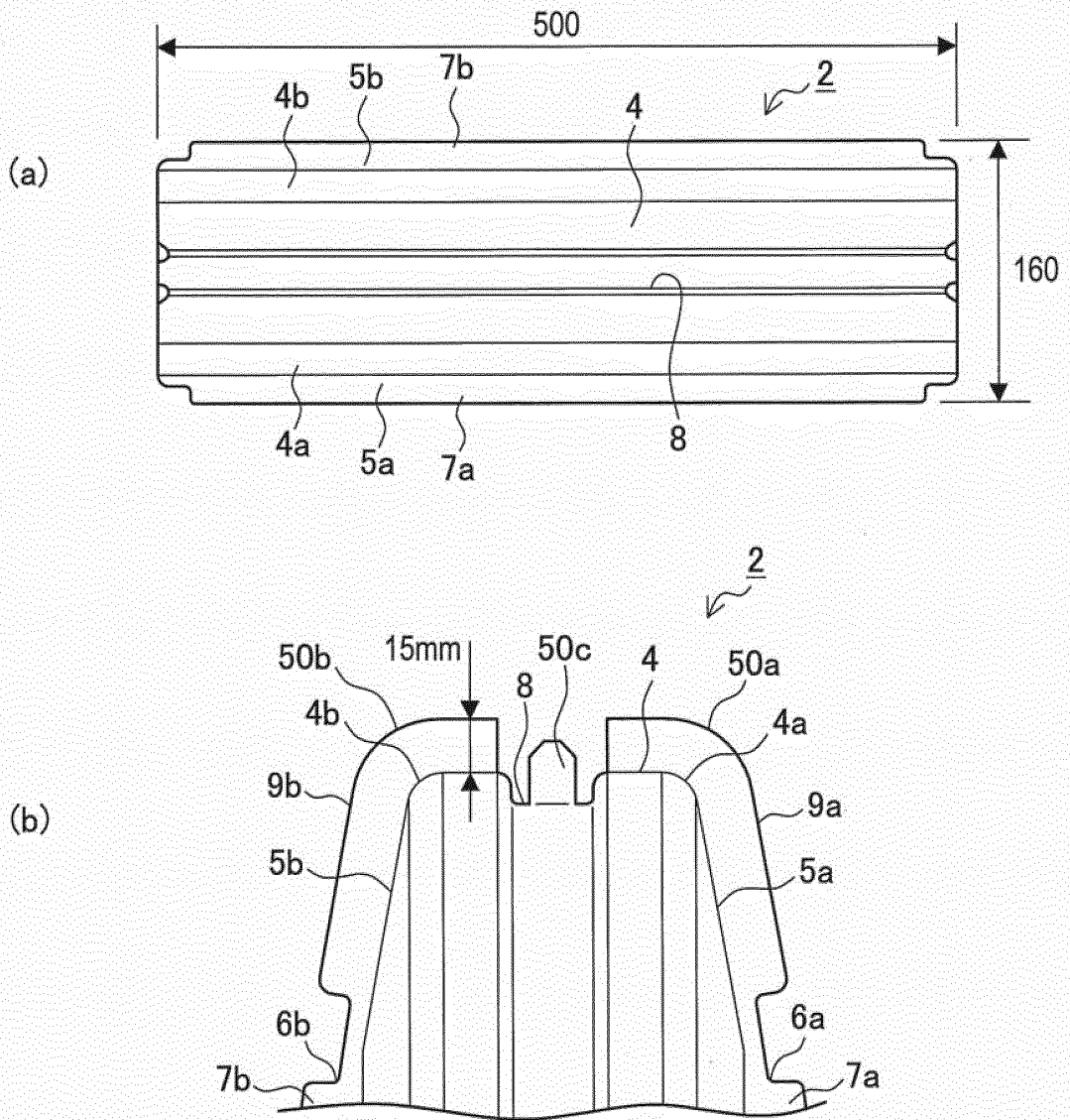


FIG.9

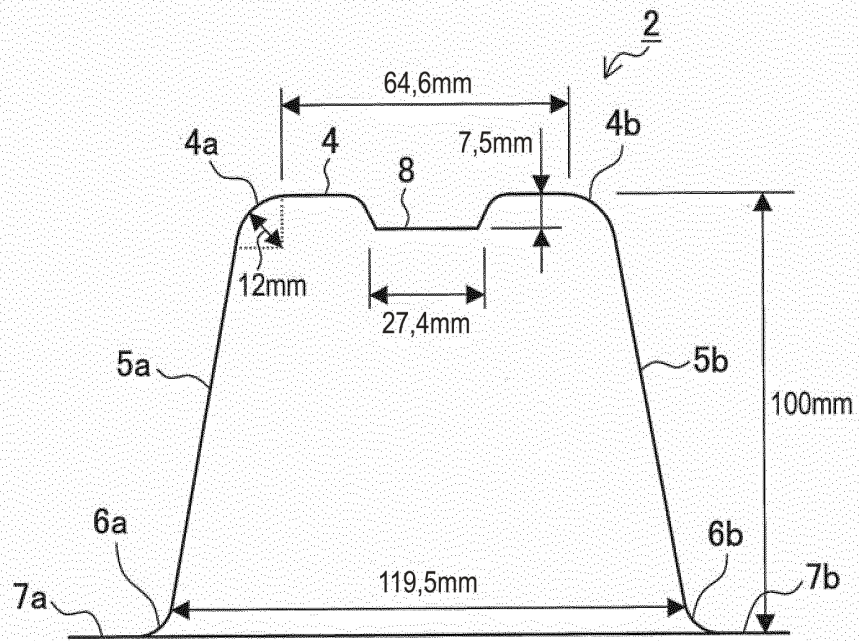


FIG.10

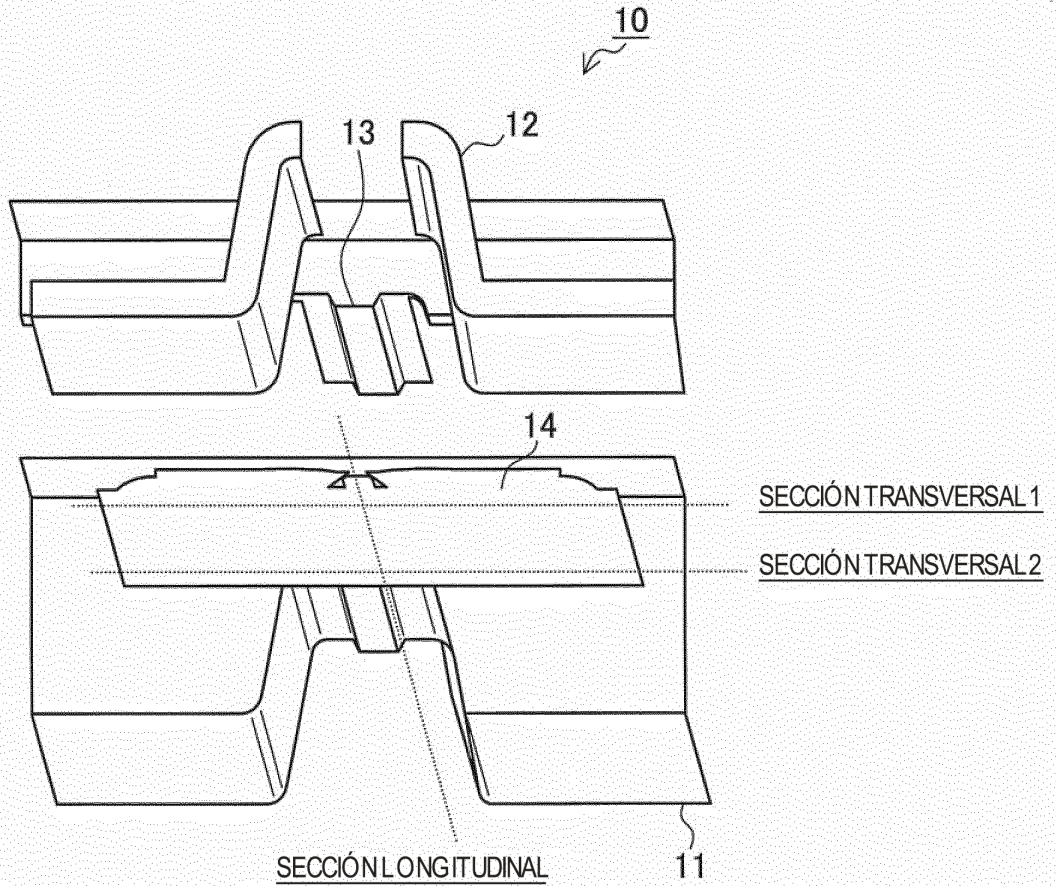
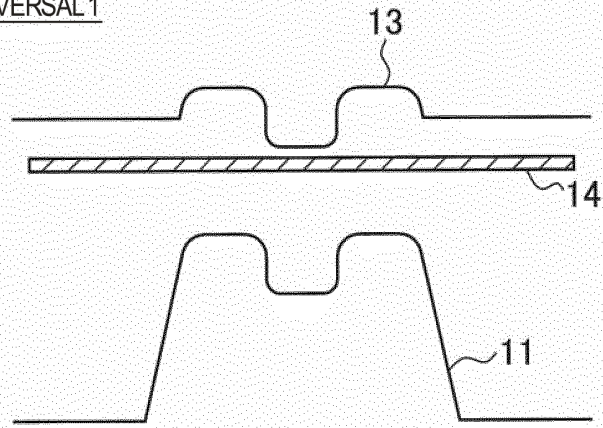


FIG.11

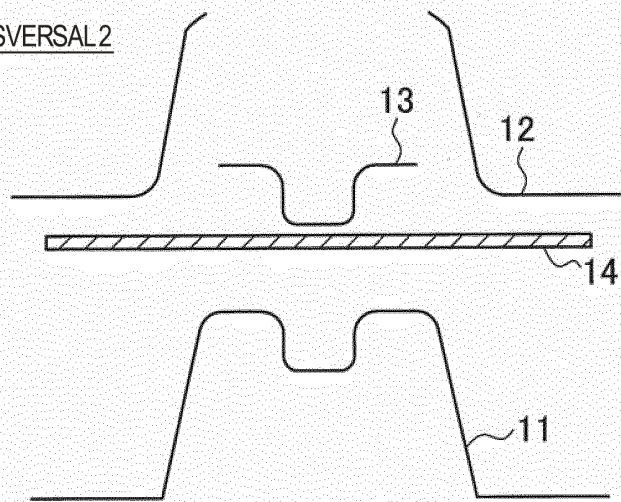
SECCIÓN TRANSVERSAL 1

(a)



SECCIÓN TRANSVERSAL 2

(b)



SECCIÓN LONGITUDINAL

(c)

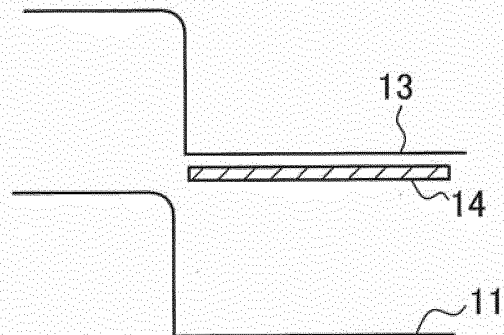


FIG.12

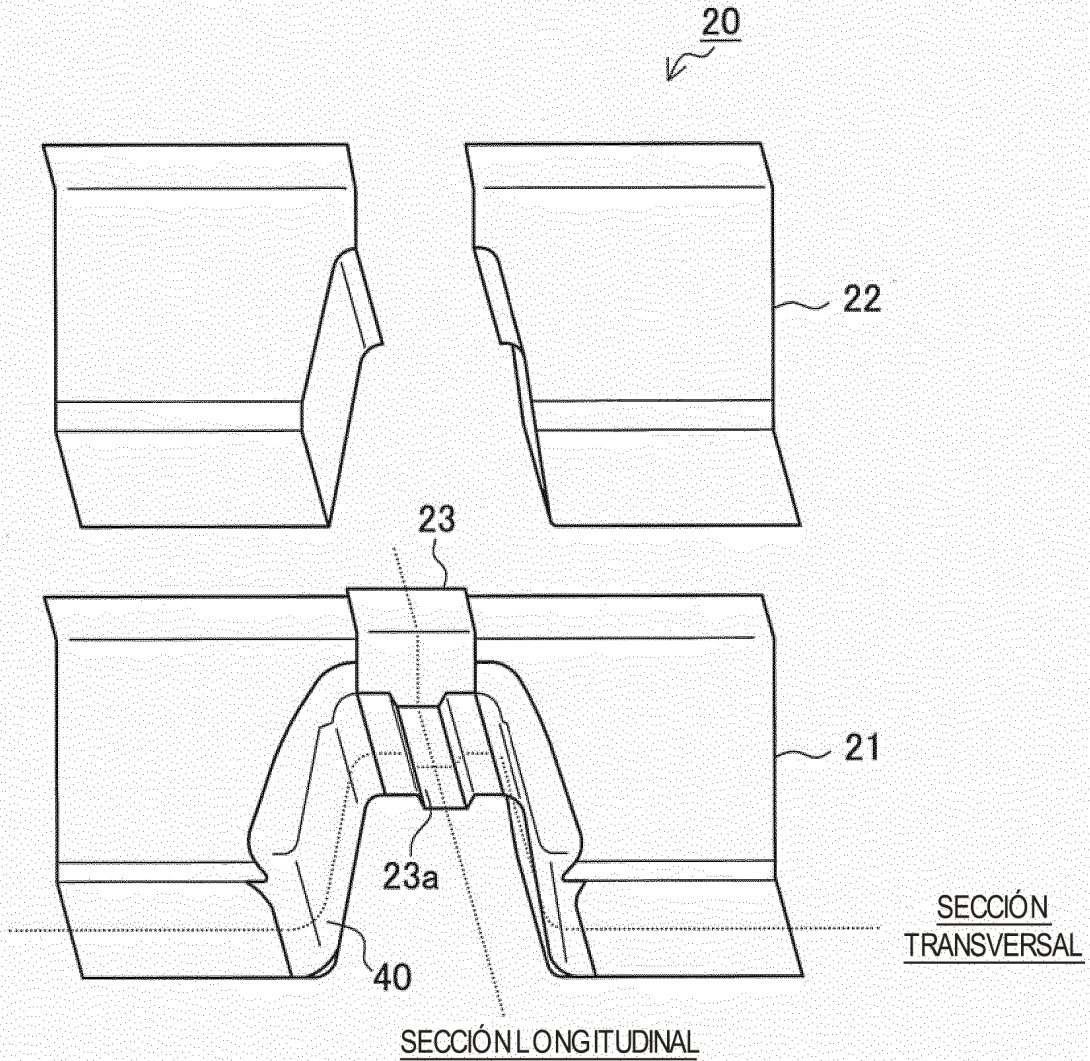


FIG.13

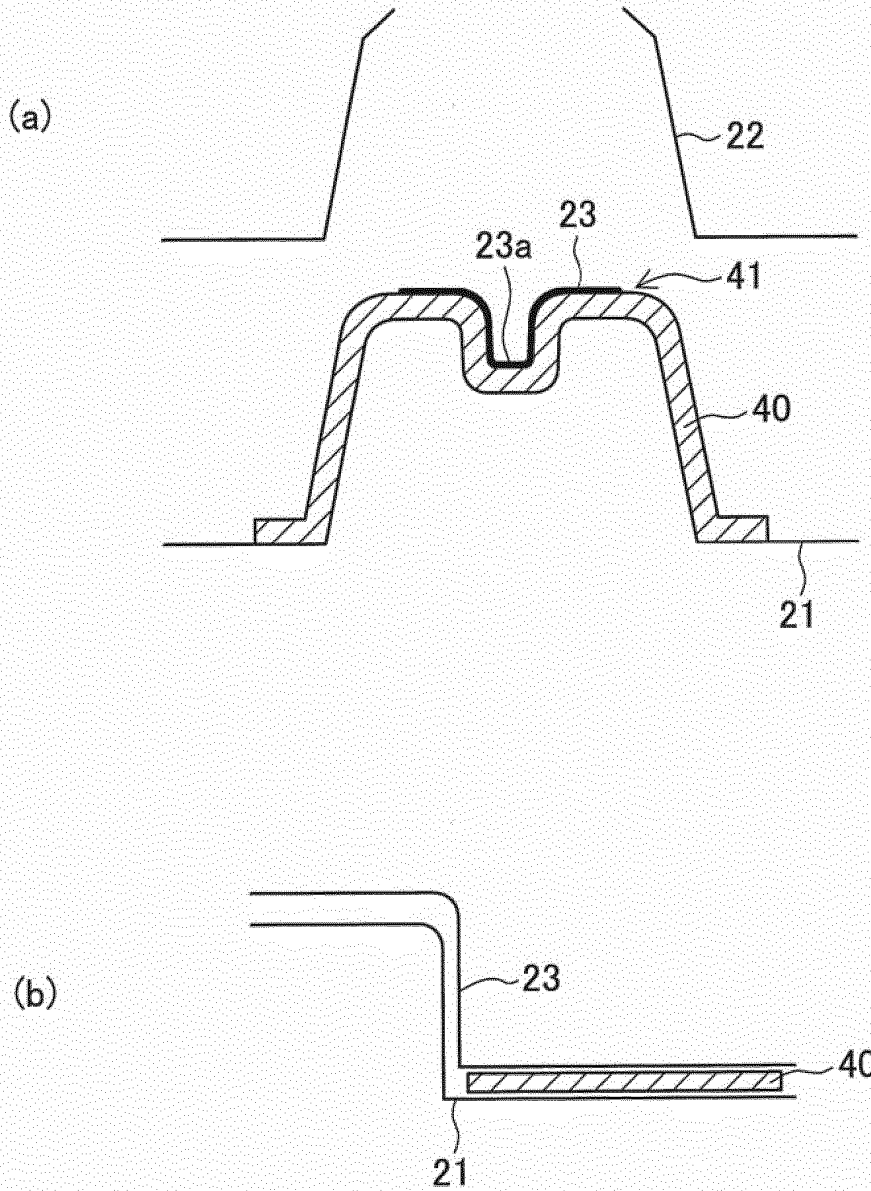


FIG.14

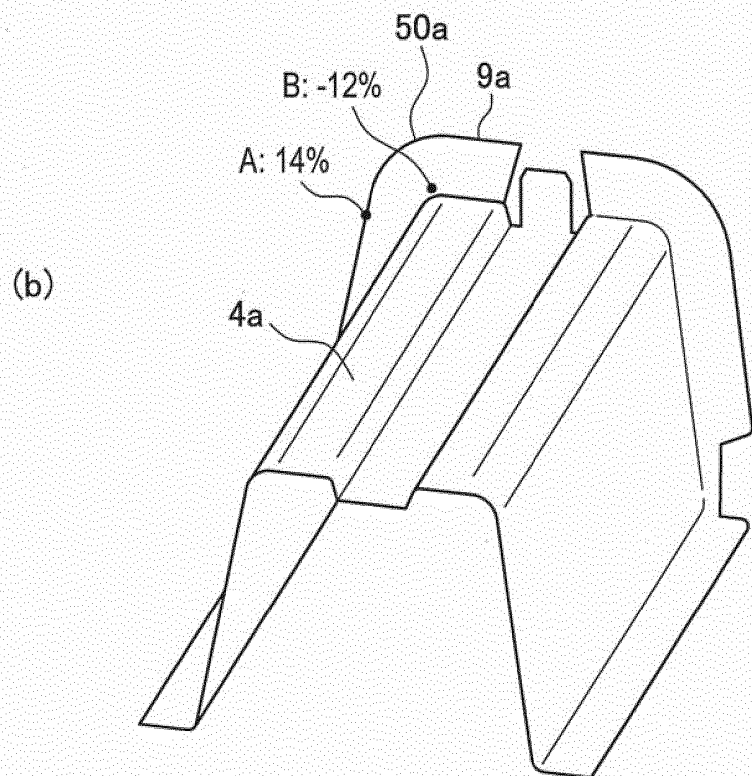
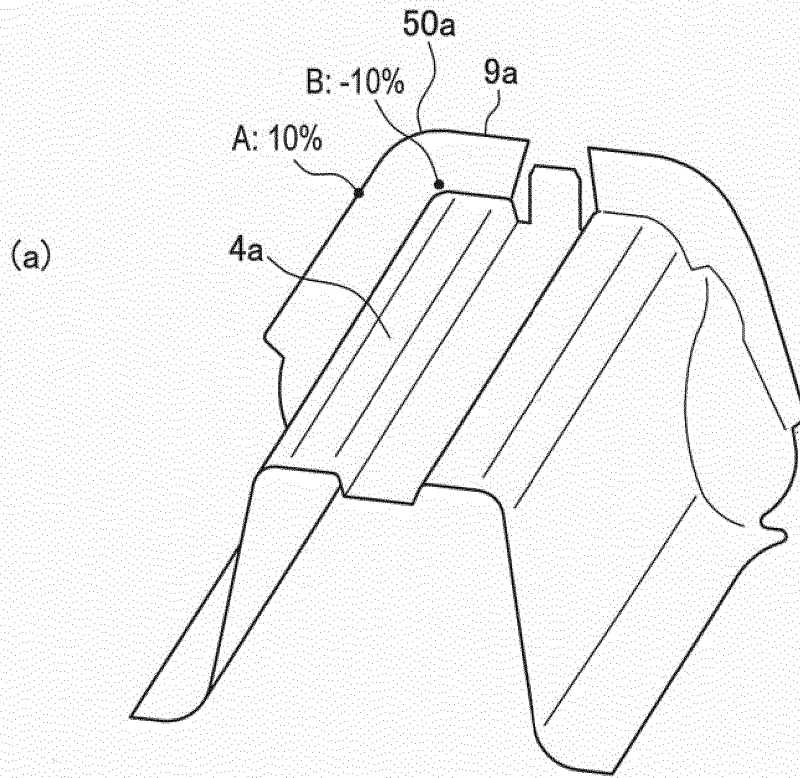


FIG.15

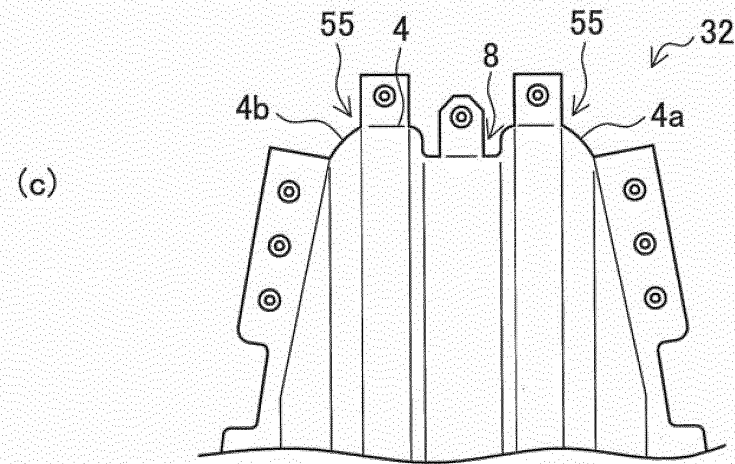
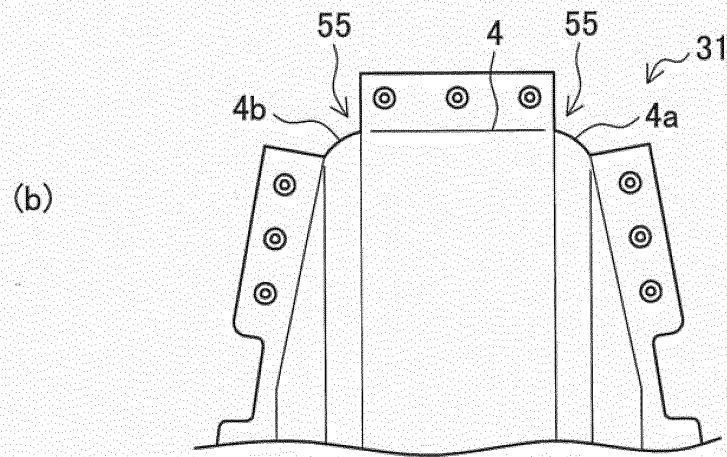
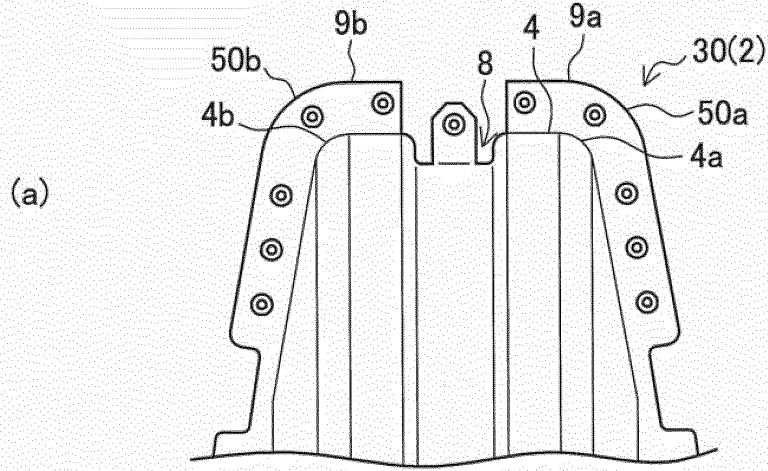


FIG.16

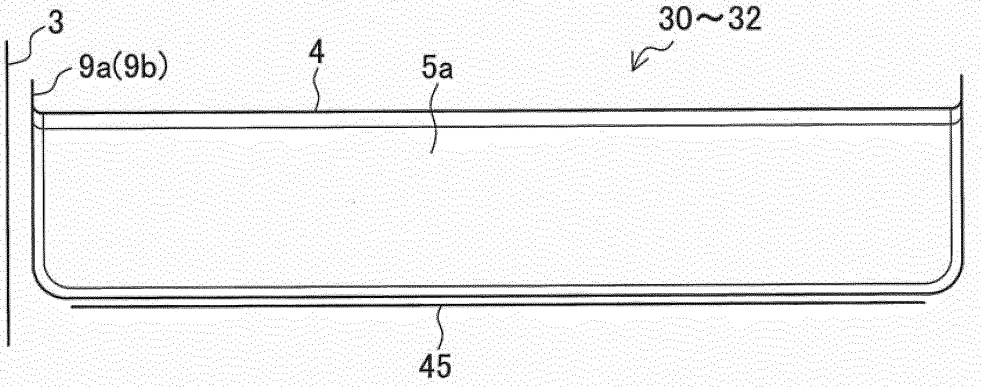


FIG.17

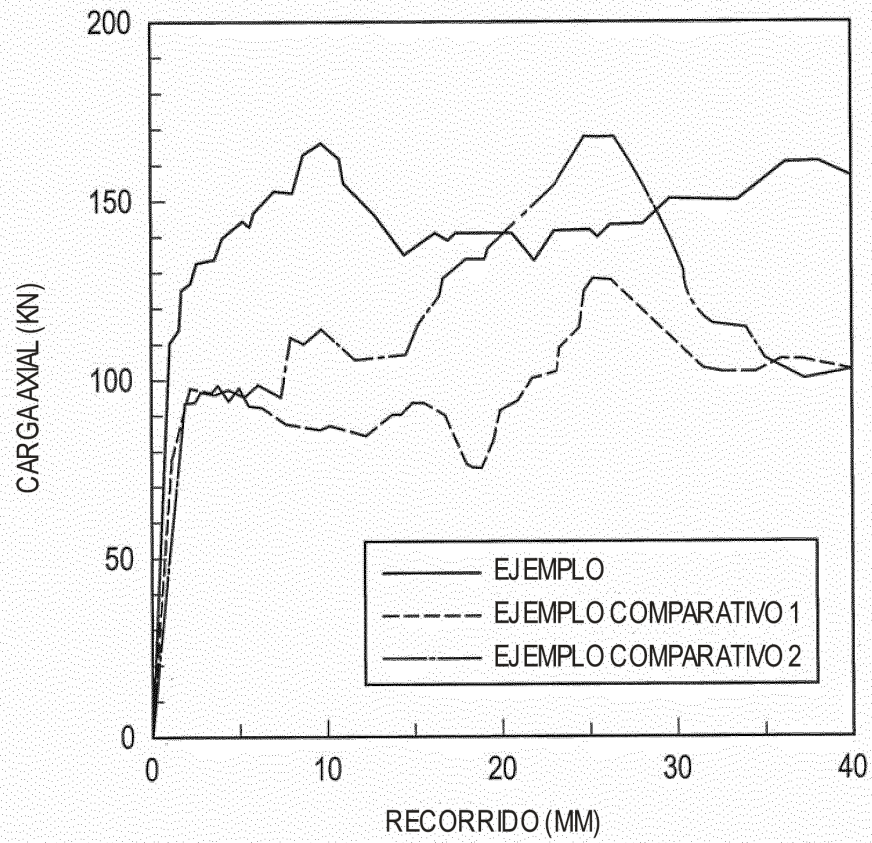


FIG.18

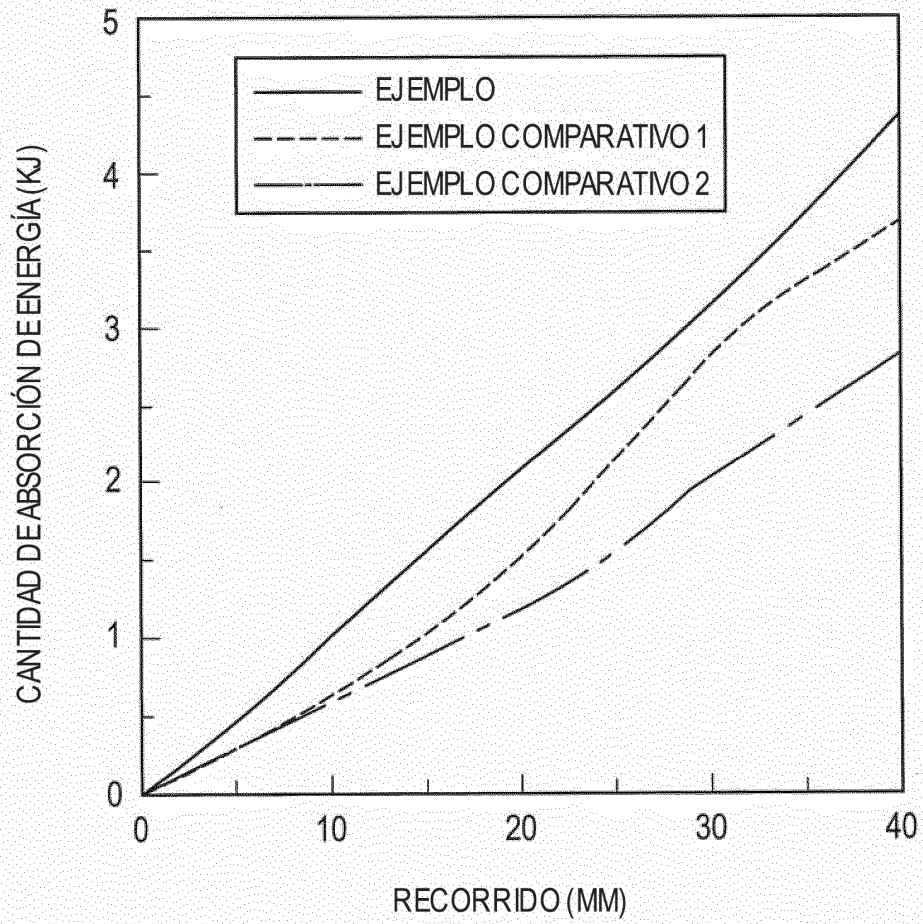
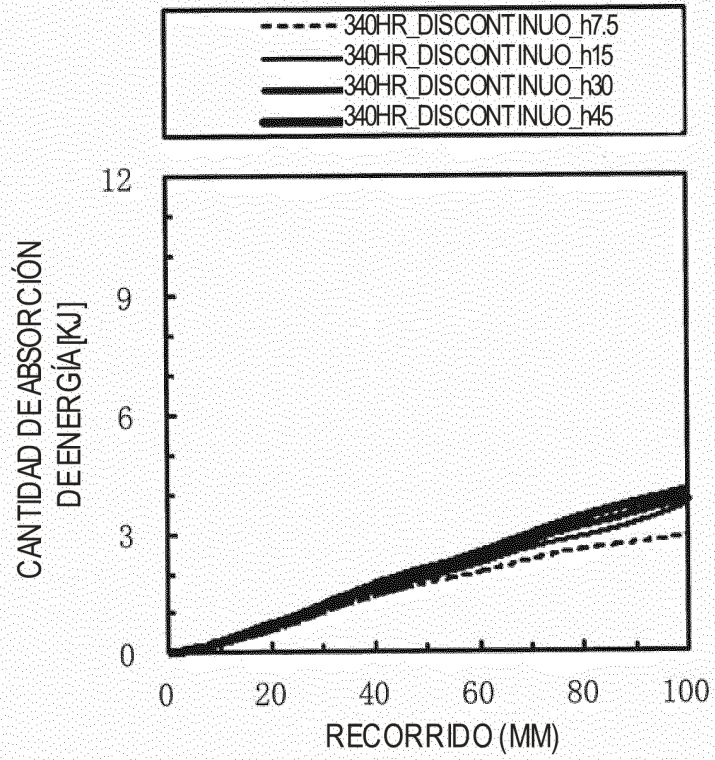


FIG.19

(a)
EJEMPLO
COMPARATIVO 2



(b)
EJEMPLO

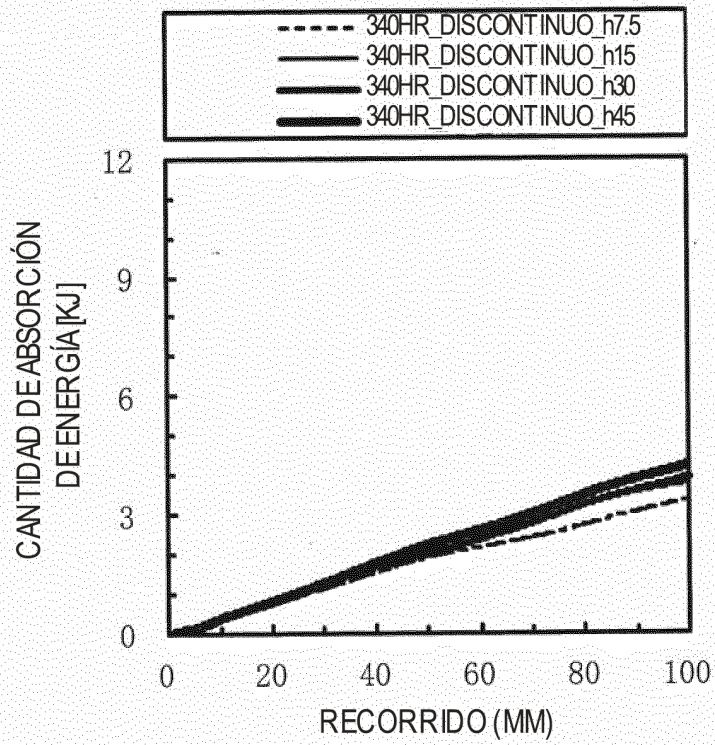


FIG.20

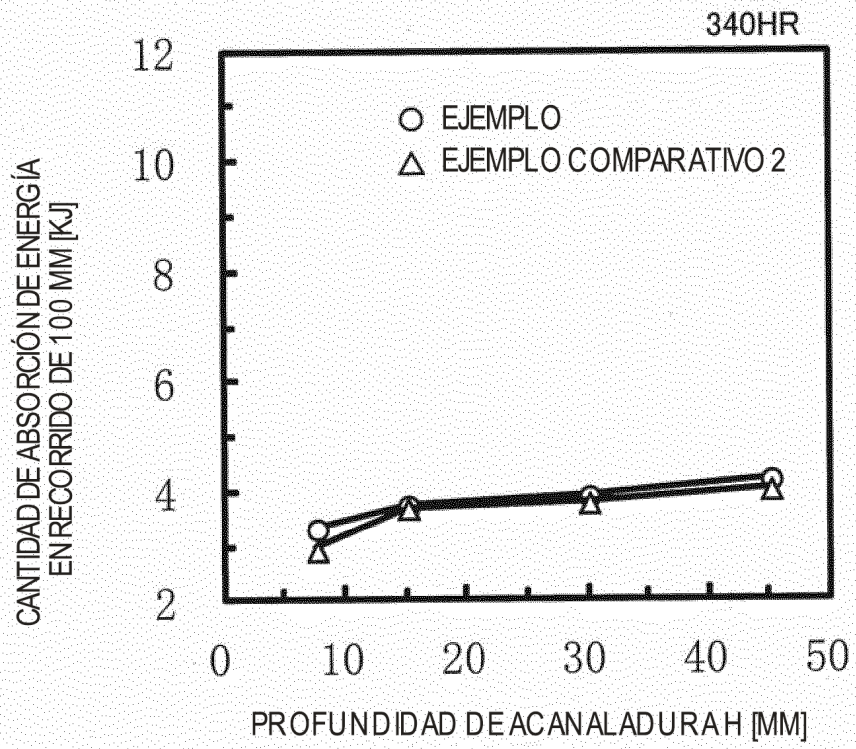
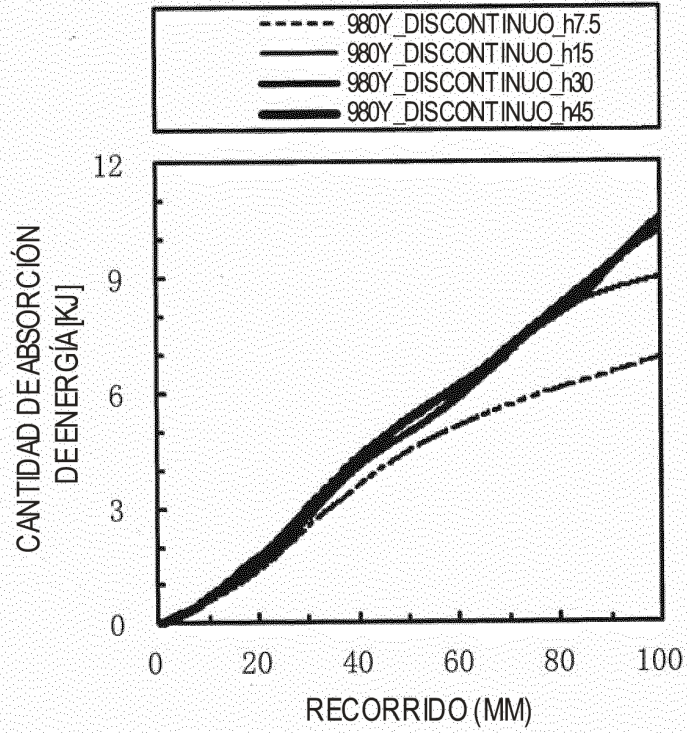


FIG.21

(a)
EJEMPLO
COMPARATIVO 2



(b)
EJEMPLO

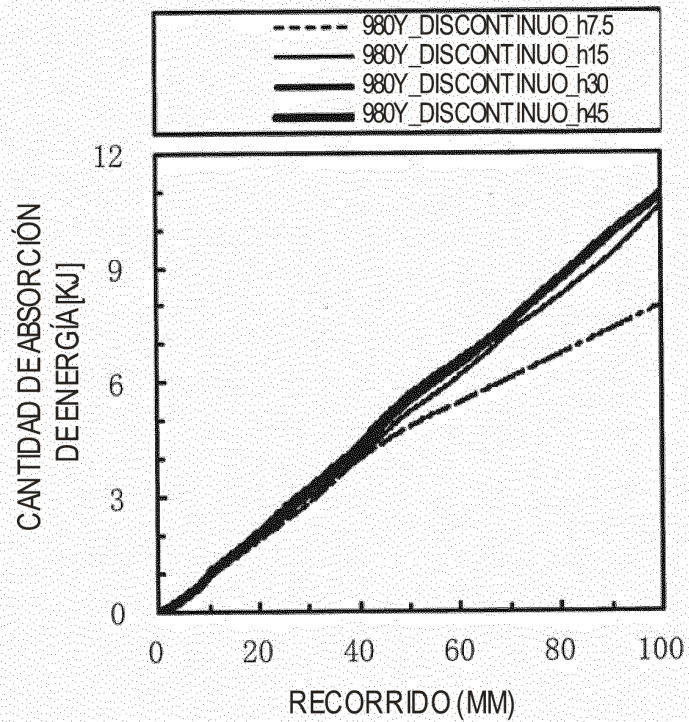


FIG.22

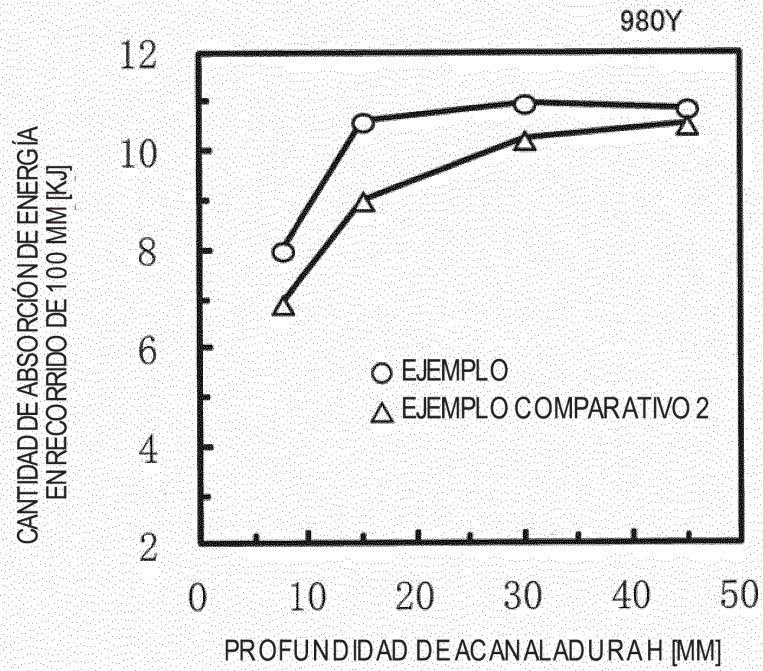
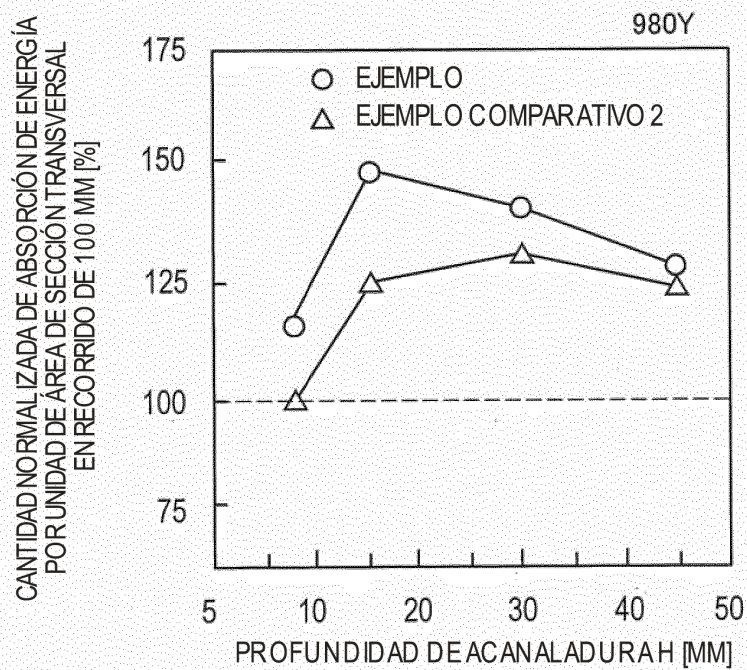


FIG.23



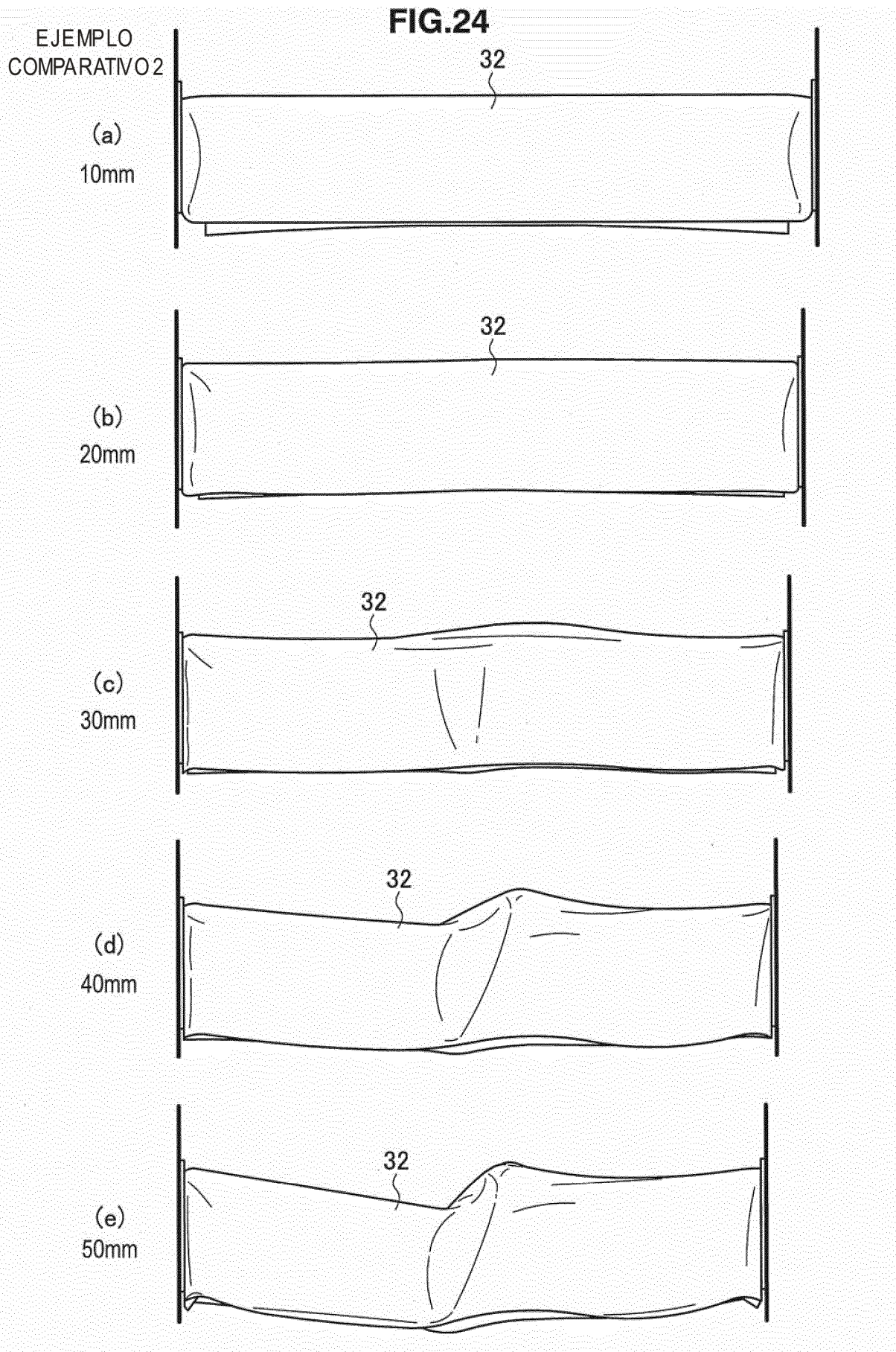


FIG.25

