

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 780**

51 Int. Cl.:

B21D 22/26 (2006.01)

B21D 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2016 PCT/JP2016/000338**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2016 WO16121358**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2016 E 16742962 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3251770**

54 Título: **Producto conformado en prensa, y método de producción y línea de equipos de producción para producir el producto conformado en prensa**

30 Prioridad:

26.01.2015 JP 2015012269

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

22.07.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**OTSUKA, KENICHIRO;
NAKAZAWA, YOSHIKI;
NISHIMURA, RYUICHI y
SAITO, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 774 780 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

Producto conformado en prensa, y método de producción y línea de equipos de producción para producir el producto conformado en prensa

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un producto conformado en prensa de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para su uso en automóviles, en diversos vehículos distintos de automóviles, en maquinaria general, y en barcos y embarcaciones y similares, y más particularmente se refiere a un producto conformado en prensa que tiene una sección doblada, así como a un método y a una línea de equipos de producción para producir el producto conformado en prensa. La presente invención se refiere también a un método de producción y a una línea de equipos de producción para producir dicho producto conformado en prensa de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 6 y 10, respectivamente.

10

15

Técnica anterior

Los productos conformados en prensa que tienen una sección doblada se usan, por ejemplo, en miembros de bastidor de una carrocería de automóvil (por ejemplo, miembros transversales, miembros laterales, umbrales laterales, pilares y similares), y se usan en diversos componentes de un automóvil (por ejemplo: vigas de impacto de puertas, enlaces de control de puntera, brazos de suspensión y similares). Los productos conformados en prensa mencionados anteriormente se obtienen doblando una placa de acero como material de partida, usando una prensa. En los últimos años, existe una demanda para mejorar el consumo de combustible con el fin de contribuir a la protección ambiental global, y también existe una demanda de mayor seguridad en el momento de una colisión. Por lo tanto, los productos conformados en prensa se fabrican cada vez más con paredes más delgadas usando placas de acero de alta resistencia. Sin embargo, existe una relación contraria entre mejorar la resistencia del material de partida y la trabajabilidad (particularmente la doblabilidad) del material de partida.

20

25

La FIG. 1A y la FIG. 1B son diagramas de sección transversal que ilustran una visión general de un método de doblado común convencional. La FIG. 1A ilustra una situación en la que se realiza el doblado, y la FIG. 1B ilustra un producto conformado en prensa 2 que se produce tras sufrir el doblado ilustrado en la FIG. 1A. En el método de doblado convencional, una sección doblada 5 en el producto conformado en prensa 2 se forma mediante trabajo de prensa en una sola etapa. Específicamente, como se muestra en la FIG. 1A, una placa de acero 1 se dobla usando un punzón 3 y un troquel 4. De esta manera, como se muestra en la FIG. 1B, se forma el producto conformado en prensa 2 que tiene la sección doblada 5.

30

35

En general, la doblabilidad de la placa de acero 1 se evalúa en función de un límite R/t. Aquí, "R" representa el radio de doblado mínimo con el que puede realizarse el doblado sin que se produzca agrietamiento, y "t" representa el espesor de la placa de acero 1. En los últimos años, se han comenzado a usar, como material de partida para los miembros de bastidor mencionados anteriormente, placas de acero de alta resistencia que tienen una resistencia a la tracción de 980 MPa o más y un pequeño grado de alargamiento. Asimismo, se están usando placas de acero de alta resistencia que tienen una resistencia a la tracción de 590 MPa o más como material de partida para componentes de la suspensión (por ejemplo, los brazos de suspensión). En resumen, a medida que aumenta la resistencia de la placa de acero 1, el límite R/t tiende a aumentar también. Por consiguiente, si el radio de doblado de la sección doblada 5 del producto conformado en prensa 2 está diseñado para ser un radio pequeño, la placa de acero 1 se agrietará. Por otro lado, si el radio de doblado de la sección doblada 5 del producto conformado en prensa 2 está diseñado para ser un radio grande, la rigidez del miembro de bastidor o del componente de suspensión disminuirá y el rendimiento de absorción de energía de impacto del mismo descenderá. Por consiguiente, existe una gran necesidad de un método de procesamiento que pueda disminuir el límite R/t cuando se produce el producto conformado en prensa 2 que tiene la sección doblada 5 a partir de una placa de acero de alta resistencia.

40

45

50

La FIG. 2A a la FIG. 2C son diagramas de sección transversal que ilustran una visión general de un método de doblado divulgado en la publicación de solicitud de patente japonesa N.º 2010-172912 (Literatura de Patente 1). Entre estos dibujos, la FIG. 2A ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una primera etapa y la FIG. 2B ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una segunda etapa. La FIG. 2C ilustra un producto conformado en prensa 7 que se produce como resultado de sufrir el doblado ilustrado en la FIG. 2A y en la FIG. 2B.

55

En el método de doblado divulgado en la literatura de patente 1, una sección doblada 8 del producto conformado en prensa 7 se forma mediante trabajo de prensa que se divide en dos etapas. Específicamente, como se muestra en la FIG. 2A, en el trabajo de prensa en la primera etapa, una placa de acero 6 se dobla usando un punzón 9 y un troquel 10. El punzón 9 y el troquel 10 imparten a la placa de acero 6 una forma que tiene un radio de doblado R_1 que es mayor que un radio de doblado R_2 de la sección doblada 8 del producto conformado en prensa 7. De esta manera, como se muestra en la FIG. 2B, se forma un producto conformado intermedio 12 que tiene una sección doblada 11 con un radio de doblado R_1 .

60

65

En el trabajo de prensa en la segunda etapa, como se muestra en la FIG. 2B, el producto conformado intermedio 12

se somete a procesamiento usando un punzón 13 y un troquel 14. El punzón 13 y el troquel 14 imparten al producto conformado intermedio 12 una forma que tiene el radio de doblado R_2 de la sección doblada 8 del producto conformado en prensa 7. De esta manera, se forma el producto conformado en prensa 7 ilustrado en la FIG. 2C.

- 5 De acuerdo con el método de doblado divulgado en la literatura de patente 1, en el trabajo de prensa en la primera etapa no se produce agrietamiento porque el radio de doblado R_1 es grande. Además, en el trabajo de prensa en la segunda etapa, la tensión de tracción que surge en la superficie externa de la sección doblada 8 se reduce y se puede suprimir la aparición de agrietamiento.
- 10 En el método de doblado divulgado en la literatura de patente 1, un ángulo de extremo delantero θ_2 del punzón 13 usado en la segunda etapa es el mismo que un ángulo de extremo delantero θ_1 del punzón 9 usado en la primera etapa. En otras palabras, el ángulo interior de la sección doblada 8 del producto conformado en prensa 7 es el mismo que el ángulo interior de la sección doblada 11 del producto conformado intermedio 12.

15 LISTA DE CITAS LITERATURA DE PATENTE

Literatura de patente 1: Publicación de solicitud de patente japonesa n.º 2010-172912

20 Sumario de la invención

Problema técnico

25 La literatura de patente 1, en la que se basan los preámbulos de las reivindicaciones independientes, divulga que el límite R/t puede hacerse 0 cuando se produce un producto conformado en prensa que tiene una sección doblada usando una placa de acero inoxidable que tiene una alta resistencia a la tracción de 889 MPa y en la que el alargamiento es un alto valor del 59 %. Sin embargo, incluso cuando se usa el método de doblado divulgado en la literatura de patente 1, por ejemplo, en el caso de utilizar una placa metálica que tenga una alta resistencia a la tracción y un pequeño grado de alargamiento, como en una placa de acero de alta resistencia, existe el riesgo de que se produzca agrietamiento en la sección doblada. Por consiguiente, existe la necesidad de permitir una reducción fiable del límite R/t .

30 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un producto conformado en prensa en el que la tensión de tracción en una superficie externa de la sección doblada sea pequeña y se suprima el agrietamiento, aunque el producto tenga una sección doblada con un radio de doblado pequeño y una resistencia a la tracción de 590 MPa o más. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de producción y una línea de equipos de producción que pueda producir el producto conformado en prensa mencionado anteriormente.

Solución al problema

40 En la reivindicación 1 se define un producto conformado en prensa de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 En el producto conformado en prensa mencionado anteriormente, una proporción " t_2/t_1 " entre un valor promedio t_2 de un espesor de placa en un área desde la posición del extremo de la sección doblada hasta la posición separada de la misma la distancia correspondiente a 1,5 veces el espesor de placa original, y un espesor de placa t_1 en la parte superior de la sección doblada es preferentemente inferior a 1,01.

50 En un caso en el que el producto conformado en prensa mencionado anteriormente comprende una parte de placa superior, dos partes de pared vertical y una parte de línea de cresta que conecta la parte de placa superior y las partes de pared vertical respectivas, preferentemente la parte de placa superior y la parte de pared vertical constituyen la sección plana, y la parte de línea de cresta constituye la sección doblada.

55 En un caso en el que el producto conformado en prensa mencionado anteriormente comprende una parte de placa superior, dos partes de pared vertical, una parte de línea de cresta del lado superior que conecta la parte de placa superior y las partes de pared vertical respectivas, dos partes de pestaña y una parte de línea de cresta del lado inferior que conecta las partes de pared vertical respectivas y las partes de pestaña respectivas, preferentemente la parte de placa superior y la parte de pared vertical constituyen la sección plana y la parte de línea de cresta del lado superior constituye la sección doblada, y/o la parte de pared vertical y la parte de pestaña constituyen la sección plana y la parte de línea de cresta del lado inferior constituye la sección doblada.

60 Preferentemente el producto conformado en prensa mencionado anteriormente está hecho de una placa de acero que tiene una resistencia a la tracción de 1180 Mpa o más. La resistencia a la tracción puede ser de 780 MPa o más, o puede ser de 980 MPa o más.

65 En la reivindicación 6 se define un método de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con una realización de la presente invención.

En el método de producción mencionado anteriormente, preferentemente el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa satisfacen las condiciones de las fórmulas (1), (4) y (5) siguientes.

5
$$1,05 < A_1/A_2 \dots (1)$$

$$1,5 < R_1/R_2 \dots (4)$$

10
$$A_1/A_2 < 3,5/(R_1/R_2) \dots (5)$$

En el método de producción mencionado anteriormente, preferentemente se usan un punzón y un troquel como conjunto de troquel en la primera etapa de conformado, y se usan un punzón y un troquel como conjunto de troquel en la segunda etapa de conformado. En este caso, en la segunda etapa de conformado, preferentemente, cuando se realiza trabajo de prensa, el producto conformado intermedio es retenido y posicionado por una almohadilla de troquel provista en el troquel y por una almohadilla interna provista en el punzón.

En la reivindicación 10 se define una línea de equipos de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con una realización de la presente invención.

En la línea de equipos de producción mencionada anteriormente, preferentemente el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa satisfacen las condiciones de las fórmulas (1), (4) y (5) mencionadas anteriormente.

En la línea de equipos de producción mencionada anteriormente, preferentemente, el segundo aparato de prensa incluye además una almohadilla de troquel provista en el troquel y una almohadilla interna provista en el punzón, y cuando se realiza el trabajo de prensa, el producto conformado intermedio es retenido y posicionado por la almohadilla de troquel y por la almohadilla interna.

30 Efectos ventajosos de la invención

El producto conformado en prensa de la presente invención tiene una sección doblada con un radio de doblado pequeño y tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más, y la tensión de tracción en una superficie externa de la sección doblada del producto conformado en prensa es pequeña y se suprime el agrietamiento. El método de producción y la línea de equipos de producción de la presente invención pueden producir dicho producto conformado en prensa.

Breve descripción de los dibujos

40 [FIG. 1A] La FIG. 1A es un diagrama de sección transversal que ilustra una visión general de un método de doblado común convencional, que ilustra una situación en la que se realiza el doblado.

[FIG. 1B] La FIG. 1B ilustra un producto conformado en prensa que se produce como resultado de sufrir el doblado ilustrado en la FIG. 1A.

45 [FIG. 2A] La FIG. 2A es un diagrama de sección transversal que ilustra una visión general de un método de doblado divulgado en la literatura de patente 1, que ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una primera etapa.

[FIG. 2B] La FIG. 2B es un diagrama de sección transversal que ilustra una visión general del método de doblado divulgado en la literatura de patente 1, que ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una segunda etapa.

50 [FIG. 2C] La FIG. 2C ilustra un producto conformado en prensa que se produce como resultado de sufrir el doblado ilustrado en la FIG. 2A y en la FIG. 2B.

[FIG. 3A] La FIG. 3A es un diagrama de sección transversal que ilustra un ejemplo de un producto conformado en prensa de acuerdo con las presentes realizaciones, que ilustra todo el producto conformado en prensa.

[FIG. 3B] La FIG. 3B ilustra una sección doblada y los alrededores de la misma del producto conformado en prensa ilustrado en la FIG. 3A.

55 [FIG. 4] La FIG. 4 es una vista que ilustra un ejemplo de una relación entre una distancia desde una parte superior de una sección doblada y un espesor de placa.

[FIG. 5] La FIG. 5 es una vista que ilustra un ejemplo de una relación entre una distancia desde una parte superior de una sección doblada y la tensión de la capa superficial en la sección doblada.

60 [FIG. 6] La FIG. 6 es una vista que ilustra un ejemplo de una proporción " t_2/t_1 " entre un valor promedio t_2 de un espesor de placa de una sección plana en un área desde una posición de un extremo de una sección doblada hasta una posición separada de la misma una distancia correspondiente a 1,5 veces el espesor de placa original, y un espesor de placa t_1 de una parte superior de la sección doblada.

65 [FIG. 7A] La FIG. 7A es un diagrama de sección transversal que ilustra el concepto básico de un método de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con las presentes realizaciones, que ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una primera etapa.

[FIG. 7B] La FIG. 7B es un diagrama de sección transversal que ilustra el concepto básico del método de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con las presentes realizaciones, que ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una segunda etapa.

[FIG. 7C] La FIG. 7C ilustra un producto conformado en prensa que se produce como resultado de sufrir el doblado ilustrado en la FIG. 7A y en la FIG. 7B.

[FIG. 8A] La FIG. 8A es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general de un método de producción de acuerdo con una primera realización, que ilustra un estado previo al procesamiento que se realizará en una primera etapa.

[FIG. 8B] La FIG. 8B es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la primera realización, que ilustra un estado en el que el procesamiento se completa en la primera etapa.

[FIG. 9A] La FIG. 9A es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la primera realización, que ilustra un estado previo al procesamiento que se realizará en una segunda etapa.

[FIG. 9B] La FIG. 9B es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la primera realización, que ilustra un estado en una fase inicial de procesamiento en la segunda etapa.

[FIG. 9C] La FIG. 9C es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la primera realización, que ilustra un estado en el que el procesamiento se completa en la segunda etapa.

[FIG. 10A] La FIG. 10A es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general de un método de producción de acuerdo con una segunda realización, que ilustra un estado previo al procesamiento que se realizará en una primera etapa.

[FIG. 10B] La FIG. 10B es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la segunda realización, que ilustra un estado en el que el procesamiento se completa en la primera etapa.

[FIG. 11A] La FIG. 11A es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la segunda realización, que ilustra un estado previo al procesamiento que se realizará en una segunda etapa.

[FIG. 11B] La FIG. 11B es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la segunda realización, que ilustra un estado en una fase inicial de procesamiento en la segunda etapa.

[FIG. 11C] La FIG. 11C es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la segunda realización, que ilustra un estado en el que el procesamiento se completa en la segunda etapa.

[FIG. 12A] La FIG. 12A es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general de un método de producción de acuerdo con una tercera realización, que ilustra un estado previo al procesamiento que se realizará en una primera etapa.

[FIG. 12B] La FIG. 12B es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la tercera realización, que ilustra un estado en el que el procesamiento se completa en la primera etapa.

[FIG. 13A] La FIG. 13A es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la tercera realización, que ilustra un estado previo al procesamiento que se realizará en una segunda etapa.

[FIG. 13B] La FIG. 13B es un diagrama en sección transversal que ilustra una visión general del método de producción de acuerdo con la tercera realización, que ilustra un estado en el que el procesamiento se completa en la segunda etapa.

[FIG. 14] La FIG. 14 es una vista que ilustra una relación entre una proporción de ángulos exteriores " A_1/A_2 " en una sección doblada y la tensión de la capa superficial en la sección doblada.

[FIG. 15] La FIG. 15 es una vista que ilustra un ejemplo de una relación entre una proporción perimetral " L_1/L_2 " de una sección doblada y la tensión de la capa superficial en la sección doblada.

[FIG. 16] La FIG. 16 es una vista que ilustra un resumen de las condiciones de conformado de acuerdo con el método de producción de las presentes realizaciones.

[FIG. 17] La FIG. 17 es una vista que muestra los resultados de los ejemplos.

Descripción de las realizaciones

Los presentes inventores realizaron estudios intensivos repetidos para resolver el problema descrito anteriormente, y como resultado obtuvieron los hallazgos descritos en los apartados (a) a (c) a continuación.

(a) Se discutirá ahora el producto conformado en prensa que tiene un par de secciones planas y una sección doblada que conecta el par de secciones planas. En el producto conformado en prensa, un radio de doblado en la sección doblada es R_2 (mm), y un ángulo interior formado por el par de secciones planas es θ_2 ($^\circ$). Una placa de acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más se adopta como material de partida, y el producto conformado en prensa se produce mediante trabajo de prensa que se divide en dos etapas. En el trabajo de prensa en una primera etapa, usando un punzón y un troquel como conjunto de troquel, se forma

ES 2 774 780 T3

un producto conformado intermedio que tiene una sección doblada con un radio de doblado R_1 (mm) y un ángulo interior θ_1 ($^\circ$) en una porción correspondiente a la sección doblada del producto conformado en prensa en la placa de acero. En el trabajo de prensa en una segunda etapa, usando un punzón y un troquel como conjunto de troquel, se forma el producto conformado en prensa en el que la sección doblada del producto conformado intermedio se forma en una sección doblada con un radio de doblado R_2 (mm) y un ángulo interior θ_2 ($^\circ$).

En este caso, para suprimir la aparición de agrietamiento en la sección doblada, es suficiente que la tensión de tracción que se produce en la superficie externa (en lo sucesivo, también denominada "tensión de la capa superficial") de la sección doblada sea pequeña. Una proporción perimetral " L_1/L_2 " entre un perímetro L_1 (mm) de la sección doblada formada en la primera etapa y un perímetro L_2 (mm) de la sección doblada formada en la segunda etapa es un factor involucrado en la determinación del tamaño de la tensión de la capa superficial que se produce en la sección doblada. Los perímetros L_1 y L_2 de la sección doblada son longitudes en la dirección circunferencial en una sección transversal de la sección doblada, y están representados por las siguientes fórmulas (i) y (ii).

$$L_1 = \pi \times R_1 \times (180 - \theta_1)/180 \dots (i)$$

$$L_2 = \pi \times R_2 \times (180 - \theta_2)/180 \dots (ii)$$

Asimismo, el ángulo suplementario (es decir, el ángulo exterior) A_1 ($^\circ$) del ángulo interior θ_1 en la sección doblada que se forma en la primera etapa está representado por la siguiente Fórmula (A). El ángulo suplementario (es decir, el ángulo exterior) A_2 ($^\circ$) del ángulo interior θ_2 en la sección doblada que se forma en la segunda etapa está representado por la siguiente Fórmula (B).

$$A_1 = 180 - \theta_1 \dots (A)$$

$$A_2 = 180 - \theta_2 \dots (B)$$

En función de las fórmulas (i), (ii), (A) y (B) mencionadas anteriormente, la proporción perimetral " L_1/L_2 " de la sección doblada está representada por la siguiente fórmula (iii).

$$L_1/L_2 = (A_1 \times R_1)/(A_2 \times R_2) \dots (iii)$$

Por consiguiente, el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 (ángulo exterior A_1) de la sección doblada del producto conformado intermedio que se forma en la primera etapa y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 (ángulo exterior A_2) de la sección doblada del producto conformado en prensa que se forma en la segunda etapa están mutuamente involucrados en la determinación del tamaño de la tensión de la capa superficial que surge en la sección doblada.

Si el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 (ángulo exterior A_1) mencionados anteriormente y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 (ángulo exterior A_2) mencionados anteriormente satisfacen las condiciones de las siguientes fórmulas (1) a (3), una región de aparición de la tensión de la capa superficial que se produce en la sección doblada se expande como resultado de realizar el trabajo de prensa en la primera etapa y el trabajo de prensa en la segunda etapa. Por consiguiente, la tensión de la capa superficial en la sección doblada del producto conformado en prensa disminuye. De esta manera, incluso cuando se usa como material de partida una placa de acero que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más, se puede suprimir la aparición de agrietamiento y se puede producir un producto conformado en prensa que tiene una sección doblada con un radio de doblado más pequeño. Más preferentemente, el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 (ángulo exterior A_1) mencionados anteriormente y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 (ángulo exterior A_2) mencionados anteriormente satisfacen las condiciones de las siguientes fórmulas (1), (4) y (5).

$$1,05 < A_1/A_2 \dots (1)$$

$$1,0 < R_1/R_2 \dots (2)$$

$$A_1/A_2 < 6,0/(R_1/R_2) \dots (3)$$

$$1,5 < R_1/R_2 \dots (4)$$

$$A_1/A_2 < 3,5/(R_1/R_2) \dots (5)$$

La fórmula (1) anterior significa que el ángulo exterior A_1 de la sección doblada formada en la primera etapa es mayor que el ángulo exterior A_2 de la sección doblada formada en la segunda etapa. En otras palabras, la fórmula (1) anterior significa que, en función de las fórmulas (A) y (B) anteriores, el ángulo interior θ_1 de la sección doblada formada en la primera etapa es más pequeño que el ángulo interior θ_2 de la sección doblada formada en la segunda etapa. Los tamaños de los respectivos ángulos interiores θ_1 y θ_2 (ángulos exteriores A_1 y A_2) se establecen de acuerdo con las dimensiones de diseño del producto conformado en prensa. En la práctica, los tamaños de los respectivos ángulos interiores θ_1 y θ_2 se establecen dentro de un intervalo de 90° a 120° .

Las fórmulas (2) y (4) anteriores significan que el radio de doblado R_1 de la sección doblada formada en la primera etapa es mayor que el radio de doblado R_2 de la sección doblada formada en la segunda etapa. Los tamaños de los respectivos radios de doblado R_1 y R_2 se establecen de acuerdo con las dimensiones de diseño del producto conformado en prensa. Específicamente, los radios de doblado R_1 y R_2 se establecen de la siguiente manera.

Un valor de R/t para el cual existe un riesgo de que se produzca agrietamiento en la sección doblada es de 0,5 a 3,0. Aquí, "R" representa el radio de doblado en el momento del doblado y "t" representa el espesor de placa de la placa metálica sobre la que se ejecuta el doblado. Normalmente, un espesor de placa promedio de una sección plana de un producto conformado en prensa, es decir, el espesor de placa de la placa metálica que es el material de partida es aproximadamente de 0,5 a 3,2 mm en el caso de una lámina. En el caso de una placa gruesa, el espesor de placa es aproximadamente de 3,2 a 30 mm, y en algunos casos es de más de 30 mm. En la presente realización, con respecto al doblado de placas metálicas que tienen tales diversos tipos de espesores de placa, se toman como el objetivo de la realización los casos en los que existe un riesgo de que se produzca agrietamiento en una sección doblada.

Es decir, en un caso en el que el espesor de placa es de, por ejemplo, 0,5 mm, el radio de doblado R de la sección doblada del producto conformado en prensa, es decir, el radio de doblado R_2 de la sección doblada formada en la segunda etapa, es aproximadamente de 0,25 a 1,5 mm. En este caso, el radio de doblado R_1 de la sección doblada que se forma en la primera etapa es aproximadamente de 0,26 a 8,2 mm, y preferentemente es aproximadamente de 0,38 a 5,2 mm. En un caso en el que el espesor de placa es de, por ejemplo, 1,0 mm, el radio de doblado R_2 mencionado anteriormente es aproximadamente de 0,5 a 3,0 mm. En este caso, el radio de doblado R_1 mencionado anteriormente es aproximadamente de 0,55 a 16,0 mm, y preferentemente es aproximadamente de 0,8 a 10,0 mm. En un caso en el que el espesor de placa es de, por ejemplo, 3,2 mm, el radio de doblado R_2 mencionado anteriormente es aproximadamente de 1,5 a 9,0 mm. En este caso, el radio de doblado R_1 mencionado anteriormente es aproximadamente de 1,6 a 49,0 mm, y preferentemente es aproximadamente de 2,3 a 31,0 mm. En un caso en el que el espesor de placa es de, por ejemplo, 30 mm, el radio de doblado R_2 mencionado anteriormente es aproximadamente de 15 a 90 mm. En este caso, el radio de doblado R_1 mencionado anteriormente es aproximadamente de 16 a 494 mm, y preferentemente es aproximadamente de 23 a 314 mm.

En particular, en el caso de que se satisfagan las condiciones de las fórmulas (1) a (3) anteriores, la tensión de la capa superficial se vuelve menor que en el caso del método de doblado convencional (en el que el trabajo de prensa se realiza en una sola etapa) ilustrado en la FIG. 1A descrita anteriormente.

Además, en el caso de que se satisfagan las condiciones de las fórmulas (1), (4) y (5) anteriores, la tensión de la capa superficial se vuelve menor que en el caso del método de doblado divulgado en la literatura de patente 1 (en el que el trabajo de prensa se divide en dos etapas) que se ilustra en la FIG. 2A y en la FIG. 2B descritas anteriormente.

En resumen, el radio de doblado R_2 de la sección doblada del producto conformado en prensa se define dentro de un intervalo de R/t en el que existe el riesgo de que se produzca agrietamiento en la sección doblada, de acuerdo con el espesor de placa t de la placa metálica. Como se ha descrito anteriormente, el intervalo de R/t para el cual existe un riesgo de que se produzca agrietamiento en la sección doblada es de 0,5 a 3,0. En particular, si la placa metálica tiene alta ductilidad, el límite superior de R/t es 2,0. Si la placa metálica tiene una ductilidad aún mayor, el límite superior de R/t es 1,0. Por otra parte, el tamaño del radio de doblado R_1 de la sección doblada formada en la primera etapa se define de acuerdo con las condiciones de las fórmulas (1) a (3) anteriores en función del radio de doblado R_2 mencionado anteriormente, y más preferentemente se define de acuerdo con las condiciones de las fórmulas (1), (4) y (5) anteriores. En esas circunstancias, en función de la FIG. 16 que se describe más adelante, R_1/R_2 es preferentemente menor que 5,5, y más preferentemente menor que 3,5.

(b) Un producto conformado en prensa que se produce mediante el método de doblado descrito en el apartado (a) anterior tiene una distribución de espesor de placa característica en la sección doblada y en los alrededores de la misma. Específicamente, en una sección transversal, el espesor de placa aumenta a medida que aumenta la distancia desde los alrededores de la parte superior de la sección doblada, y a medida que aumenta la distancia desde los alrededores de un extremo de la sección doblada, el espesor de placa disminuye y luego aumenta nuevamente, y más allá de una posición separada una distancia correspondiente a 1,5 veces el espesor de placa original desde la posición del extremo de la sección doblada., el espesor de placa se vuelve el espesor de placa original. Aquí, el término "alrededores de la parte superior de la sección doblada" significa un punto dentro de un intervalo de $\pm 0,1$ mm desde la parte superior. El término "alrededores de un extremo de la sección doblada" significa un punto dentro de un intervalo de $\pm 0,1$ mm desde un extremo de la sección doblada, es decir, un límite entre la sección doblada y una sección plana. El término "espesor de placa original" significa el espesor de placa promedio de la placa de acero que es el material de partida. El término "espesor de placa original" corresponde al espesor de placa promedio de la sección plana.

El producto conformado en prensa descrito anteriormente es excelente en características de doblado de tres puntos y en características de deformación por compresión axial. Esto se debe a que, aunque en el método de doblado convencional ilustrado en la FIG. 1A, el espesor de placa disminuye excesivamente en la sección doblada, particularmente el espesor de placa en la parte superior de la sección doblada, en el método de doblado descrito en el apartado (a) anterior, el espesor de placa en la parte superior de la sección doblada no disminuye significativamente,

y el espesor de placa disminuye en las secciones planas en la periferia de la sección doblada. Por ejemplo, en un caso en el que el producto conformado en prensa es un miembro que está montado en un vehículo, en un momento en que el miembro se deforma debido a una colisión o similar, una parte de línea de cresta (sección doblada) del miembro soporta la carga de impacto. Por lo tanto, el producto conformado en prensa producido por el método de doblado descrito en el apartado (a) anterior, en el que se asegura el espesor de placa de la parte de línea de cresta (sección doblada), es excelente en sus características de doblado en tres puntos y en sus características de deformación por compresión axial.

(c) En el método de doblado descrito en el apartado (a) mencionado anteriormente, tal y como se ha descrito anteriormente, el ángulo interior θ_1 de la sección doblada del producto conformado intermedio formado en la primera etapa es más pequeño que el ángulo interior θ_2 de la sección doblada del producto conformado en prensa formado en la segunda etapa. Por consiguiente, el producto conformado intermedio puede volverse inestable en el conjunto de troquel cuando se realiza el trabajo de prensa en la segunda etapa. En este caso, en el trabajo de prensa en la segunda etapa, como conjunto de troquel, es suficiente que el troquel y el punzón incluyan cada uno una almohadilla para retener el producto conformado intermedio. La almohadilla que incluye el troquel se llama "almohadilla de troquel" y la almohadilla que incluye el punzón se llama "almohadilla interna".

La presente invención se completó en función de los hallazgos anteriores. Las realizaciones de la presente invención se describen a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos. A continuación, primero, se describe un producto conformado en prensa, y posteriormente se describen un método de producción y una línea de equipos de producción que son adecuados para producir el producto conformado en prensa.

[Producto conformado en prensa]

La FIG. 3A y la FIG. 3B son diagramas de sección transversal que ilustran un ejemplo del producto conformado en prensa de acuerdo con la presente realización. De estos dibujos, la FIG. 3A ilustra todo el producto conformado en prensa y la FIG. 3B ilustra una sección doblada y los alrededores de la misma.

Un producto conformado en prensa 20 de la presente realización está hecho de una placa metálica que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más. La resistencia a la tracción puede ser de 780 MPa o más, puede ser de 980 MPa o más, y puede ser de 1180 MPa o más. Una placa de acero de alta resistencia es adecuada como una placa metálica que tiene tal resistencia a la tracción. Sin embargo, una placa de aluminio, una placa de titanio, una placa de acero inoxidable, una placa de magnesio y similares también pueden usarse como la placa metálica. Una placa de acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción de 1180 MPa o más es preferible como la placa metálica.

Tal y como se muestra en la figura 3A, el producto conformado en prensa 20 de la presente realización tiene una forma de sección transversal en forma de sombrero e incluye una parte de placa superior 21, dos partes de pared vertical 23a y 23b, dos partes de línea de cresta del lado superior 22a y 22b, dos partes de pestaña 25a y 25b, y dos partes de línea de cresta del lado inferior 24a y 24b. Las partes de línea de cresta del lado superior 22a y 22b conectan la parte de placa superior 21 y las partes de pared vertical 23a y 23b. Las partes de línea de cresta del lado inferior 24a y 24b conectan las partes de pared vertical 23a y 23b y las partes de pestaña 25a y 25b.

El producto conformado en prensa 20 se produce mediante un método de producción de la presente realización que incluye el trabajo de prensa (doblado) que se divide en dos etapas. La parte de placa superior 21 y la parte de pared vertical 23a constituyen un par de secciones planas, y la parte de línea de cresta del lado superior 22a que conecta estas secciones planas constituye una sección doblada 26. Igualmente, la parte de placa superior 21 y la parte de pared vertical 23b constituyen un par de secciones planas, y la parte de línea de cresta del lado superior 22b que conecta estas secciones planas constituye una sección doblada 27. Asimismo, la parte de pared vertical 23a y la parte de pestaña 25a constituyen un par de secciones planas, y la parte de línea de cresta del lado inferior 24a que conecta estas secciones planas constituye una sección doblada 28. Igualmente, la parte de pared vertical 23b y la parte de pestaña 25b constituyen un par de secciones planas, y la parte de línea de cresta del lado inferior 24b que conecta estas secciones planas constituye una sección doblada 29.

En la FIG. 3B, la sección doblada 26 y los alrededores de la misma en el producto conformado en prensa 20 de la presente realización se muestran de manera representativa, con el contorno de la misma indicado mediante una línea continua. Los estados de las otras secciones dobladas 27 a 29 y las proximidades de las mismas son similares al estado mostrado en la FIG. 3B. Además, en la FIG. 3B, el contorno de la sección doblada 5 del producto conformado en prensa 2 que se obtiene mediante el método de doblado convencional ilustrado en la FIG. 1A se muestra mediante una línea discontinua, y el contorno de la sección doblada 8 del producto conformado en prensa 7 que se obtiene mediante el método de doblado de la literatura de patente 1 ilustrado en la FIG. 2A y en la FIG. 2B se muestra mediante una línea de trazos doble.

Como se muestra en la FIG. 3B, el producto conformado en prensa 20 de la presente realización tiene una distribución de espesor de placa característica en la sección doblada 26 y en los alrededores de la misma. Específicamente, el espesor de placa aumenta a medida que aumenta la distancia desde los alrededores de una parte superior 26a de la

sección doblada 26. Asimismo, a medida que aumenta la distancia desde los alrededores de un extremo (un denominado "extremo R doblado") 26b de la sección doblada 26, el espesor de placa disminuye y luego aumenta nuevamente. Además, más allá de una posición 26c que está separada una distancia correspondiente a 1,5 veces el espesor de placa original t_0 desde la posición del extremo 26b de la sección doblada 26, el espesor de placa se vuelve el espesor de placa original t_0 .

Esta distribución de espesor de placa se obtiene mediante el método de producción de la presente realización. En el método de producción de la presente realización, el espesor de placa se reduce en las secciones planas (por ejemplo: la parte de placa superior 21 y la parte de pared vertical 23a) alrededor de la sección doblada 26, y de este modo se suprime una disminución en el espesor de placa de la sección doblada 26 (por ejemplo: la parte de línea de cresta del lado superior 22a). Por ejemplo, en un caso en el que un producto conformado en prensa con una sección transversal en forma de sombrero que tiene la distribución de espesor de placa descrita anteriormente es un miembro que está montado en un vehículo, en un momento en que el miembro se deforma debido a una colisión o similar, las partes de línea de cresta del lado superior 22a y 22b del miembro soportan la carga de impacto. En este caso, debido a que el espesor de placa de las partes de línea de cresta del lado superior 22a y 22b que son la sección doblada 26 está asegurado, el miembro es excelente en características de doblado de tres puntos y en características de deformación por compresión axial.

La FIG. 4 es una vista que ilustra ejemplos de una relación entre una distancia desde una parte superior de una sección doblada y un espesor de placa en una sección transversal de un producto conformado en prensa. La FIG. 5 es una vista que ilustra ejemplos de una relación entre una distancia desde una parte superior de una sección doblada y la tensión de la capa superficial en la sección doblada en una sección transversal de un producto conformado en prensa. En la FIG. 4 y en la FIG. 5, una marca circular indica el producto conformado en prensa 20 obtenido mediante el método de producción de la presente realización (en adelante, también denominado "Ejemplo inventivo de la presente invención"). Una marca triangular indica el producto conformado en prensa 2 obtenido mediante el método de doblado convencional ilustrado en la FIG. 1A descrita anteriormente (en adelante, también denominado "Ejemplo Comparativo 1"). Una marca cuadrada indica el producto conformado en prensa 7 obtenido mediante el método de doblado de la literatura de patente 1 ilustrado en la FIG. 2A y en la FIG. 2B descritas anteriormente (en adelante, también denominado "Ejemplo Comparativo 2").

La FIG. 6 es una vista que ilustra, con respecto a una sección transversal de un producto conformado en prensa, ejemplos de una proporción " t_2/t_1 " entre un valor promedio t_2 del espesor de placa en una sección plana en una región que se extiende desde la posición de un extremo de la sección doblada hasta una posición separada de la misma una distancia correspondiente a 1,5 veces el espesor de placa original, y un espesor de placa t_1 de una parte superior de la sección doblada. En la FIG. 6, los resultados con respecto al producto conformado en prensa 20 del Ejemplo inventivo de la presente invención, al producto conformado en prensa 2 del Ejemplo comparativo 1 y al producto conformado en prensa 7 del Ejemplo comparativo 2 se muestran uno al lado del otro.

En los respectivos productos conformados en prensa 20, 2 y 7 del Ejemplo inventivo de la presente invención, con el Ejemplo comparativo 1 y con el Ejemplo comparativo 2, el radio de doblado R_2 de las secciones dobladas 26, 5 y 8 respectivas es de 1,5 mm y el ángulo exterior A_2 de las secciones dobladas 26, 5 y 8 respectivas es de 90 °. La sección doblada 5 del producto conformado en prensa 2 del Ejemplo comparativo 1 se formó mediante trabajo de prensa que se realizó en una sola etapa.

La sección doblada 8 del producto conformado en prensa 7 del Ejemplo comparativo 2 se formó mediante trabajo de prensa que se dividió en dos etapas. Específicamente, mediante el trabajo de prensa en una primera etapa, se formó una sección doblada que tiene un radio de doblado R_1 de 3 mm que es mayor que el radio de doblado R_2 de la sección doblada 8 del producto conformado en prensa 7, y mediante el trabajo de prensa en una segunda etapa, se formó la sección doblada 8 que tiene un radio de doblado R_2 de 1,5 mm. En otras palabras, la proporción de radios de doblado " R_1/R_2 " se hizo 2,0. Asimismo, el ángulo exterior A_1 de la sección doblada formada en la primera etapa y el ángulo exterior A_2 de la sección doblada formada en la segunda etapa se hicieron el mismo ángulo de 90 °. En otras palabras, la proporción de ángulos exteriores " A_1/A_2 " se hizo 1,0. En resumen, el producto conformado en prensa 7 del Ejemplo comparativo 2 se formó de acuerdo con condiciones que satisfacían solo las fórmulas (2) y (4) mencionadas anteriormente entre las fórmulas (1) a (5) mencionadas anteriormente.

La sección doblada 26 del producto conformado en prensa 20 del Ejemplo inventivo de la presente invención se formó mediante trabajo de prensa que se dividió en dos etapas. Específicamente, mediante el trabajo de prensa en una primera etapa, se formó una sección doblada que tiene un radio de doblado R_1 de 3 mm que es mayor que el radio de doblado R_2 de la sección doblada 26 del producto conformado en prensa 20, y mediante el trabajo de prensa en una segunda etapa, se formó la sección doblada 26 que tiene un radio de doblado R_2 de 1,5 mm. En otras palabras, la proporción de radios de doblado " R_1/R_2 " se hizo 2,0. Asimismo, mediante el trabajo de prensa en la primera etapa, la sección doblada se formó para tener un ángulo exterior A_1 de 120 ° que es mayor que el ángulo exterior A_2 de la sección doblada 26 del producto conformado en prensa 20, y mediante el trabajo de prensa en la segunda etapa, la sección doblada 26 se formó para tener un ángulo exterior A_2 de 90 °. En otras palabras, la proporción de ángulos exteriores " A_1/A_2 " se hizo 1,33. En resumen, el producto conformado en prensa 20 del Ejemplo inventivo de la presente invención se formó de acuerdo con condiciones que satisfacían todas las fórmulas (1) a (5) mencionadas

anteriormente.

Como se indica mediante marcas triangulares en la FIG. 4, en el Ejemplo comparativo 1 el espesor de placa disminuyó significativamente en la parte superior de la sección doblada 5. Por el contrario, como se indica mediante marcas cuadradas en la FIG. 4, la disminución en el espesor de placa en la parte superior de la sección doblada 8 en el Ejemplo comparativo 2 es menor que la disminución en el espesor de placa en el Ejemplo comparativo 1. De manera similar, como se indica mediante marcas circulares en la FIG. 4, la disminución en el espesor de placa en la parte superior de la sección doblada 26 en el Ejemplo inventivo de la presente invención es menor que la disminución en el espesor de placa en el Ejemplo comparativo 1.

Además, el espesor de placa en la parte superior 26a de la sección doblada 26 del producto conformado en prensa 20 del Ejemplo inventivo de la presente invención es mayor que el espesor de placa en la parte superior de la sección doblada 8 en el producto conformado en prensa 7 del Ejemplo comparativo 1. Por otra parte, una región en la que el espesor de placa disminuye en una sección plana en la periferia de la sección doblada 26 en el producto conformado en prensa 20 del Ejemplo inventivo de la presente invención es más ancha que una región en la que el espesor de placa disminuye en una sección plana en la periferia de la sección doblada 8 en el producto conformado en prensa 7 del Ejemplo comparativo 2.

La razón de la situación anterior también se entenderá a partir del diagrama ilustrado en la FIG. 5. En otras palabras, la razón es que la tensión de la capa superficial (véanse las marcas circulares en la FIG. 5) que se produce en los alrededores de la sección doblada del producto conformado en prensa 20 del Ejemplo inventivo de la presente invención se produce sobre un área más ancha en comparación con la tensión de la capa superficial (véanse las marcas cuadradas en la FIG. 5) que se produce en los alrededores de la sección doblada del producto conformado en prensa 7 del Ejemplo comparativo 2.

Además, como se muestra en la FIG. 6, la proporción de espesores de placa " t_2/t_1 " para el producto conformado en prensa 20 del Ejemplo inventivo de la presente invención es inferior a 1,01, y es menor que la proporción de espesores de placa " t_2/t_1 " para el producto conformado en prensa 2 del Ejemplo comparativo 1 y para el producto conformado en prensa 7 del Ejemplo comparativo 2. En otras palabras, de acuerdo con el método de producción de la presente realización, para compensar la disminución en el espesor de placa de las secciones planas en la periferia de la sección doblada, se suprime una disminución en el espesor de placa de la parte superior 26a de la sección doblada 26.

La proporción de espesores de placa " t_2/t_1 " para el producto conformado en prensa 20 es preferentemente inferior a 1,01, y más preferentemente es de 1,00 o más e inferior a 1,01.

El radio de doblado de la sección doblada en el producto conformado en prensa de la presente realización es, por ejemplo, un valor pequeño de 0 a 3 mm. Además, el producto conformado en prensa tiene la distribución de espesor de placa mencionada anteriormente. Por lo tanto, el producto conformado en prensa es excelente en rigidez de doblado y en rigidez torsional en un caso en el que se coloca una carga estática sobre el mismo. Asimismo, en un caso en el que se aplica una carga de impacto, se suprime el pandeo que toma la parte superior de la sección doblada como origen, y se obtiene una alta carga inicial y una gran cantidad de absorción de energía de impacto. Por lo tanto, el producto conformado en prensa es excelente en características de doblado de tres puntos y en características de deformación por compresión axial. Por consiguiente, el producto conformado en prensa de la presente realización es adecuado, por ejemplo, como un miembro de bastidor de una carrocería de automóvil (por ejemplo, un miembro transversal, un miembro lateral, un umbral lateral y un pilar), y como diversos componentes de un automóvil (por ejemplo, una viga de impacto de puerta, un enlace de control de puntera y un brazo de suspensión).

Téngase en cuenta que, en el caso del producto conformado en prensa 20 que tiene una sección transversal en forma de sombrero como en la presente realización, preferentemente las partes de línea de cresta del lado superior 22a y 22b y las partes de línea de cresta del lado inferior 24a y 24b que son secciones dobladas tienen cada una los radios de doblado y la distribución de espesor de placa descritos anteriormente. Sin embargo, siempre que se satisfaga el rendimiento de un producto conformado en prensa, también se puede adoptar una configuración en la que una cualquiera de las partes de línea de cresta del lado superior 22a y 22b y de las partes de línea de cresta del lado inferior 24a y 24b tenga los radios de doblado y la distribución de espesor de placa descritos anteriormente.

El producto conformado en prensa no está limitado a la sección transversal en forma de sombrero descrita anteriormente. Por ejemplo, el producto conformado en prensa puede tener una sección transversal en forma de acanaladura que no tiene partes de pestaña. El producto conformado en prensa que tiene una sección transversal en forma de acanaladura incluye una parte de placa superior, dos partes de pared vertical y una parte de línea de cresta que conecta la parte de placa superior y cada parte de pared vertical. En este caso, la parte de placa superior y las partes de pared vertical constituyen un par de secciones planas, y la parte de línea de cresta que conecta estas secciones planas constituye una sección doblada.

[Método de producción y línea de equipos de producción para producir productos conformados en prensa]

La FIG. 7A a la FIG. 7C son diagramas de sección transversal que ilustran el concepto básico del método de

producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con la presente realización. Entre estos dibujos, la FIG. 7A ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una primera etapa y la FIG. 7B ilustra una situación en la que se realiza el procesamiento en una segunda etapa. La FIG. 7C ilustra un producto conformado en prensa 37 producido como resultado de sufrir el procesamiento ilustrado en la FIG. 7A y en la FIG. 7B.

5 La FIG. 8A, la FIG. 8B y la FIG. 9A a la FIG. 9C son diagramas de sección transversal que ilustran una visión general de un método de producción de una primera realización como un ejemplo específico. La FIG. 10A, la FIG. 10B y la FIG. 11A a la FIG. 11C son diagramas de sección transversal que ilustran una visión general de un método de producción de una segunda realización como un ejemplo específico. La FIG. 12A, la FIG. 12B, la FIG. 13A y la FIG. 10 13B son diagramas de sección transversal que ilustran una visión general de un método de producción de una tercera realización como un ejemplo específico. Entre estos dibujos, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 10A, la FIG. 10B, la FIG. 12A y la FIG. 12B ilustran una situación en la que se realiza el procesamiento en una primera etapa. La FIG. 8A, la FIG. 10A y la FIG. 12A ilustran un estado previo al procesamiento, y la FIG. 8B, la FIG. 10B y la FIG. 12B ilustran un estado en el que se completa el procesamiento. Asimismo, la FIG. 9A a la FIG. 9C, la FIG. 11A a la FIG. 11C, la FIG. 15 13A y la FIG. 13B ilustran una situación en la que se realiza el procesamiento en una segunda etapa. La FIG. 9A, la FIG. 11A y la FIG. 13A ilustran un estado previo al procesamiento, la FIG. 9B y la FIG. 11B ilustran un estado en una fase inicial de procesamiento, y la FIG. 9C, la FIG. 11C y la FIG. 13B ilustran un estado en el que se completa el procesamiento. Una línea discontinua en estos dibujos representa una línea central.

20 En la presente realización, el producto conformado en prensa se produce mediante trabajo de prensa que se divide en dos etapas. En otras palabras, como se muestra en la FIG. 7A a la FIG. 13B, el producto conformado en prensa 37 se produce sufriendo una primera etapa de conformado como primera etapa y una segunda etapa de conformado como segunda etapa, en ese orden. En la primera etapa de conformado, se forma un producto conformado intermedio 36 a partir de una placa metálica 35 que es el material de partida mediante trabajo de prensa usando un primer aparato de prensa 30. En la segunda etapa de conformado, se forma el producto conformado en prensa 37 a partir del producto conformado intermedio 36 mediante trabajo de prensa usando un segundo aparato de prensa 40. Por lo tanto, el primer 25 aparato de prensa 30 y el segundo aparato de prensa 40 constituyen una serie de líneas de equipos de producción.

30 Como se muestra en la FIG. 7A, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 10A, la FIG. 10B, la FIG. 12A y la FIG. 12B, como conjunto de troquel, el primer aparato de prensa 30 incluye un primer punzón 31 y un primer troquel 32 que son un par. Además, las realizaciones primera y segunda que se ilustran en la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 10A y la FIG. 10B incluyen una almohadilla de troquel 38 y una almohadilla interna (no ilustrada en los dibujos). La almohadilla de troquel 38 se proporciona en el primer troquel 32, y la almohadilla interna se proporciona en el primer punzón 31. La almohadilla de troquel 38 y la almohadilla interna retienen y posicionan la placa metálica 35 en el momento del trabajo 35 de prensa en la primera etapa de conformado. Sin embargo, no es necesario proporcionar una almohadilla de troquel y una almohadilla metálica, como en el caso de la tercera realización que se ilustra en la FIG. 12A y en la FIG. 12B.

40 Como se ilustra en la FIG. 7B, la FIG. 9A a la FIG. 9C, la FIG. 11A a la FIG. 11C, la FIG. 13A y la FIG. 13B, como conjunto de troquel, el segundo aparato de prensa 40 incluye un segundo punzón 33 y un segundo troquel 34 que son un par. Además, las realizaciones primera y segunda que se ilustran en la FIG. 9A a la FIG. 9C y en la FIG. 11A a la FIG. 11C incluyen una almohadilla de troquel 39 y una almohadilla interna (no ilustrada en los dibujos). La almohadilla de troquel 39 se proporciona en el segundo troquel 34, y la almohadilla interna se proporciona en el segundo punzón 33. La almohadilla de troquel 39 y la almohadilla interna retienen y posicionan el producto conformado intermedio 36 en el momento del trabajo de prensa en la segunda etapa de conformado. Sin embargo, no es necesario proporcionar 45 una almohadilla de troquel y una almohadilla metálica, como en el caso de la tercera realización que se ilustra en la FIG. 13A a la FIG. 13B.

50 Como se ilustra en la FIG. 7B, la FIG. 9A a la FIG. 9C, la FIG. 11A a la FIG. 11C, y la FIG. 13A y la FIG. 13B, el segundo punzón 33 del segundo aparato de prensa 40 tiene una parte de hombro 33a para conformar una sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37. Un ángulo que forman un par de caras que se conectan a la parte de hombro 33a es el mismo que el ángulo interior θ_2 de la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37. En otras palabras, el ángulo exterior del ángulo de la parte de hombro 33a es el mismo que el ángulo exterior A_2 de la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37. Asimismo, el radio de la parte de hombro 33a es el mismo que el radio de doblado R_2 de la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37.

55 Por otro lado, como se ilustra en la FIG. 7A, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 10A, la FIG. 10B, la FIG. 12A y la FIG. 12B, el primer punzón 31 del primer aparato de prensa 30 tiene una parte de hombro 31a para conformar una sección doblada 36c del producto conformado intermedio 36. Un ángulo que forman un par de caras que se conectan a la parte de hombro 31a es menor que el ángulo interior θ_2 de la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37, y es el mismo que el ángulo interior θ_1 de la sección doblada 36c del producto conformado intermedio 36. En otras palabras, el ángulo exterior del ángulo de la parte de hombro 31a es mayor que el ángulo exterior A_2 de la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37, y es el mismo que el ángulo exterior A_1 de la sección doblada 36c del producto conformado intermedio 36. Asimismo, el radio de la parte de hombro 31a es mayor que el radio de doblado R_2 de la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37, y es el mismo que el radio de doblado 60 R_1 de la sección doblada 36c del producto conformado intermedio 36.

El radio y el ángulo (ángulo exterior) de la parte de hombro 31a del primer punzón 31, y el radio y el ángulo (ángulo exterior) de la parte de hombro 33a del segundo punzón 33 se establecen de modo que el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 (ángulo exterior A_1) de la sección doblada 36c del producto conformado intermedio 36 y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 (ángulo exterior A_2) de la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37 satisfagan las condiciones de las fórmulas (1) a (3) descritas anteriormente o las fórmulas (1), (4) y (5) descritas anteriormente.

En el método de producción de la presente realización, el producto conformado en prensa 37 se produce usando el primer aparato de prensa 30 y el segundo aparato de prensa 40 que están configurados como se ha descrito anteriormente. En primer lugar, como se muestra en la FIG. 7A, la FIG. 8A, la FIG. 10A y la FIG. 12A, la placa metálica 35 que sirve como material de partida se prepara en una etapa de preparación del material de partida. Como se ha descrito anteriormente, la placa metálica 35 es una placa metálica (por ejemplo, una placa de acero de alta resistencia) que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más.

En la primera etapa de conformado, como se ilustra en la FIG. 7A, la FIG. 8A, la FIG. 8B, la FIG. 10A, la FIG. 10B, la FIG. 12A y la FIG. 12B, el trabajo de prensa se realiza en la placa metálica 35 usando el primer punzón 31 y el primer troquel 32, y dependiendo del caso, usando también la almohadilla de troquel 38 y la almohadilla interna. En esas circunstancias, la sección doblada 36c se forma en una porción correspondiente a la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37 mediante la parte de hombro 31a del primer punzón 31 y el primer troquel 32. De esta manera, se forma el producto conformado intermedio 36 que tiene la sección doblada 36c en la que el radio de doblado es R_1 y el ángulo interior es θ_1 (el ángulo exterior es A_1).

A continuación, en la segunda etapa de conformado, como se ilustra en la FIG. 7B, la FIG. 9A a la FIG. 9C, la FIG. 11A a la FIG. 11C, y la FIG. 13A y la FIG. 13B, el trabajo de prensa se realiza en el producto conformado intermedio 36 usando el segundo punzón 33 y el segundo troquel 34, y dependiendo del caso, usando también la almohadilla de troquel 39 y la almohadilla interna. En esas circunstancias, la sección doblada 37c se forma en una porción de la sección doblada 36c del producto conformado intermedio 36 mediante la parte de hombro 33a del segundo punzón 33 y el segundo troquel 34. De esta manera, se forma el producto conformado en prensa 37 que tiene la sección doblada 37c en la que el radio de doblado es R_2 y el ángulo interior es θ_2 (el ángulo exterior es A_2).

El producto conformado en prensa 37 ilustrado en la FIG. 7B, la Figura 9C, la FIG. 11C y la FIG. 13B, por ejemplo, es el producto conformado en prensa 20 que tiene una sección transversal en forma de sombrero que se muestra en la FIG. 3A o es un producto conformado en prensa que tiene una sección transversal en forma de acanaladura. En el primer caso, la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37, por ejemplo, son las partes de línea de cresta del lado superior 22a y 22b y las partes de línea de cresta del lado inferior 24a y 24b del producto conformado en prensa 20. Las secciones planas 37a y 37b que se conectan a la sección doblada 37c del producto conformado en prensa 37 son, por ejemplo, la parte de placa superior 21, las partes de pared vertical 23a y 23b, y las partes de pestaña 25a y 25b del producto conformado en prensa 20.

De acuerdo con el método de producción de la presente realización, el espesor de placa puede reducirse en las secciones planas 37a y 37b en la periferia de la sección doblada 37c y puede suprimirse una disminución en el espesor de placa de la sección doblada 37c. De esta manera, se expande una región de aparición de tensión de la capa superficial en la sección doblada 37c, y disminuye la tensión de la capa superficial en la sección doblada. Por lo tanto, de acuerdo con el método de producción de la presente realización, puede suprimirse la aparición de agrietamiento en la sección doblada, y se puede producir el producto conformado en prensa 37 que tiene la sección doblada 37c que tiene un radio de doblado menor.

La FIG. 14 es una vista que muestra una relación entre la proporción de ángulos exteriores " A_1/A_2 " en la sección doblada y la tensión de la capa superficial en la sección doblada. En la figura 14, una marca circular indica un caso en el que la producción se realizó de acuerdo con el método de producción del Ejemplo inventivo de la presente invención, una marca triangular indica un caso en el que la producción se realizó de acuerdo con el método de producción del Ejemplo comparativo 1, y una marca cuadrada indica un caso en el que la producción se realizó de acuerdo con el método de producción del Ejemplo comparativo 2. Téngase en cuenta que, en el caso del Ejemplo inventivo de la presente invención y en el Ejemplo comparativo 2, el valor de R/t para el trabajo de prensa en la primera etapa fue de 2,14 y el valor de R/t para el trabajo de prensa en la segunda etapa fue de 1,07. Además, en el caso del Ejemplo comparativo 1, el valor de R/t en el trabajo de prensa en la única etapa fue de 1,07.

Como se muestra en la FIG. 14, se descubre que cuando la proporción de ángulos exteriores " A_1/A_2 " es más de 1,05, la tensión de la capa superficial en la sección doblada se hace menor que en el Ejemplo comparativo 1 y en el Ejemplo comparativo 2. En otras palabras, se descubre que cuando existe una condición de que la proporción de ángulos exteriores " A_1/A_2 " sea superior a 1,05, se puede formar una sección doblada que tiene un radio de doblado menor al tiempo que se suprime el agrietamiento. Esta condición corresponde a una condición que satisface la fórmula (1) descrita anteriormente.

La FIG. 15 es una vista que ilustra una relación entre una proporción perimetral " L_1/L_2 " de una sección doblada y la tensión de la capa superficial en la sección doblada. En la figura 15, una marca circular indica un caso en el que la

producción se realizó de acuerdo con el método de producción del Ejemplo inventivo de la presente invención, una marca triangular indica un caso en el que la producción se realizó de acuerdo con el método de producción del Ejemplo comparativo 1, y una marca cuadrada indica un caso en el que la producción se realizó de acuerdo con el método de producción del Ejemplo comparativo 2.

5 En el caso de cada uno de los métodos de producción de acuerdo con el Ejemplo Inventivo de la presente invención, con el Ejemplo comparativo 1 y con el Ejemplo comparativo 2, el radio de doblado R_2 de la sección doblada del producto conformado en prensa final se hizo 1,5 mm, y el ángulo exterior A_2 de la sección doblada se hizo 90 °. En el método de producción del Ejemplo comparativo 1, la sección doblada se formó mediante trabajo de prensa en una sola etapa.

15 En el método de producción del Ejemplo comparativo 2, la sección doblada se formó mediante trabajo de prensa que se dividió en dos etapas. En el caso del Ejemplo comparativo 2, con respecto a la sección doblada formada mediante trabajo de prensa en la primera etapa (primera etapa de conformado), el radio de doblado R_1 se cambió a diversos valores dentro de un intervalo de valores que eran mayores que el radio de doblado R_2 del producto conformado en prensa mientras el ángulo exterior A_1 se mantuvo en el mismo ángulo que el ángulo exterior A_2 del producto conformado en prensa.

20 En el método de producción del Ejemplo Inventivo de la presente invención, la sección doblada se formó mediante trabajo de prensa que se dividió en dos etapas. En el caso del Ejemplo inventivo de la presente invención, con respecto a la sección doblada que se formó mediante trabajo de prensa en la primera etapa (primera etapa de conformado), el radio de doblado R_1 se cambió a diversos valores dentro de un intervalo de valores que eran mayores que el radio de doblado R_2 del producto conformado en prensa, y el ángulo exterior A_1 también se cambió a diversos valores dentro de un intervalo de valores que eran mayores que el ángulo exterior A_2 del producto conformado en prensa.

25 Los siguientes hechos se indican mediante el diagrama ilustrado en la FIG. 15. Cuando se comparan los Ejemplos inventivos de la presente invención que se indican con marcas circulares y el Ejemplo comparativo 1 que se indica con una marca triangular, se descubre que cuando la proporción perimetral " L_1/L_2 " es superior a 1,0 e inferior a 6,0, la tensión de la capa superficial en la sección doblada es menor que en el Ejemplo comparativo 1. Aquí, la proporción perimetral " L_1/L_2 " está representada por la fórmula (iii) mencionada anteriormente. Además, la relación de radios de doblado " R_1/R_2 " es superior a 1,0 en cada uno de los Ejemplos inventivos de la presente invención que se indican mediante marcas circulares. Por consiguiente, se descubre que cuando hay una condición que satisface la fórmula (3) mencionada anteriormente y también una condición que satisface la fórmula (2) mencionada anteriormente, la tensión de la capa superficial se vuelve menor que en el Ejemplo comparativo 1, y se exhibe el efecto del Ejemplo Inventivo de la presente invención con respecto al agrietamiento.

30 Cuando se comparan los Ejemplos inventivos de la presente invención que se indican con marcas circulares y los Ejemplos comparativos 2 que se indican con marcas cuadradas, se descubre que cuando la proporción perimetral " L_1/L_2 " es superior a 1,0 e inferior a 3,5, la tensión de la capa superficial en la sección doblada se vuelve menor que en el Ejemplo comparativo 2. Aquí, la proporción perimetral " L_1/L_2 " está representada por la fórmula (iii) mencionada anteriormente. Además, entre los Ejemplos inventivos de la presente invención, que se indican con marcas circulares, los ejemplos inventivos en los que la tensión de la capa superficial es menor que en el Ejemplo comparativo 2 son los Ejemplos inventivos en los que la proporción de radios de doblado " R_1/R_2 " es superior a 1,5. Por consiguiente, se descubre que cuando hay una condición que satisface la fórmula (5) mencionada anteriormente y también una condición que satisface la fórmula (3) mencionada anteriormente, la tensión de la capa superficial se vuelve menor que en el Ejemplo comparativo 2, y se exhibe el efecto del Ejemplo Inventivo de la presente invención con respecto al agrietamiento.

35 La FIG. 16 es una vista que ilustra un resumen de las condiciones de conformado de acuerdo con el método de producción de la presente realización. En la figura 16, la abscisa representa la proporción de radios de doblado " R_1/R_2 " de la sección doblada, y la ordenada representa la relación perimetral " L_1/L_2 " de la sección doblada. Si el radio de doblado R_1 y el ángulo exterior A_1 del producto conformado intermedio y el radio de doblado R_2 y el ángulo exterior A_2 del producto conformado en prensa se establecen dentro de un intervalo que está rodeado por una línea recta " $A_1/A_2 = 1,05$ ", una línea recta " $R_1/R_2 = 1,0$ " y una curva hiperbólica " $A_1/A_2 = 6,0/(R_1/R_2)$ ", el agrietamiento se suprimirá más que el Ejemplo comparativo 1. En otras palabras, es suficiente satisfacer las condiciones de las fórmulas (1) a (3) mencionadas anteriormente. Además, si el radio de doblado R_1 y el ángulo exterior A_1 del producto conformado intermedio y el radio de doblado R_2 y el ángulo exterior A_2 del producto conformado en prensa se establecen dentro de un intervalo que está rodeado por la línea recta " $A_1/A_2 = 1,05$ ", una línea recta " $R_1/R_2 = 1,5$ " y una curva hiperbólica " $A_1/A_2 = 3,5/(R_1/R_2)$ ", el agrietamiento se suprimirá más que el Ejemplo comparativo 2. En otras palabras, más preferentemente, es suficiente satisfacer las condiciones de las fórmulas (1), (4) y (5) mencionadas anteriormente. Asimismo, en función de la FIG. 16, preferentemente R_1/R_2 es menor que 5,5, y más preferentemente menor que 3,5.

Ejemplos

65 Se realizó el análisis de la formación de productos conformados en prensa que tienen la sección transversal en forma de sombrero que se muestra en la FIG. 3A. El análisis se realizó usando "LS-DYNA", que es un software de análisis

estructural de uso general. Como Ejemplo Comparativo 1, se formó un producto conformado en prensa N.º 1 mediante el método de doblado convencional ilustrado en la FIG. 1A descrita anteriormente. Al formar el producto conformado en prensa N.º 1, el valor de R/t en el trabajo de prensa en la única etapa se hizo 1,07.

- 5 Como Ejemplo Comparativo 2, se formaron los productos conformados en prensa N.ºs 2, 4 y 6 mediante el método de doblado divulgado en la literatura de patente 1 que se ilustra en la FIG. 2A y en la FIG. 2B descritas anteriormente. En cada uno de los N.ºs 2, 4 y 6, el valor de R/t en el trabajo de prensa en la segunda etapa se hizo 1,07. En el trabajo de prensa en la primera etapa, el valor de R/t se hizo 1,42 para el N.º 2, 2,14 para el N.º 4 y 2,85 para el N.º 6.
- 10 Como Ejemplo inventivo de la presente invención, se formaron los productos conformados en prensa N.ºs 3, 5 y 7 mediante el método de producción de la presente realización. En cada uno de los N.ºs 3, 5 y 7, el valor de R/t en el trabajo de prensa en la segunda etapa se hizo 1,07, de forma similar al Ejemplo Comparativo 2. En el trabajo de prensa en la primera etapa, el valor de R/t se hizo 1,42 para el N.º 3 que es el mismo valor que para el N.º 2 del Ejemplo Comparativo 2, el valor de R/t se hizo 2,14 para el N.º 5 que es el mismo valor que para el N.º 4 del Ejemplo Comparativo 2, y el valor de R/t se hizo 2,85 para el N.º 7 que es el mismo valor que para el N.º 6 del Ejemplo Comparativo 2. En cada uno de los N.ºs 3, 5 y 7, la proporción de ángulos exteriores "A₁/A₂" se hizo 1,33.

20 Asimismo, en cada uno de los N.ºs 1 a 7, se usó una placa de acero de alta resistencia que tenía una resistencia a la tracción de clase de 1180 MPa y un espesor de placa de 1,4 mm como la placa metálica de material de partida. Las propiedades mecánicas específicas de la placa de acero son las siguientes:

- YP (límite de fluencia): 801 Mpa
- TS (resistencia a la tracción): 1197 Mpa
- El (elongación): 13,6 %

25 La tensión logarítmica en la dirección de doblado (dirección circunferencial de la sección transversal) en la superficie externa en la parte superior de la sección doblada se determinó para cada uno de los productos conformados en prensa N.ºs 1 a 7. Los resultados se muestran en la FIG. 17.

30 Como se muestra en la FIG. 17, la tensión de la capa superficial en el Ejemplo inventivo de la presente invención (N.ºs 3, 5 y 7) fue menor que la tensión de la capa superficial en cada uno del Ejemplo comparativo 1 (N.º 1) y del Ejemplo comparativo 2 (N.ºs 2, 4 y 6). Se aclaró así que de acuerdo con el método de producción de la presente realización, se puede producir un producto conformado en prensa que tiene una sección doblada con un radio de doblado menor al tiempo que se suprime el agrietamiento.

35 La presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente, y pueden realizarse diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Lista de signos de referencia

- 40
- 30 Primer aparato de prensa
 - 31 Primer punzón
 - 31a Parte de hombro
 - 32 Primer troquel
 - 40 Segundo aparato de prensa
 - 33 Segundo punzón
 - 33a Parte de hombro
 - 34 Segundo troquel
 - 35 Placa metálica
 - 36 Producto conformado intermedio
 - 36c Sección doblada
 - 37 Producto conformado en prensa
 - 37a Sección plana
 - 37b Sección plana
 - 37c Sección doblada

REIVINDICACIONES

1. Un producto conformado en prensa (20) que está hecho de una placa metálica que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más, y que comprende un par de secciones planas (21, 23a, 23b) y una sección doblada (26, 27) que conecta el par de secciones planas (21, 23a, 23b), **caracterizado por que:**
 5 en una sección transversal, un espesor de placa aumenta a medida que aumenta una distancia desde unos alrededores de una parte superior de la sección doblada (26, 27), el espesor de placa disminuye a medida que aumenta una distancia desde unos alrededores de un extremo de la sección doblada (26, 27), y luego el espesor de placa aumenta nuevamente, y más allá de una posición separada una distancia correspondiente a 1,5 veces el espesor de placa original (t_0) desde una posición de un extremo de la sección doblada, el espesor de placa se vuelve el espesor de placa original (t_0).
 10

2. El producto conformado en prensa (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que:
 una proporción (t_2/t_1) entre un valor promedio t_2 de un espesor de placa en un área desde la posición del extremo de la sección doblada (26, 27) hasta la posición separada de la misma la distancia correspondiente a 1,5 veces el espesor de placa original, y un espesor de placa t_1 en la parte superior de la sección doblada es inferior a 1,01.
 15

3. El producto conformado en prensa (20) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende:
 20 una parte de placa superior (21), dos partes de pared vertical (23a, 23b), y una parte de línea de cresta que conecta la parte de placa superior (21) y las partes de pared vertical respectivas, en el que la parte de placa superior (21) y la parte de pared vertical constituyen la sección plana, y la parte de línea de cresta constituye la sección doblada.

4. El producto conformado en prensa (20) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende:
 25 una parte de placa superior (21), dos partes de pared vertical, una parte de línea de cresta del lado superior (22a, 22b) que conecta la parte de placa superior y las partes de pared vertical respectivas, dos partes de pestaña, y una parte de línea de cresta del lado inferior (24a, 24b) que conecta las respectivas partes de pared vertical y las partes de pestaña respectivas,
 30 en el que la parte de placa superior y la parte de pared vertical constituyen la sección plana, y la parte de línea de cresta del lado superior (22a, 22b) constituye la sección doblada, y/o la parte de pared vertical y la parte de pestaña constituyen la sección plana, y la parte de línea de cresta del lado inferior (22a, 22b) constituye la sección doblada.

5. El producto conformado en prensa (20) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el producto conformado en prensa está hecho de una placa de acero que tiene una resistencia a la tracción de 1180 Mpa o más.
 35

6. Un método de producción para producir un producto conformado en prensa que incluye un par de secciones planas y una sección doblada que conecta el par de secciones planas, en el que un radio de doblado de la sección doblada es R_2 y un ángulo interior formado por el par de secciones planas es θ_2 , comprendiendo el método de producción:
 40

una etapa de preparación del material de partida para preparar una placa metálica (35) que tiene una resistencia a la tracción de 590 MPa o más, **caracterizado por**
 45 una primera etapa de conformado para someter la placa metálica a trabajo de prensa usando un conjunto de troquel (31, 32) para formar un producto conformado intermedio (36) que tiene una sección doblada con un radio de doblado de R_1 (mm) y un ángulo interior de θ_1 ($^\circ$) en una porción correspondiente a la sección doblada del producto conformado en prensa; y
 una segunda etapa de conformado para someter el producto conformado intermedio (36) a trabajo de prensa usando un conjunto de troquel (33, 34) para formar el producto conformado en prensa que tiene una sección doblada con un radio de doblado de R_2 (mm) y un ángulo interior de θ_2 ($^\circ$) en una porción de la sección doblada del producto conformado intermedio;
 50 en el que el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa satisfacen las condiciones de las fórmulas (1) a (3) a continuación:
 55

$$1,05 < A_1/A_2 \dots (1)$$

$$1,0 < R_1/R_2 \dots (2)$$

$$A_1/A_2 < 6,0/(R_1/R_2) \dots (3);$$

60 donde, en las fórmulas anteriores, A_1 ($^\circ$) es un ángulo suplementario del ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio, que está representado por la fórmula (A) a continuación, y A_2 ($^\circ$) es un ángulo suplementario del ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa, que está representado por la fórmula (B) a continuación:
 65

$$A_1 = 180 - \theta_1 \dots (A)$$

$$A_2 = 180 - \theta_2 \dots (B).$$

5 7. El método de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con la reivindicación 6, en el que:
 el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio (36) y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa satisfacen las condiciones de las fórmulas (1), (4) y (5) a continuación:

10

$$1,05 < A_1/A_2 \dots (1)$$

$$1,5 < R_1/R_2 \dots (4)$$

15

$$A_1/A_2 < 3,5/(R_1/R_2) \dots (5).$$

8. El método de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en el que:

20

en la primera etapa de conformado se usan un punzón (31) y un troquel (32) como conjunto de troquel, y en la segunda etapa de conformado se usan un punzón (33) y un troquel (34) como conjunto de troquel.

9. El método de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con la reivindicación 8, en el que:

25

en la segunda etapa de conformado, cuando se realiza trabajo de prensa, el producto conformado intermedio (36) es retenido y posicionado por una almohadilla de troquel (39) provista en el troquel (34) y por una almohadilla interna provista en el punzón (33).

10. Una línea de equipos de producción para producir un producto conformado en prensa que incluye un par de secciones planas y una sección doblada que conecta el par de secciones planas, en el que un radio de doblado de la sección doblada es R_2 y un ángulo interior formado por el par de secciones planas es θ_2 , estando la línea de equipos de producción **caracterizada por que** comprende:

30

un primer aparato de prensa (30) que comprende un punzón y un troquel para formar un producto conformado intermedio (36) que tiene una sección doblada con un radio de doblado de R_1 (mm) y un ángulo interior de θ_1 (°) en una porción correspondiente a la sección doblada del producto conformado en prensa, y

35

un segundo aparato de prensa (40) que comprende un punzón y un troquel para formar el producto conformado en prensa que tiene una sección doblada con un radio de doblado de R_2 (mm) y un ángulo interior de θ_2 (°) en una porción de la sección doblada del producto conformado intermedio;

40

en el que el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa satisfacen las condiciones de las fórmulas (1) a (3) a continuación:

45

$$1,05 < A_1/A_2 \dots (1)$$

$$1,0 < R_1/R_2 \dots (2)$$

$$A_1/A_2 < 6,0/(R_1/R_2) \dots (3);$$

50

donde, en las fórmulas anteriores, A_1 (°) es un ángulo suplementario del ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio, que está representado por la fórmula (A) a continuación, y A_2 (°) es un ángulo suplementario del ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa, que está representado por la fórmula (B) a continuación:

55

$$A_1 = 180 - \theta_1 \dots (A)$$

$$A_2 = 180 - \theta_2 \dots (B).$$

11. La línea de equipos de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con la reivindicación 10, en el que:

60

el radio de doblado R_1 y el ángulo interior θ_1 del producto conformado intermedio (36) y el radio de doblado R_2 y el ángulo interior θ_2 del producto conformado en prensa satisfacen las condiciones de las fórmulas (1), (4) y (5) a continuación:

65

$$1,05 < A_1/A_2 \dots (1)$$

ES 2 774 780 T3

$$1,5 < R_1/R_2 \dots (4)$$

$$A_1/A_2 < 3,5/(R_1/R_2) \dots (5).$$

5 12. La línea de equipos de producción para producir un producto conformado en prensa de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en el que:

10 el segundo aparato de prensa (40) comprende además una almohadilla de troquel (39) provista en el troquel (34) y una almohadilla interna provista en el punzón (31), y cuando se realiza el trabajo de prensa, el producto conformado intermedio (36) es retenido y posicionado por la almohadilla de troquel (39) y por la almohadilla interna.

FIG. 1A

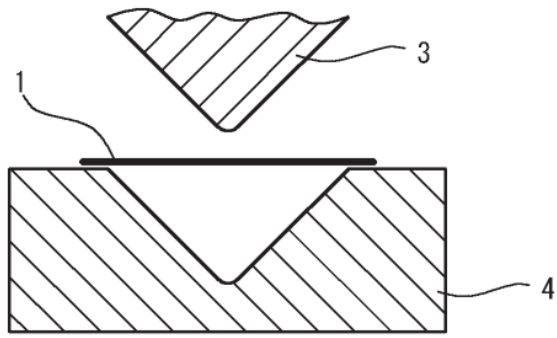


FIG. 1B

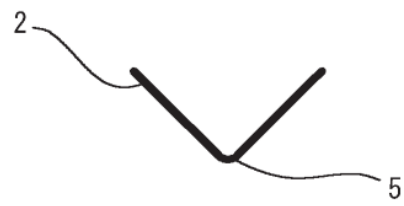


FIG. 2A

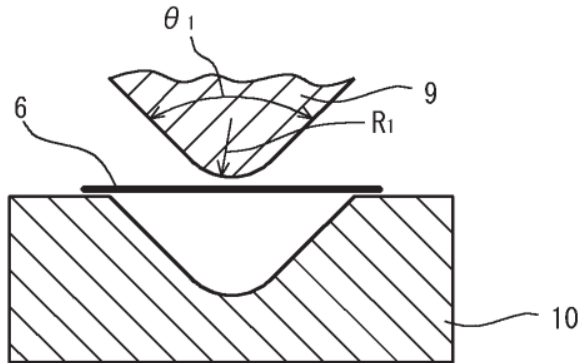


FIG. 2B

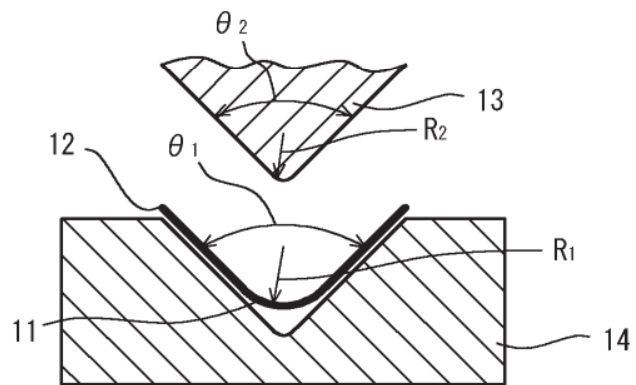


FIG. 2C

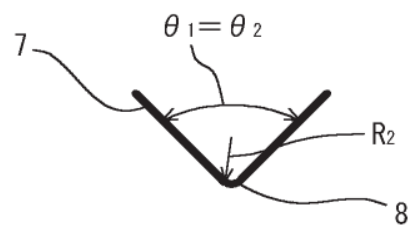


FIG. 3A

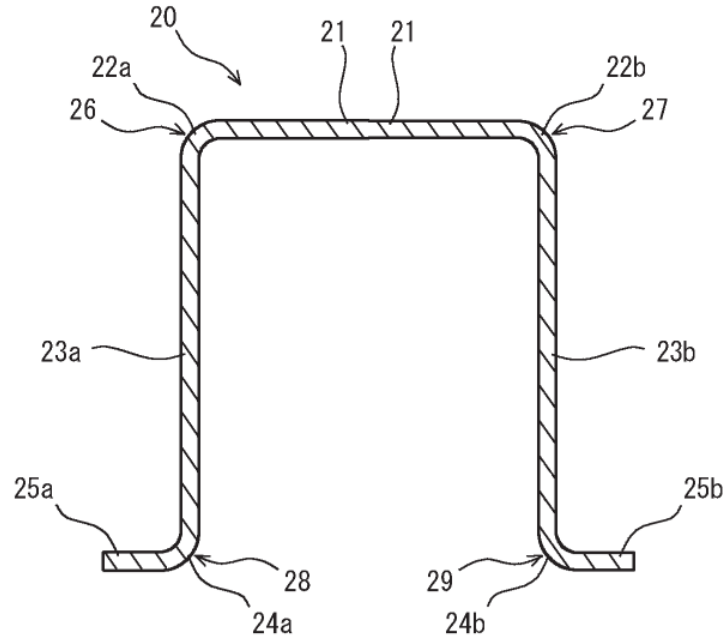


FIG. 3B

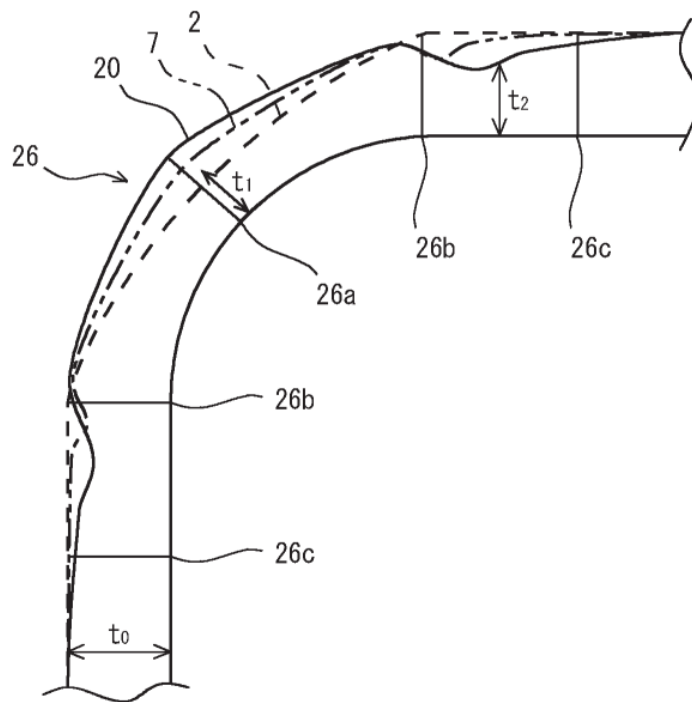


FIG. 4

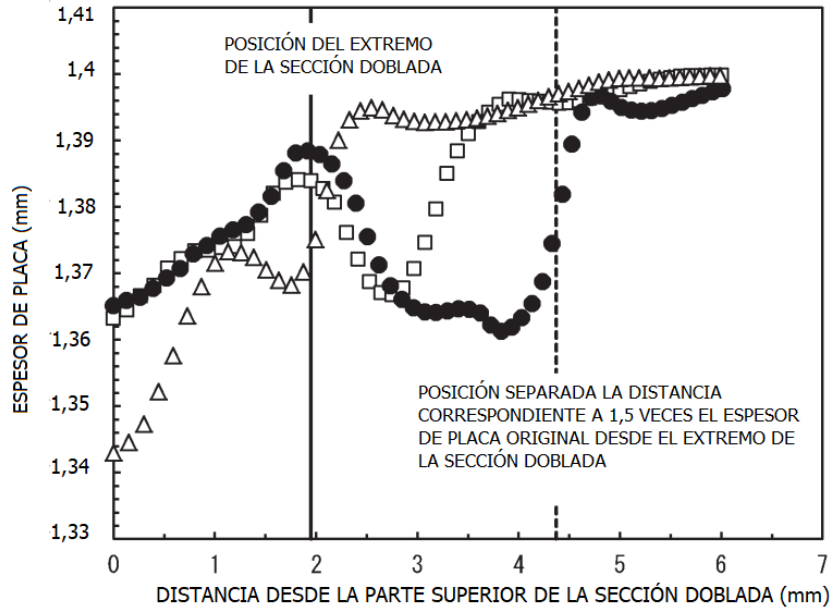


FIG. 5

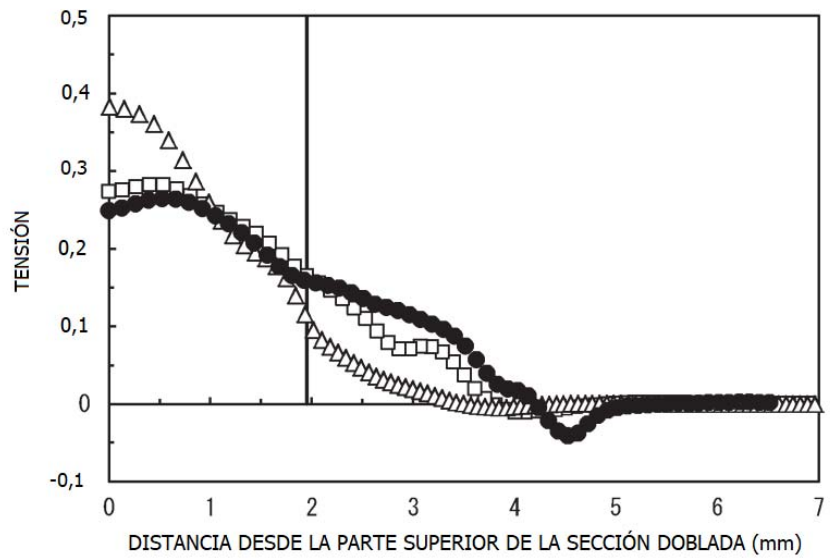


FIG. 6

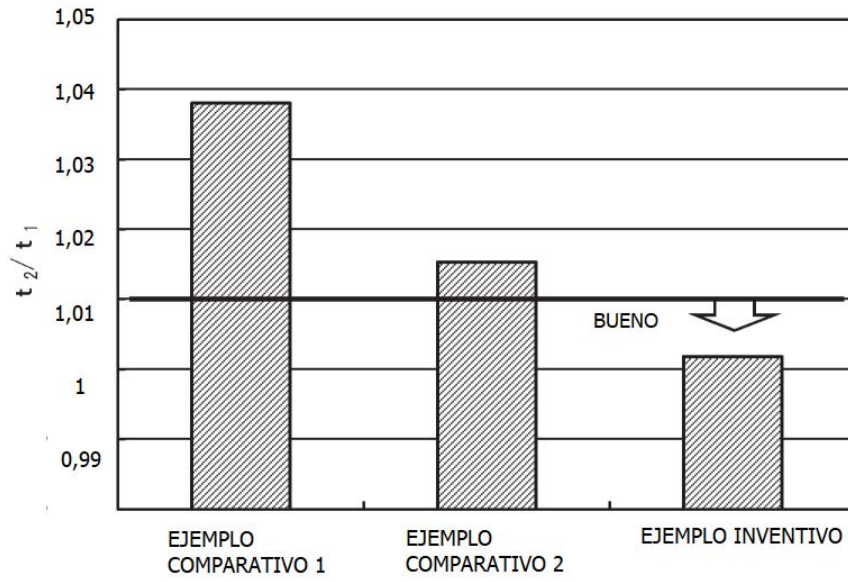


FIG. 7A

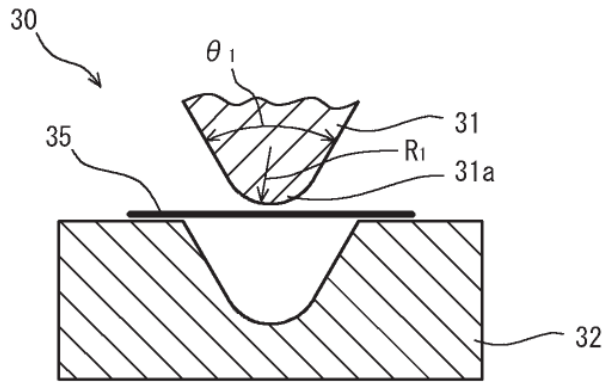


FIG. 7B

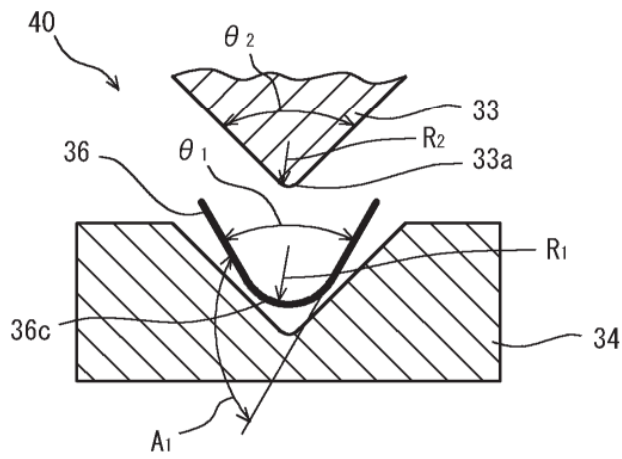


FIG. 7C

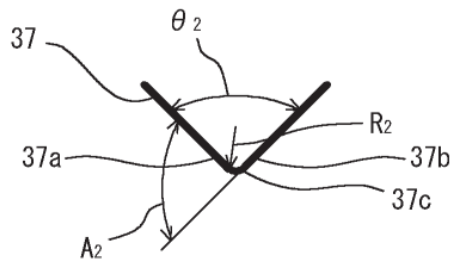


FIG. 8A

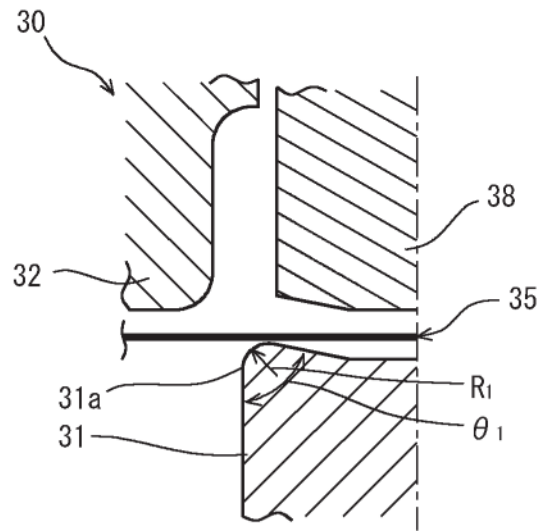


FIG. 8B

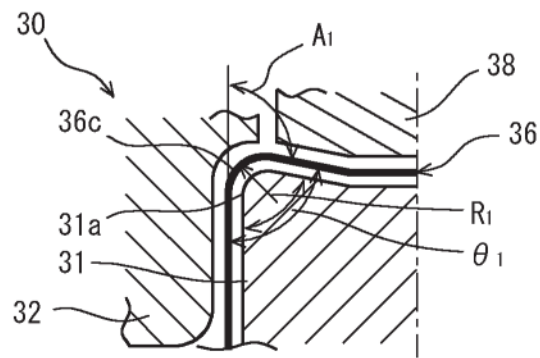


FIG. 9A

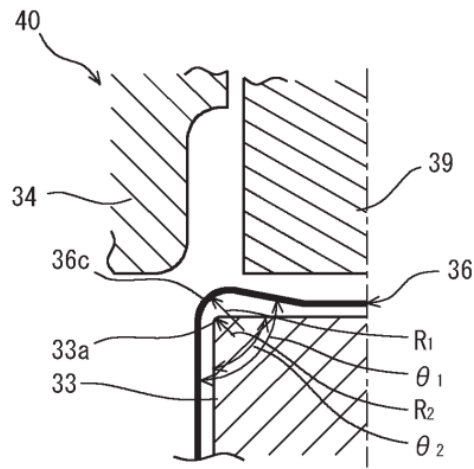


FIG. 9B

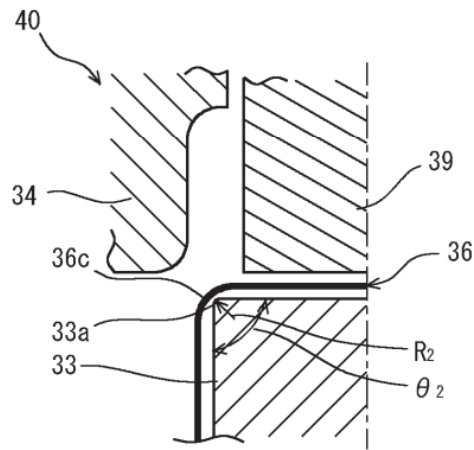


FIG. 9C

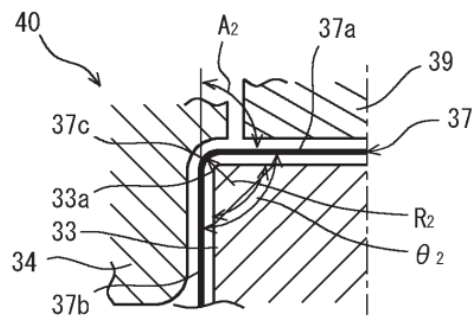


FIG. 10A

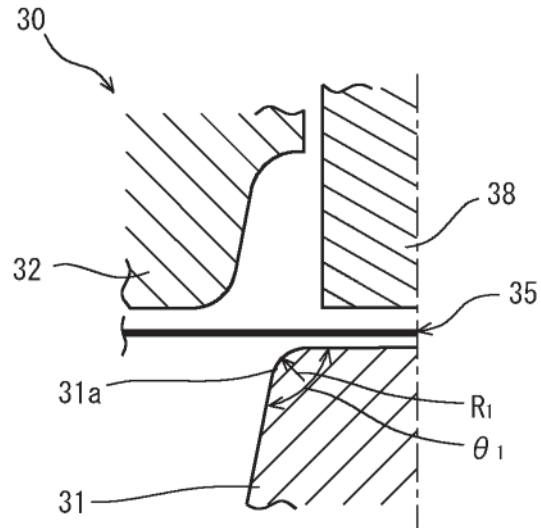


FIG. 10B

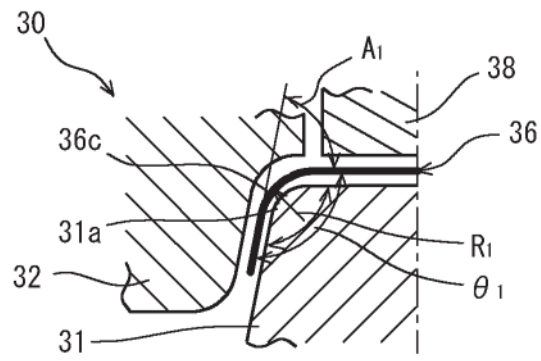


FIG. 11A

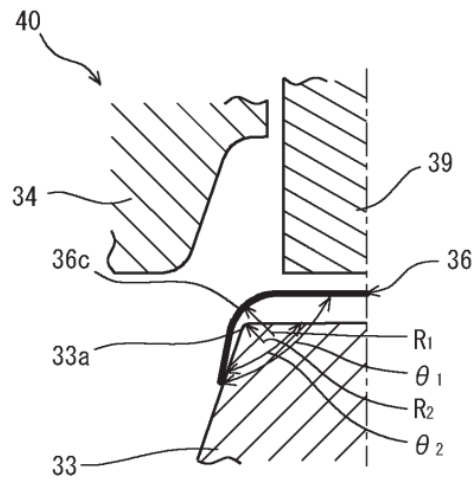


FIG. 11B

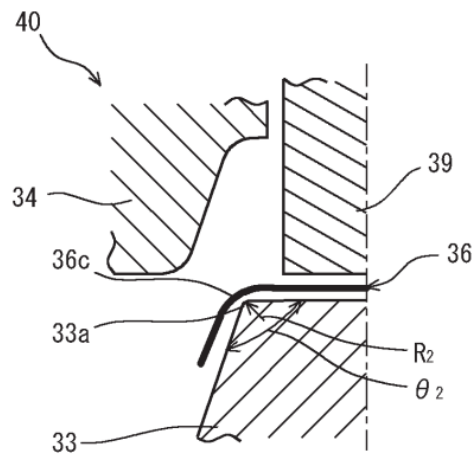


FIG. 11C

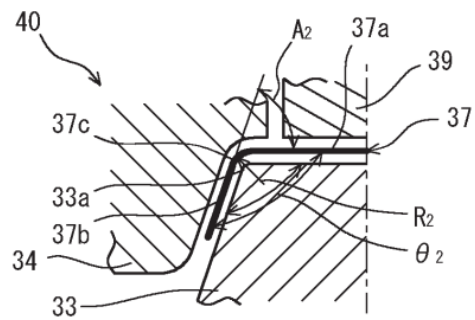


FIG. 12A

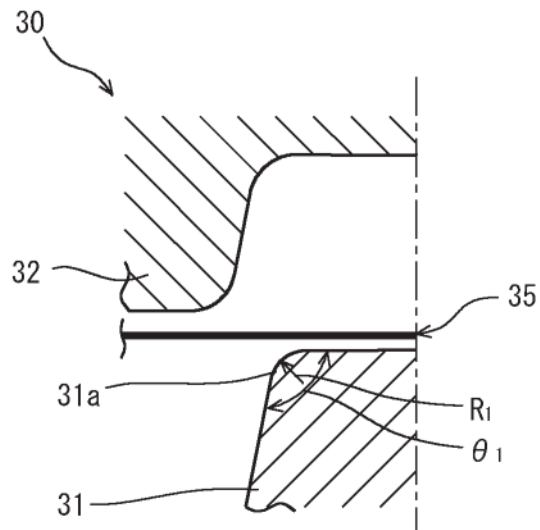


FIG. 12B

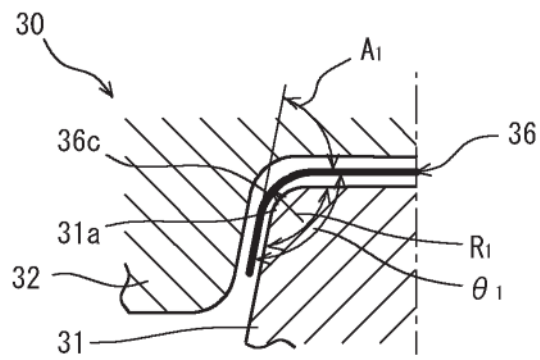


FIG. 13A

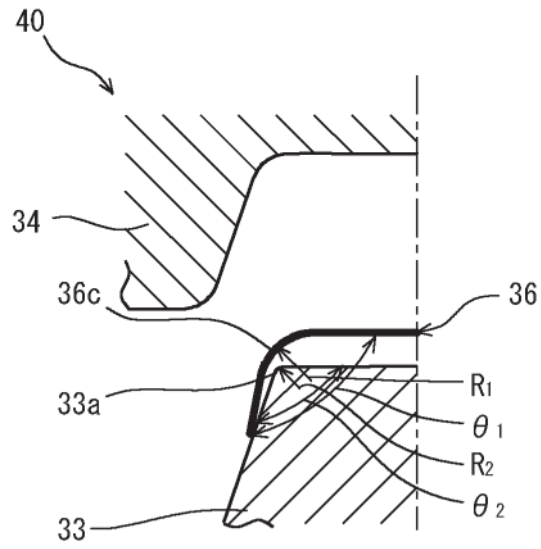


FIG. 13B

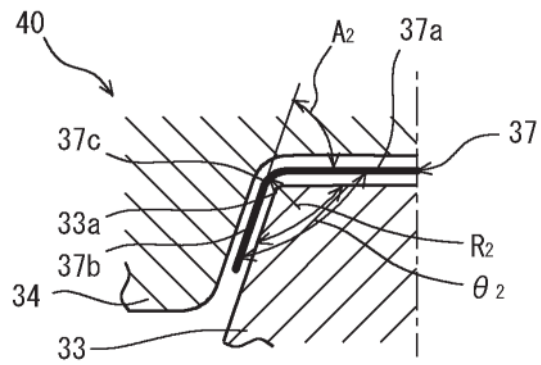


FIG. 14

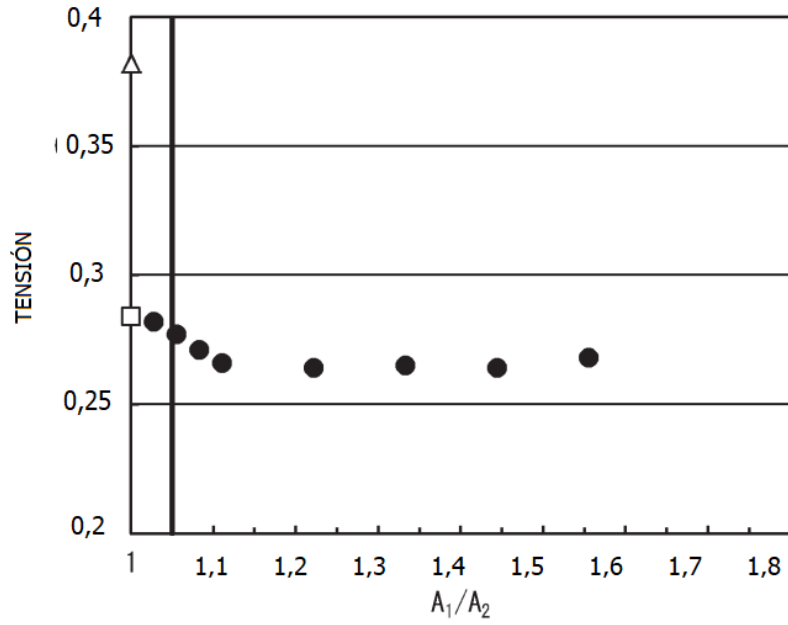


FIG. 15

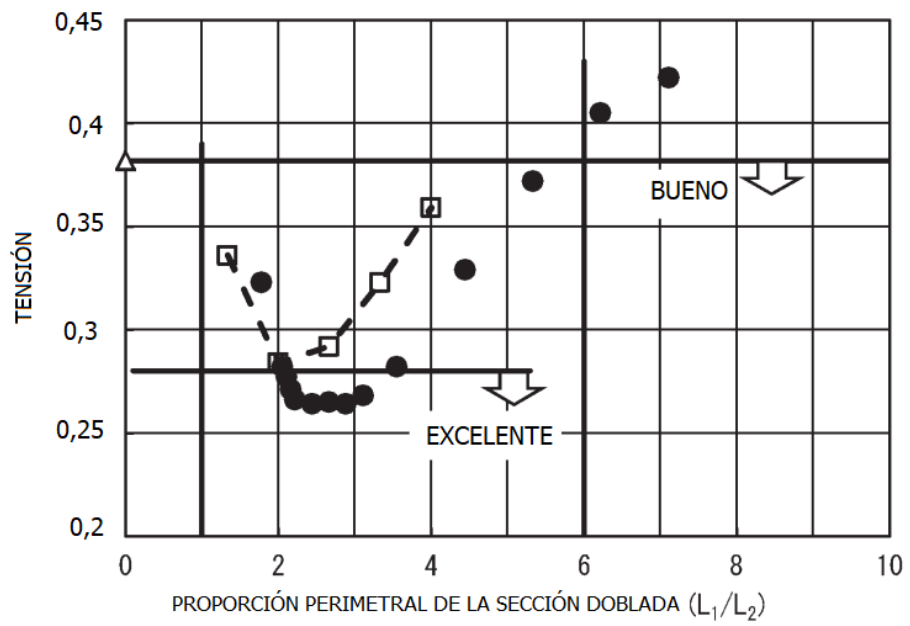


FIG. 16

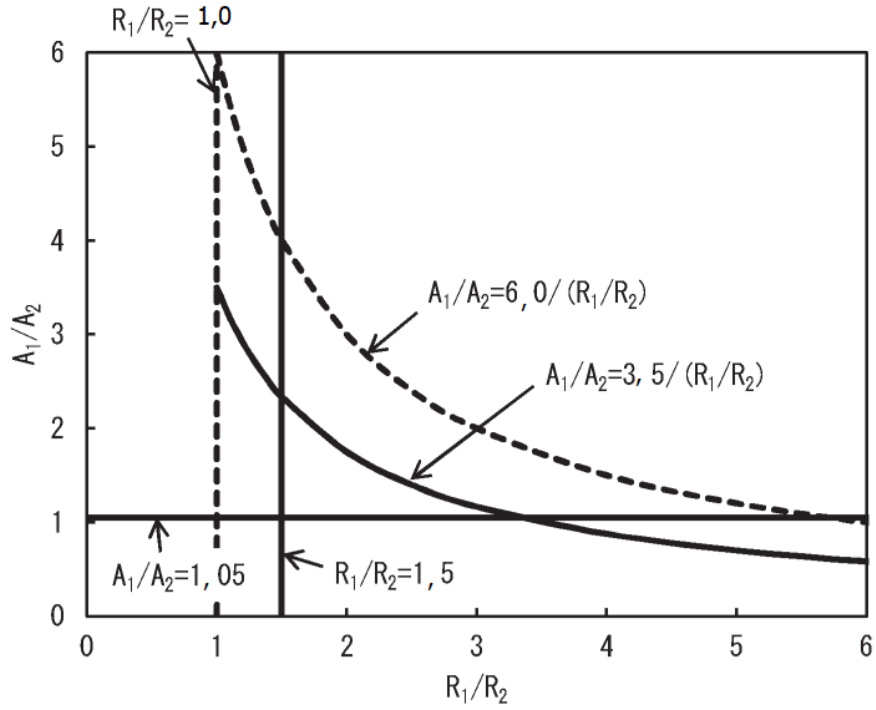


FIG. 17

