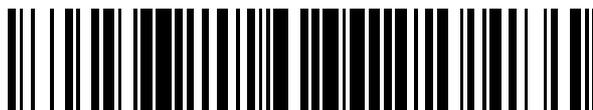


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 692 895**

51 Int. Cl.:

B21D 22/20 (2006.01)

B21D 5/02 (2006.01)

B21D 5/08 (2006.01)

B21D 24/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2012 PCT/JP2012/055590**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2012 WO12118223**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2012 E 12752145 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.07.2018 EP 2682199**

54 Título: **Método para doblar chapa metálica y producto de chapa metálica**

30 Prioridad:

03.03.2011 JP 2011046254
03.03.2011 JP 2011046581

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.12.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

MIZUMURA, MASAOKI;
SATO, KOICHI y
SHIRAKAMI, SATOSHI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 692 895 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para doblar chapa metálica y producto de chapa metálica

- 5 La presente invención se refiere a un método para doblar una chapa metálica, capaz de doblar la chapa metálica con facilidad sin generar un problema tal como una ondulación, una grieta o una recuperación elástica, y se refiere a un producto fabricado mediante dicho método de doblado.
- 10 En la técnica anterior, mediante el doblado de chapa metálica, constituida a partir de hierro, aluminio o aleaciones de los mismos, con una forma predeterminada, se han fabricado diversos productos para ser utilizados en un vehículo tal como un automóvil, como componentes, como materiales de construcción, o en muebles. Métodos de doblado posibles pueden ser, por ejemplo, un método de perfilado por rodillos para deformar un objeto de manera continua, o bien estampación por medio de una plegadora.
- 15 Como método para doblar una chapa metálica, el documento JP S63-188426A describe un método de fabricación continua, en el que una porción doblada de un material de chapa es calentado y reblandecido localmente mientras el material de chapa se desplaza, y a continuación el material de chapa es transmitido a través de rodillos o de un dispositivo de fabricación.
- 20 El documento EP 0 816 520 A2 describe un artículo fabricado a presión que posee un área enfriada y una distribución de fuerzas requerida desde el área central hasta las porciones extremas del panel.
- 25 Sin embargo, en la técnica descrita en el documento JP S63-188426A, resulta necesario procesar la totalidad de una bobina cuando se fabrica la bobina, puesto que se procesa de manera continua una placa con forma de bobina. Por lo tanto, la técnica no resulta adecuada para una producción de pequeño volumen. Además, existe un problema en relación al espacio en la técnica, puesto que debe disponerse de un dispositivo tal como un láser en la línea de producción.
- 30 Por otro lado, en años recientes, como producto para ser utilizado en un automóvil, se utiliza una chapa metálica de alta resistencia (por ejemplo, una placa de acero de alta resistencia que posee una resistencia a la tracción igual o superior a 980 MPa) con el fin de reducir el peso del vehículo. Sin embargo, la manejabilidad de la placa de acero usualmente empeora al aumentar la resistencia de la placa de acero; es decir, que puede generarse con facilidad una ondulación o una grieta en una porción deformada y puede producirse fácilmente una recuperación elástica en el producto. Por lo tanto, se desea un método para doblar una chapa metálica sin generar una ondulación o una grieta en una porción deformada, incluso cuando la chapa metálica posee una resistencia a la tracción igual o superior a 980 MPa.
- 35 Más aún, un producto constituido a partir de la chapa metálica de alta resistencia está sujeto a fuerzas de compresión o doblado durante su uso. En concreto, un elemento del lado frontal de un automóvil está sujeto a cargas de compresión en la dirección axial (o también en la dirección delante-detrás de la carrocería) durante una colisión frontal, un soporte de ventanilla de un automóvil está sujeto a cargas de doblado durante una colisión lateral, y un parachoques está sujeto a una carga de doblado en una colisión frontal, por ejemplo. Por lo tanto, resulta necesario que no se genere una grieta en la porción deformada del producto no sólo durante el proceso de doblado sino también cuando el producto está sujeto a tales cargas.
- 40 La presente invención se concibió con el fin de resolver los problemas de la técnica anterior anteriormente citados, y para proporcionar un método para doblar una chapa metálica, capaz de doblar la chapa metálica con facilidad sin generar un problema tal como una ondulación, una grieta, o una recuperación elástica de la porción deformada, y para proporcionar un producto fabricado mediante el método de doblado.
- 45 50 El problema anterior puede ser resuelto gracias a las características propias definidas en las reivindicaciones. En particular, de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para doblar una chapa metálica, en donde el método comprende: un proceso de ajuste de dureza para cambiar la dureza de al menos una parte de la chapa metálica con el fin de formar una pieza bruta que incluya una región de alta dureza y una región de baja dureza que posea una dureza inferior a la dureza de la región de alta dureza; y un proceso de doblado para doblar la región de baja dureza de la pieza bruta con el fin de fabricar un producto.
- 55 60 El proceso de ajuste de dureza comprende formar una región objetivo que será procesada en al menos una parte de la chapa metálica, en donde un lado de la chapa metálica está formado como región de baja dureza y el otro lado de la chapa metálica está formado como región de alta dureza.
- 65 En el método para doblar una chapa metálica de la presente invención, el proceso de doblado puede ser llevado a cabo correctamente sin generar una ondulación o una grieta en una porción deformada de un producto y sin que se produzca una recuperación elástica en el producto, mediante el doblado de la región de baja dureza de una pieza bruta. Por lo tanto, de acuerdo con el método para doblar una chapa metálica de la invención, puede fabricarse con

5 facilidad un producto que tiene una forma predeterminada. Más aún, en el método para doblar una chapa metálica de la invención, incluso trabajando con una chapa metálica de alta resistencia que posee una resistencia a la tracción igual o mayor a 980 MPa, por ejemplo, una porción deformada en el proceso de doblado se convierte en la región de baja dureza en el proceso de ajuste de dureza. Por lo tanto, la porción deformada puede doblarse sin generar una grieta en ella. Por consiguiente, el método de la invención resulta apropiado para fabricar componentes de un automóvil (por ejemplo, un elemento del lado frontal, un soporte lateral de ventanilla y un parachoques), para materiales de construcción, o para muebles, utilizando una chapa metálica de alta resistencia.

10 El método para doblar una chapa metálica de la presente invención incluye el proceso de ajuste de dureza para cambiar la dureza de una chapa metálica con el fin de formar una pieza bruta que posee una región de alta dureza y una región de baja dureza que tiene una dureza inferior a la dureza de la región de alta dureza. Por lo tanto, puede utilizarse una chapa metálica que posee diferentes durezas necesarias para fabricar un producto, por lo que una chapa metálica utilizable puede tener una amplia variedad de durezas en comparación con el caso en el que sólo se reblandece una parte de la chapa metálica.

15 En el método para doblar la chapa metálica de la presente invención, puesto que una pieza bruta previamente preparada se dobla y se deforma en el proceso de ajuste de dureza, no resulta necesario llevar a cabo de manera continua el proceso de ajuste de dureza y el proceso de doblado. Por lo tanto, la presente invención es ventajosa para una producción de bajo volumen, y también resulta ventajosa en términos de espacio, puesto que no resulta necesario disponer un dispositivo tal como un láser en la línea.

20 Más aún, en el producto de la presente invención, la dureza de la porción deformada que se deforma en el proceso de doblado es más baja que la de una porción que no se deforma, por lo que no se genera una grieta en la porción deformada cuando se aumenta de manera progresiva la aplicación de una carga de doblado al producto. Sin embargo, en un producto que posee la misma dureza en toda su extensión como una porción no deformada, puede generarse una grieta en la porción deformada cuando se aumenta de manera progresiva la aplicación de una carga de doblado, por lo que en muchos casos una tensión mecánica disminuye rápidamente cuando la carga de doblado sobrepasa un valor de carga máxima. Por otro lado, en la invención, no se genera una grieta en la porción deformada, y una tensión mecánica disminuye gradualmente cuando la carga de doblado sobrepasa un valor de carga máxima. Por consiguiente, en el producto de la invención, una cantidad total de energía absorbida de la carga de doblado es mayor que en el caso del producto que posee la misma dureza en toda su extensión que la porción no deformada, por lo que la energía de la carga de doblado se absorbe de manera efectiva en la invención.

35 En la invención:

La FIGURA 1 es una vista en perspectiva esquemática de una chapa metálica de acuerdo con una primera realización.

La FIGURA 2 es una vista posterior de un ejemplo de un producto fabricado a partir de la chapa metálica de la FIGURA 1 mediante un método de doblado de la primera realización.

40 La FIGURA 3 es una vista esquemática de un ejemplo de un dispositivo de matriz utilizado en el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de la primera realización para fabricar la chapa metálica de la FIGURA 1.

45 La FIGURA 4 es una vista esquemática de un ejemplo de un dispositivo de enfriamiento por agua utilizado en el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de la primera realización para fabricar la chapa metálica de la FIGURA 1.

La FIGURA 5A es una vista posterior de otro ejemplo de un producto fabricado mediante el método de doblado de la primera realización.

La FIGURA 5B es una vista lateral esquemática de una pieza bruta para fabricar el producto de la FIGURA 5A.

50 La FIGURA 6 es una vista esquemática de otro ejemplo de un dispositivo de matriz utilizado en el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de la primera realización.

La FIGURA 7 es una vista en sección transversal esquemática de una pieza bruta fabricada mediante el dispositivo de matriz de la FIGURA 6.

La FIGURA 8A es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

La FIGURA 8B es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

La FIGURA 8C es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

La FIGURA 8D es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

La FIGURA 9 es una vista posterior esquemática de un producto fabricado a partir de la pieza bruta de la FIGURA 7 mediante los procesos de las FIGURAS 8A a 8D.

60 La FIGURA 10A es una vista posterior esquemática de una pieza de ensayo para llevar a cabo un ensayo de doblado.

La FIGURA 10B es una vista esquemática para explicar un método de un ensayo de doblado.

La FIGURA 11 es una vista en perspectiva esquemática de una chapa metálica de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

65 La FIGURA 12 es una vista posterior de un ejemplo de un producto fabricado a partir de la chapa metálica de

la FIGURA 11 mediante un método de doblado de la segunda realización.

La FIGURA 13 es una vista esquemática de un ejemplo de un dispositivo de matriz utilizado en el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de la segunda realización para fabricar la chapa metálica de la FIGURA 11.

5 La FIGURA 14 es una vista esquemática de un ejemplo de un dispositivo de enfriamiento por agua utilizado en el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de la segunda realización para fabricar la chapa metálica de la FIGURA 11.

La FIGURA 15 es una vista esquemática de un ejemplo de una máquina de chorro utilizada en el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de la segunda realización para fabricar la chapa metálica de la FIGURA 11.

10 La FIGURA 16A es una vista posterior de otro ejemplo de un producto fabricado mediante el método de doblado de la segunda realización.

La FIGURA 16B es una vista lateral esquemática de una pieza bruta para fabricar el producto de la FIGURA 16A.

15 La FIGURA 17A es una vista lateral de un ejemplo de una chapa metálica en la que una totalidad de la misma corresponde a una región objetivo que va a ser procesada.

La FIGURA 17B es una vista esquemática para explicar el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de acuerdo con la segunda realización de la invención, en donde la chapa metálica de la FIGURA 17A se fabrica utilizando un dispositivo de matriz.

20 La FIGURA 17C es una vista esquemática para explicar el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de acuerdo con la segunda realización de la invención, en donde la chapa metálica de la FIGURA 17A se fabrica utilizando un dispositivo de enfriamiento por agua.

La FIGURA 17D es una vista esquemática para explicar el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de acuerdo con la segunda realización de la invención, en donde la chapa metálica de la FIGURA 17A se fabrica utilizando un dispositivo láser.

25 La FIGURA 18A es una vista esquemática de otro ejemplo de un dispositivo de matriz utilizado en el proceso de ajuste de dureza del método de doblado de la segunda realización de la invención.

La FIGURA 18B es una vista en sección transversal esquemática de una pieza bruta fabricada mediante el dispositivo de matriz de la FIGURA 18A.

30 La FIGURA 19A es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

La FIGURA 19B es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

La FIGURA 19C es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

La FIGURA 19D es un gráfico de proceso esquemático para explicar un ejemplo de proceso de doblado.

35 La FIGURA 20 es una vista posterior esquemática de un producto fabricado a partir de la pieza bruta de la FIGURA 7 mediante los procesos de las FIGURAS 19A a 19D.

La FIGURA 21A es una vista posterior esquemática de una pieza de ensayo para llevar a cabo un ensayo de doblado.

La FIGURA 21B es una vista esquemática para explicar un método de un ensayo de doblado.

40 La FIGURA 22A es una vista para explicar la tensión aplicada a una porción deformada que se deforma mediante el proceso de formación de una chapa metálica, y muestra una sección transversal esquemática de la porción deformada en donde la dureza de una región interior de la porción deformada es inferior a la dureza de una región exterior de la porción deformada.

45 La FIGURA 22B es una vista para explicar la tensión aplicada a una porción deformada que se deforma mediante el proceso de formación de una chapa metálica, y muestra una sección transversal esquemática de la porción deformada en donde la dureza de la porción deformada es constante en la dirección del grosor de la misma.

50 La FIGURA 23A es una vista para explicar la tensión aplicada a una porción deformada que se deforma mediante el proceso de formación de una chapa metálica, y muestra una sección transversal esquemática de la porción deformada de la chapa A metálica de la FIGURA 22A en donde la dureza de la porción deformada es uniforme en la dirección del grosor de la misma.

La FIGURA 23B es una vista para explicar una forma de una porción deformada que se deforma mediante el proceso de formación de una chapa metálica, y muestra una sección transversal esquemática de la porción deformada de la chapa B metálica de la FIGURA 22B.

55 A continuación, se explicará una primera realización haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La primera realización no entra dentro del alcance de la invención, pero, sin embargo, se explica para comprender mejor la invención.

60 Una pieza 10 bruta, tal como se ejemplifica en la FIGURA 1, incluye una región de baja dureza o más de una (dos en el ejemplo de la FIGURA 1) y una pluralidad de regiones 14 de alta dureza (tres en el ejemplo de la FIGURA 1), de manera que las regiones están formadas mediante un proceso de ajuste de dureza tal como se describirá más adelante a partir de una chapa metálica de hierro, aleación de hierro, aluminio o aleación de aluminio. Aunque la pieza 10 bruta es un material de chapa rectangular en la FIGURA 1, la forma y las dimensiones de la pieza 10 bruta pueden estar determinadas de manera variable dependiendo del uso pretendido, etc., de un producto 20. Además,

65

aunque las regiones 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta se extienden paralelas a una dirección longitudinal, las regiones 12 de baja dureza pueden extenderse de manera no paralela dependiendo de la forma y del uso pretendido del producto 20. La pieza 10 bruta puede ser una banda continua retirada de un suministro con forma de bobina, por ejemplo, cuando se utiliza un método de perfilado por rodillos.

La pieza 10 bruta se dobla a lo largo de las regiones 12 de baja dureza, mediante perfilado por rodillos o estampación utilizando una plegadora, y da lugar a un producto 20 con forma de canal que posee una sección transversal en forma de C o forma de copa, tal como se muestra en la FIGURA 2. En la FIGURA 2, el producto 20 es un elemento con forma de canal que posee una sección transversal generalmente con forma de C, y que incluye una pared 22 inferior, y paredes 24 laterales opuestas que se extiende en dirección vertical desde ambos bordes laterales de la pared 22 inferior. El producto 20 posee dos porciones deformadas o porciones 26 de borde, que se forman a partir de las regiones 12 de baja dureza y se extienden en la dirección longitudinal. Cada porción deformada o porción 26 de borde posee un radio "R" de doblado.

Una anchura "B" de la región 12 de baja dureza puede determinarse dependiendo del radio R de doblado de la porción 26 deformada del producto 20. Por ejemplo, tal como se muestra en la FIGURA 2, cuando la porción 26 deformada del producto 20 tiene una forma de banda que está deformada de tal manera que posee un radio R de doblado constante, es preferible que la anchura B de la región 12 de baja dureza tenga un valor comprendido en el intervalo entre $0,5 \square R$ y $1,5 \square R$, tal como se muestra en las FIGURAS 1 y 2. Gracias a que la región 12 de baja dureza posee una anchura B dentro de este rango, el producto 20 puede tener suficiente resistencia y la manejabilidad de la pieza 10 bruta mejora de manera efectiva en el proceso de doblado.

Con el fin de que la pieza 10 bruta mejore su manejabilidad a la vez que mantiene una resistencia suficiente, es preferible que la dureza de la región 12 de baja dureza esté comprendida en el intervalo entre el 30% y el 70% de la dureza de la región 14 de alta dureza. Cuando la dureza de la región 12 de baja dureza es demasiado baja, la resistencia del producto 20 es insuficiente incluso aunque se incremente la dureza de la región 14 de alta dureza. Por otro lado, cuando la dureza de la región 12 de baja dureza es demasiado elevada, la manejabilidad en el proceso de doblado es insuficiente cuando la dureza de la región 14 de alta dureza es elevada.

En la realización preferida, en el proceso de ajuste de dureza, la pieza 10 bruta se forma mediante (1) un cambio en la dureza de la totalidad de la chapa metálica; o bien (2) un cambio en la dureza de una región de parte de la chapa metálica con el fin de formar una región 12 de baja dureza o más de una en la chapa metálica.

Un método para formar la pieza 10 bruta mediante el cambio de la dureza de la totalidad de la chapa metálica, por ejemplo, incluye un proceso de calentamiento que calienta en su totalidad la chapa metálica por medio de un horno de calentamiento (no mostrado) o bien otro dispositivo de calentamiento; y un proceso de endurecimiento para enfriar solamente una región que se convertirá en la región 14 de alta dureza de la chapa metálica calentada. El proceso de endurecimiento puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante el enfriamiento de solamente la región que se va a convertir en la región 14 de alta dureza utilizando una matriz.

La FIGURA 3 muestra un dispositivo 30 de matriz como ejemplo de un dispositivo de enfriamiento para llevar a cabo el proceso de endurecimiento. El dispositivo 30 de matriz incluye un lecho 32 fijado a un suelo de una fábrica, etc.; una matriz 34 inferior fijada a una superficie superior del lecho 32; y una matriz 36 superior configurada para ser desplazada en la dirección vertical acercándose o alejándose de la matriz 34 inferior por medio de un pistón o una unidad 38 de accionamiento apropiada. La chapa 11 metálica se sitúa entre la matriz 34 inferior y la matriz 36 superior. En superficies 34a y 36a operativas opuestas de las matrices 34 y 36 inferior y superior, están formadas porciones 34b y 36b de surco, respectivamente, en posiciones que corresponden a las regiones 12 de baja dureza de la chapa 11 metálica después del proceso de endurecimiento.

En primer lugar, la chapa 11 metálica es transferida desde el horno de calentamiento o el dispositivo de calentamiento hasta el dispositivo 30 de matriz, después de ser calentada en el proceso de calentamiento, y es colocada entre las matrices 34 y 36 inferior y superior. A continuación, la matriz 36 superior se desplaza hacia la matriz 34 inferior por medio de la unidad 38 de accionamiento de tal manera que las superficies 34a y 36a operativas de las matrices 34 y 36 inferior y superior entran en contacto con la chapa 11 metálica. En la chapa 11 metálica, solamente una porción, que está en contacto con las superficies 34a y 36a operativas de las matrices 34 y 36 inferior y superior, es rápidamente enfriada y endurecida. A este respecto, una porción de la chapa 11 metálica, que está enfrentada a las porciones 34b y 36b de surco de las matrices 34 y 36 inferior y superior, no es rápidamente enfriada mediante las matrices 34 y 36 inferior y superior. Como resultado de ello, la porción de chapa 11 metálica, que está enfrentada a las porciones 34b y 36b de surco de las matrices 34 y 36 inferior y superior, es enfriada gradualmente y se convierte en la región 12 de baja dureza. Por otro lado, la porción que está en contacto con las superficies 34a y 36a operativas de las matrices 34 y 36 inferior y superior, es rápidamente enfriada y se convierte en la región 14 de alta dureza, mediante lo cual se forma la pieza 10 bruta.

De manera alternativa, el proceso de endurecimiento puede ser un proceso para enfriar por agua de manera selectiva solamente una región que va a ser la región 14 de alta dureza de la chapa metálica, por ejemplo, tal como

se muestra en la FIGURA 4. La FIGURA 4 muestra un dispositivo 40 de enfriamiento por agua como ejemplo del dispositivo de enfriamiento para llevar a cabo el proceso de endurecimiento. El dispositivo 40 de enfriamiento por agua incluye una pluralidad de primeras toberas 42 (o inferiores) que están situadas de tal manera que quedan enfrentadas a un lado de la chapa metálica (o a una superficie inferior de la chapa 11 metálica en la FIGURA 4); una pluralidad de segundas toberas 44 (o superiores) que están situadas de tal manera que quedan enfrentadas al lado opuesto de la chapa metálica (o a una superficie superior de la chapa 11 metálica en la FIGURA 4), de manera que puede suministrarse agua CW de refrigeración a los lados de la chapa 11 metálica. Las toberas 42 inferiores y las toberas 44 superiores están situadas de tal manera que quedan enfrentadas a una porción de la chapa 11 metálica que se convertirá en la región 14 de alta dureza después del proceso de endurecimiento. Con el fin de evitar que una porción de la chapa 11 metálica, que se convertirá en la región 12 de baja dureza después del proceso de endurecimiento, se moje con agua CW de refrigeración, el dispositivo 40 de enfriamiento por agua puede tener elementos 46 y 48 de enmascaramiento inferior y superior, que están situadas de manera que cubren la porción de la chapa 11 metálica que se convertirá en la región 12 de baja dureza después del proceso de endurecimiento. Los elementos 46 y 48 de enmascaramiento inferior y superior pueden disponer de una unidad de accionamiento tal como un cilindro hidráulico (no mostrado) para desplazar los elementos de enmascaramiento acercándolos o alejándolos de la chapa 11 metálica. Más aún, los elementos 46 y 48 de enmascaramiento inferior y superior pueden funcionar como un cepo para posicionar y sujetar correctamente la chapa 11 metálica en relación a las toberas 42 y 44 inferior y superior. De manera alternativa, el dispositivo 40 de enfriamiento puede tener otro cepo para posicionar y sujetar correctamente la chapa 11 metálica en relación a las toberas 42 y 44 inferior y superior.

En primer lugar, la chapa 11 metálica es transferida desde el horno de calentamiento o el dispositivo de calentamiento hasta el dispositivo 40 de enfriamiento por agua, después de ser calentada en el proceso de calentamiento, y es colocada entre las toberas 42 y 44 inferior y superior. A este respecto, los elementos 46 y 48 de enmascaramiento inferior y superior pueden utilizarse como el cepo para posicionar y sujetar correctamente la chapa 11 metálica en relación a las toberas 42 y 44 inferior y superior. De manera alternativa, tal como se describió anteriormente, puede utilizarse otro cepo (no mostrado) para posicionar y sujetar correctamente la chapa 11 metálica en relación a las toberas 42 y 44 inferior y superior. A continuación, se suministra agua CW de refrigeración desde las toberas 42 y 44 inferior y superior a una porción de la chapa 11 metálica, que se convertirá en la región 14 de alta dureza después del proceso de endurecimiento, de tal manera que esta porción es rápidamente enfriada y endurecida. A este respecto, mediante el uso de los elementos 46 y 48 de enmascaramiento inferior y superior, se evita que una porción de la chapa 11 metálica, que se convertirá en la región 12 de baja dureza después del proceso de endurecimiento, se moje con agua CW de refrigeración y sea rápidamente enfriada. Como resultado de ello, la porción de chapa 11 metálica, que está enfrentada a los elementos 46 y 48 de enmascaramiento inferior y superior, es gradualmente enfriada y se convierte en la región 12 de baja dureza, y la otra porción es rápidamente enfriada y se convierte en la región 14 de alta dureza, mediante lo cual se forma la pieza 10 bruta.

Un método para formar la pieza 10 bruta mediante el cambio de la dureza de una región de parte de la chapa metálica, por ejemplo, incluye un proceso de soldadura para posicionar otra chapa metálica, que tiene una dureza diferente a la dureza de la chapa metálica, en una región que se convertirá en la región 14 de alta dureza o en la región 12 de baja dureza, y soldar las chapas metálicas entre sí. Gracias a este método, se obtiene la pieza 10 bruta, en la que una región de entre la región 14 de alta dureza y la región 12 de baja dureza se forma con el mismo material que la chapa metálica, y la otra región es una pieza bruta individualizada formada por otra chapa metálica que posee la dureza diferente.

El proceso de ajuste de dureza puede incluir un proceso para calentar una región que se convertirá en la región 12 de baja dureza utilizando un láser, por ejemplo. Gracias a esto, se obtiene la pieza 10 bruta, en la que la dureza de la región 12 de baja dureza de la pieza bruta es inferior a la de la chapa metálica.

A continuación, mediante el doblado o la deformación de la zona 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta, se forma un producto 20 tal como se muestra en la FIGURA 2 (proceso de doblado). Por ejemplo, el proceso de doblado puede llevarse a cabo mediante estampación utilizando una plegadora. Por ejemplo, la plegadora incluye una matriz inferior (un troquel) que posee un surco con forma de V que corresponde con una forma externa de la porción 26 deformada del producto 20 de la FIGURA 2; y una matriz superior (o un punzón) que posee una forma frontal que corresponde con el surco de la matriz inferior. La plegadora está configurada para posicionar la región 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta entre las matrices inferior y superior, para mover la matriz superior hacia la matriz inferior, y para presionar la región 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta contra la matriz inferior con el fin de deformar la pieza 10 bruta. Mediante el uso de la plegadora, puede fabricarse con facilidad el producto 20 con forma de columna que posee una sección transversal con forma de C tal como se muestra en la FIGURA 2 a partir de la pieza 10 bruta.

Un método para deformar la región 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta con el fin de fabricar el producto 20 no está limitado a la estampación utilizando la plegadora, y pueden seleccionarse diversos métodos dependiendo de la forma del producto 20 y del material de la pieza 10 bruta, etc. Por ejemplo, la región 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta puede deformarse mediante un método de perfilado por rodillos.

La porción 26 deformada del producto 20 se obtiene mediante el doblado de la región 12 de baja dureza. A este

respecto, la resistencia de la porción 26 deformada se incrementa debido al endurecimiento por deformación asociado al proceso de doblado. Por ejemplo, cuando la dureza de la región 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta utilizada tiene un valor comprendido en el intervalo entre el 30% y el 70% de la dureza de la región 14 de alta dureza de la pieza 10 bruta, la dureza de la porción 26 deformada del producto 20 puede estar comprendida en el intervalo entre el 40% y el 80% de la dureza de la región 14 de alta dureza (es decir, una porción diferente de la porción 26 deformada).

Esta realización incluye el proceso de ajuste de dureza para cambiar la dureza de la chapa 11 metálica con el fin de formar la pieza 10 bruta que incluye la región 14 de alta dureza y la región 12 de baja dureza; y el proceso de doblado para doblar la región 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta con el fin de fabricar el producto 20. Puesto que la región 12 de baja dureza se deforma en el proceso de doblado, se evita la generación de una ondulación o una grieta en la porción 26 deformada (o en la región 12 de baja dureza) del producto 20, y se evita la ocurrencia de una recuperación elástica en el producto 20.

Es preferible utilizar una chapa de acero de alta resistencia que tenga una resistencia a la tracción igual o superior a 980 MPa (correspondiente a una dureza Vickers de Hv 310) como chapa metálica. Esto es así debido a que una chapa de acero tal resulta económica y las regiones predeterminadas de baja y alta dureza pueden formarse de manera sencilla e industrial.

La razón por la que la resistencia a la tracción debe ser igual o superior a 980 MPa radica en que una chapa de acero de baja resistencia que posea una resistencia a la tracción inferior a 980 MPa puede procesarse sin utilizar la presente invención, y, por lo tanto, la presente invención presentaría pocas ventajas. De hecho, un límite superior de la resistencia a la tracción corresponde a una resistencia máxima de una chapa de acero capaz de ser producida de manera industrial, y, por lo tanto, el límite superior no se especifica en particular. Por ejemplo, la presente invención puede aplicarse a una chapa de acero que posea una resistencia a la tracción de 1.700 MPa.

En la realización descrita anteriormente, el producto 20, tal como se muestra en la FIGURA 2, es un elemento con forma de canal que posee la sección transversal genéricamente con forma de C, y que incluye una pared 22 inferior, y paredes 24 laterales opuestas que se extienden en dirección vertical desde ambos bordes laterales de la pared 22 inferior. Sin embargo, el producto de la invención no está limitado a la forma mostrada en la FIGURA 2, y puede tener cualquier forma siempre que la forma esté formada mediante el método de doblado de la invención. En particular, el número y la forma de la porción 26 deformada del producto 20 no están limitadas al ejemplo de la FIGURA 2. Por ejemplo, el producto puede tener una forma de un producto 50 tal como se muestra en la FIGURA 5A.

El producto 50, tal como se muestra en la FIGURA 5A, incluye una pareja de porciones 52 de columna rectangulares conectadas a una pared inferior o porción 54 de conexión, en la que una porción 50a de surco que se extiende en la dirección longitudinal está formada entre las porciones 52 de columna. Al igual que en la pieza 10 bruta mostrada en la FIGURA 1, una pieza 10' bruta para fabricar un producto 50 incluye una región 12' de baja dureza o más de una (ocho en el ejemplo de la FIGURA 5B) y una pluralidad de regiones 14' de alta dureza (nueve en el ejemplo de la FIGURA 5B), estando formadas las regiones mediante un proceso de ajuste de dureza tal como se describió anteriormente a partir de una chapa metálica de hierro, aleación de hierro, aluminio o aleación de aluminio. Aunque la pieza 10' bruta de la FIGURA 5B es un material de chapa rectangular de manera similar a la pieza 10 bruta de la FIGURA 1, la forma y las dimensiones de la pieza 10' bruta pueden determinarse de manera variada dependiendo del uso pretendido, etc., de un producto 50.

De manera similar al producto 20 de la FIGURA 1, el producto 50 de la FIGURA 5A puede fabricarse mediante un cambio en la dureza de la chapa metálica con el fin de formar una pieza 10' bruta que incluye una región 14' de alta dureza y una región 12' de baja dureza (el proceso de ajuste de dureza); y mediante el doblado de la región 12' de baja dureza de la pieza 10' bruta (el proceso de doblado). Adicionalmente, tal como se muestra en la FIGURA 5A, se forman ocho porciones 56 deformadas, que tienen cada una de ellas un radio de doblado predeterminado, en el producto 50. La región 12' de baja dureza de la pieza 10' bruta tiene la forma de ocho bandas que se extienden en la dirección longitudinal de la pieza 10' bruta (o en la dirección perpendicular al papel en la FIGURA 5B) de tal manera que una región que será deformada está constituida por las porciones 56 del producto 50 incluidas en la región 12' de baja resistencia.

(Ejemplo de Referencia)

De ahora en adelante, se explicarán ejemplos haciendo referencia a las FIGURAS 6 a 10B.

Mediante el método tal como se ha descrito anteriormente, se fabricó un producto 60 tal como se muestra en la FIGURA 9. En la FIGURA 9, la unidad de longitud correspondiente a los números mostrados es milímetros (mm). El producto 60 de la FIGURA 9 es un elemento con forma de canal, que incluye una pared 64 inferior; paredes 64 laterales opuestas que se extienden en dirección vertical desde ambos bordes laterales de la pared 62 inferior; y una pareja de porciones 66 de aleta que se extienden hacia adentro desde las paredes 64 laterales en dirección paralela a la pared 62 inferior, de manera que se forma una abertura 60a entre las porciones 66 de aleta. Tal como se

ES 2 692 895 T3

muestra en la FIGURA 9, el producto 60 posee cuatro porciones 68a a 68d deformadas, y un radio "R2" de doblado de cada porción deformada es de 2 mm.

5 Con el fin de fabricar el producto 60 tal como se muestra en la FIGURA 9, se prepararon chapas SM1 y SM2 metálicas rectangulares de manera que cada una de ellas tenía una anchura de 220 mm, una longitud de 1.200 mm, y un grosor de 1,2 mm. Las chapas SM1 y SM2 metálicas son placas de acero de alta resistencia que tienen composiciones como las indicadas en la Tabla 1. A continuación, después de que las chapas SM1 y SM2 metálicas fueran calentadas por medio de un horno de calentamiento a 900 grados centígrados (el proceso de calentamiento), una porción que se convertiría en una región 84 de alta dureza de una pieza 80 bruta (figura 7) fue enfriada
10 utilizando un dispositivo 70 de matriz que poseía una matriz 72 inferior y una matriz 74 superior (mostradas esquemáticamente en la FIGURA 6) (el proceso de endurecimiento), por lo cual se formó la pieza 80 bruta. En las FIGURAS 6 y 7, la unidad de longitud correspondiente a los números mostrados es milímetros (mm). Tal como se muestra en la FIGURA 7, la anchura B de una región 82 de baja dureza de la pieza 80 bruta es de 7 mm, y por lo tanto la anchura de cada uno de los surcos 76 y 78 de las matrices 72 y 74 inferior y superior del dispositivo 70 de matriz también es de 7 mm.
15

Tabla 1

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	B	Ti	Ac3 (°C)
SM1	0,16	0,25	0,73	0,020	0,003	1,05	0,025	0,002	0,020	857
SM2	0,22	0,22	1,29	0,020	0,003	0,21	0,040	0,002	0,024	827

20 En relación al ejemplo 1 de Referencia (chapa SM1 metálica) y el ejemplo 2 de Referencia (chapa SM2 metálica) obtenidos tal como se describió anteriormente, se midieron una dureza promedio (Hvh) de la región 84 de alta dureza y una dureza promedio (Hvl) de la región 82 de baja dureza, y se calculó un ratio (Hvl/Hvh x 100%) de la dureza de la región de baja dureza en relación a la dureza de la región de alta dureza. El resultado se indica en la Tabla 2.
25

Tabla 2

	Chapa metálica	Dureza promedio (Hv)		Ratio de dureza (%)
		Región de alta dureza	Región de baja dureza	
Ejemplo 1 de Ref.	SM1	412	276	67
Ejemplo 2 de Ref.	SM2	501	336	67
Ejemplo 1 Comp.	SM1	411	-	-
Ejemplo 2 Comp.	SM2	503	-	-

30 Se prepararon las chapas SM1 y SM2 metálicas similares a los ejemplos 1 y 2 de Referencia, y se calentaron por medio de un horno de calentamiento a 900 grados centígrados (el proceso de calentamiento). Después de ello, utilizando una matriz (no mostrada), la totalidad de las chapas metálicas fueron enfriadas bajo las mismas condiciones de enfriamiento que la región 84 de alta dureza de la pieza 80 bruta en los ejemplos 1 y 2 de Referencia (el proceso de endurecimiento). Como resultado de ello, se obtuvieron las piezas brutas de los ejemplos 1 y 2 comparativos (chapas SM1 y SM2 metálicas), de manera que la totalidad de las piezas brutas estaban constituidas por la región de alta dureza sin incluir la región de baja dureza. La Tabla 2 indica la dureza promedio (Hvh) de los ejemplos 1 y 2 comparativos.
35

La resistencia a la tracción de las piezas brutas de (las chapas SM1 y SM2 metálicas) de los ejemplos 1 y 2 comparativos en la Tabla 2 fueron 1.360 MPa y 1.690 MPa, respectivamente. A partir de ello, puede estimarse que la resistencia a la tracción de las regiones de alta dureza de las piezas brutas (chapas SM1 y SM2 metálicas) de los ejemplos 1 y 2 de Referencia, que poseen la misma composición química y la misma dureza promedio que los ejemplos 1 y 2 comparativos, fueron generalmente iguales a 1.360 MPa y 1.690 MPa, respectivamente.
40

Tal como se indica en la Tabla 2, la pieza 80 bruta de los ejemplos 1 y 2 de Referencia incluye una región 84 de alta dureza que posee la misma dureza promedio (Hvh) que la pieza bruta de los ejemplos 1 y 2 comparativos, y una región 82 de baja dureza que posee una dureza promedio (Hvl) inferior a la de la región 84 de alta dureza.
45

Tal como se indica en la Tabla 2, el ratio de dureza (Hvl/Hvh x 100%) fue del 67% en ambos ejemplos 1 y 2 de Referencia. Además, como un resultado de la medida, la resistencia a la tracción de la pieza bruta del ejemplo 1 comparativo fue igual o superior a 1.200 MPa, y la resistencia a la tracción de la pieza bruta del ejemplo 2 comparativo fue igual o superior a 1.500 MPa.
50

Después de ello, tal como se muestra en las FIGURAS 8A a 8D, mediante el doblado de cada región 82 de baja dureza de las piezas brutas de los ejemplos 1 y 2 de Referencia por medio de una plegadora, se formaron cuatro porciones 68a, 68b, 68c, y 68d de manera secuencial en el producto 60 con forma de canal, por lo que se obtuvieron los productos P1 y P3 (el proceso de doblado).
55

- 5 En las FIGURAS 8A a 8D, la plegadora 90 incluye una matriz 92 inferior (o troquel) que posee un surco 92a con forma de V que corresponde a una forma externa de cada porción 68a, 68b, 68c y 68d deformada del producto 60; y una matriz 94 superior (o punzón) que posee una forma frontal que corresponde al surco 92a de la matriz 92 inferior. Se seleccionó una región de baja dureza de entre las cuatro regiones 82 de baja dureza de la pieza 80 bruta, y la región seleccionada fue posicionada entre la matriz 92 inferior y la matriz 94 superior. A continuación, la matriz 94 superior fue desplazada hacia abajo hacia la matriz 92 inferior con el fin de presionar y doblar la región 82 de baja dureza mediante las matrices 92 y 94 inferior y superior. Tales operaciones se llevaron a cabo de manera secuencial con otras regiones 82 de baja dureza.
- 10 Mediante un proceso de doblado en el que las regiones 82 de baja dureza de la pieza 80 bruta de los ejemplos 1 y 2 de Referencia fueron dobladas por medio de una máquina de perfilado por rodillos de 21 etapas, se formaron de manera secuencial las porciones 68a, 68b, 68c y 68d deformadas (figura 9) del producto 60 con forma de canal, por lo que se obtuvieron los productos P2 y P4 (el proceso de doblado).
- 15 Mediante un proceso de doblado en el que las piezas brutas de los ejemplos 1 y 2 comparativos fueron dobladas por medio de una plegadora de manera similar a los procesos llevados a cabo para los productos P1 y P3, se fabricaron los productos P5 y P7. Más aún, utilizando la máquina de perfilado por rodillos de 21 etapas tal como se describió anteriormente, se fabricaron los productos P6 y P8 a partir de las piezas brutas de los ejemplos 1 y 2 comparativos.
- 20 En relación a los productos P1 a P8 obtenidos como resultado de estos procesos, se llevó a cabo un ensayo de doblado, y un resultado del mismo se indica en la Tabla 3.

Tabla 3

Producto fabricado Núm.	Pieza bruta	Chapa metálica	Resultado de la formación		Resultado del ensayo de doblado		
			Método de formado	Grieta de borde	Carga pico P (kN)	Grieta de borde	Energía de absorción E (J)
P1	Ejemplo 1 de Ref.	SM1	Plegadora	Sin grieta	31,5	Sin grieta	1.205
P2			Perfilado por rodillos	Sin grieta	31,7	Sin grieta	1.218
P3	Ejemplo 2 de Ref.	SM2	Plegadora	Sin grieta	37,9	Sin grieta	1.480
P4			Perfilado por rodillos	Sin grieta	38,2	Sin grieta	1.485
P5	Ejemplo 1 Comp.	SM1	Plegadora	Sin grieta	32,2	Grieta	806
P6			Perfilado por rodillos	Sin grieta	32,3	Grieta	817
P7	Ejemplo 2 Comp.	SM2	Plegadora	Sin grieta	39,0	Grieta	859
P8			Perfilado por rodillos	Grieta	-	-	-

25 Una pieza 100 de ensayo tal como se muestra en la FIGURA 10A está constituida por un elemento hueco que incluye el producto 60 y una placa 102 de acero unida a una abertura 60a del producto 60 mediante soldadura por arco. El ensayo de doblado se llevó a cabo utilizando los productos P1 a P8 como producto 60. Como placa 102 de acero, se preparó una chapa metálica del mismo material que la chapa metálica que se utilizó para fabricar los productos P1 a P7, con una anchura de 60 mm, una longitud de 1.200 mm, y un grosor de 1,2 mm. El proceso de calentamiento y el proceso de endurecimiento descritos anteriormente se llevaron a cabo con la chapa metálica de tal manera que la chapa metálica tenía una dureza equivalente a la dureza de la región 84 de alta dureza.

30 A continuación, la pieza 100 de ensayo tubular obtenida de la manera descrita se posicionó de tal manera que la placa 102 de acero estaba dirigida hacia abajo, tal como se muestra en la FIGURA 10B, y fue posicionada con el fin de formar una vigueta de pieza 100 de ensayo que tenía una envergadura de 1.000 mm entre dos puntos 53, 53 de fulcro, de manera que cada punto de fulcro estaba dotado de un extremo frontal que tenía una forma hemiesférica con un radio de 12,5 mm. A continuación, se llevó a cabo un ensayo de doblado de tres puntos posicionando una horma 54 con forma hemiesférica con un radio de 150 mm en el centro de la vigueta, y se determinaron la carga pico (o carga máxima) de la carga de doblado y la energía de absorción para una deflexión de doblado de 50 mm.

35 Adicionalmente, en relación a los productos P1 a P8, se comprobó visualmente la existencia de una grieta (o una grieta de borde) en las porciones 68a, 68b, 68c y 68d deformadas en el proceso de doblado y en el ensayo de doblado. El resultado se indica en la Tabla 3.

45

Tal como se indica en la Tabla 3, en los productos P1 a P4 utilizando la pieza 80 bruta de los ejemplos 1 y 2 de Referencia, no se produjo ninguna grieta de borde ni en el proceso de doblado ni en el ensayo de doblado.

5 La carga pico de los productos P1 a P3 fue ligeramente inferior a la de los respectivos productos P5 a P7 fabricados utilizando la chapa metálica que tenía la misma composición mediante el mismo método. Por otro lado, la energía de absorción de los productos P1 a P3 fue significativamente mayor que la de los productos P5 a P7 respectivos.

10 En los productos P5 a P7 utilizando la pieza bruta de los ejemplos 1 y 2 comparativos, aunque no se produjo ninguna grieta de borde en el proceso de doblado, la grieta de borde sí se produjo durante el ensayo de doblado.

Más aún, en el producto P8 utilizando la pieza bruta del ejemplo 2 comparativo con una resistencia a la tracción igual o superior a 1.500 MPa, la grieta de borde se produjo en el proceso de doblado, y no pudo llevarse a cabo el ensayo de doblado.

15 Adicionalmente, con el fin de fabricar el producto 60 tal como se muestra en la FIGURA 9, se preparó una chapa metálica con una forma rectangular en una vista en planta, una anchura de 220 mm, una longitud de 1.200 mm, y un grosor de 1,2 mm. La chapa metálica tenía un límite de elasticidad de 742 MPa, una resistencia a la tracción (TS, *Tensile Strength*) de MPa, y una elongación (EL) del 2,7%.

20 A continuación, mediante el calentamiento de una región de la chapa metálica que se convertiría en la región 82 de baja dureza por medio de un láser, la dureza de la chapa metálica fue cambiada de manera que la pieza 80 bruta del ejemplo 3 de Referencia poseyera una región 84 de alta dureza y una región 82 de baja dureza con una dureza inferior a la región 84 de alta dureza tal como se muestra en la FIGURA 7 (el proceso de ajuste de dureza).

25 La soldadura por láser se llevó a cabo utilizando un láser YAG de 5 kW. Puesto que se calentó una región que tenía una anchura de aproximadamente 2 mm con una velocidad de soldadura de 15 m/min utilizando el láser YAG de 5 kW, se formó una región 82 de baja dureza de entre 7 mm y 8 mm mediante la irradiación con un láser en cuatro filas con un paso de 2 mm.

30 La dureza promedio (Hv) de la pieza bruta del ejemplo 3 de Referencia obtenido del modo descrito fue medida, de manera similar a la dureza promedio de la pieza 80 bruta del ejemplo 1 de Referencia, y un resultado de la misma se indica en la Tabla 4.

Tabla 4

35

	Dureza promedio (Hv)		Ratio de dureza (%)
	Región de alta dureza	Región de baja dureza	
Ejemplo 3 de Ref.	295	145	49
Ejemplo 3 Comp.	297	-	-

Mediante el uso de la pieza bruta del ejemplo 3 de Referencia, se fabricó un elemento con forma de canal o producto P9 con la misma forma que el producto 60 de la FIGURA 9, por medio de una plegadora, en un proceso similar al proceso para fabricar el producto P1.

40

Mediante el uso de la pieza bruta del ejemplo 3 de Referencia, se fabricó un elemento con forma de canal o producto P10 con la misma forma que el producto 60 de la FIGURA 9, por medio de una plegadora, en un proceso similar al proceso para fabricar el producto P2.

45 Más aún, se hace referencia a la chapa metálica igual a la chapa metálica utilizada para formar la pieza bruta del ejemplo 3 de Referencia como una pieza bruta del ejemplo 3 comparativo, y se midió la dureza promedio (Hv) de la pieza bruta del ejemplo 3 comparativo, de manera similar a la dureza promedio de la pieza bruta del ejemplo 3 de Referencia, y un resultado de la misma se indica en la Tabla 4.

50 Mediante el uso de la pieza bruta del ejemplo 3 comparativo, se fabricó un elemento con forma de canal o producto P11 con la misma forma del producto 60 de la FIGURA 9, por medio de una plegadora, en un proceso similar al proceso para fabricar el producto P1.

55 Mediante el uso de la pieza bruta del ejemplo 3 comparativo, se fabricó un elemento con forma de canal o producto P12 con la misma forma del producto 60 de la FIGURA 9, por medio de una plegadora, en un proceso similar al proceso para fabricar el producto P2.

60 En relación a los productos P9 a P12 obtenidos del modo descrito, se llevó a cabo un ensayo de doblado, y un resultado del mismo se indica en la Tabla 5. Adicionalmente, en relación a los productos P9 a P12, se comprobó visualmente la existencia de una grieta (o de una grieta de borde) en las porciones deformadas en el proceso de doblado y en el ensayo de doblado de manera similar al producto P1. El resultado se indica en la Tabla 3.

Tabla 5

Producto fabricado Núm.	Pieza bruta	Resultado de la formación		Resultado del ensayo de doblado		
		Método de formado	Grieta de borde	Carga pico P (kN)	Grieta de borde	Energía de absorción E (J)
P9	Ejemplo 3 de Ref.	Plegadora	Sin grieta	19,1	Sin grieta	755
P10		Perfilado por rodillos	Sin grieta	19,3	Sin grieta	762
P11	Ejemplo 3 Comp.	Plegadora	Sin grieta	19,9	Grieta	401
P12		Perfilado por rodillos	Grieta	-	-	-

5 Tal como se indica en la Tabla 5, en los productos P9 y P10 utilizando la pieza bruta del ejemplo 3 de Referencia, no se produjo ninguna grieta de borde ni en el proceso de doblado ni en el ensayo de doblado. La carga pico para el producto P9 fue ligeramente inferior a la del producto P11 fabricado utilizando la chapa metálica que tenía la misma composición con el mismo método. Por otro lado, la energía de absorción del producto P9 fue significativamente más alta que la del producto P11.

10 Por otro lado, la energía de absorción del producto P10 fue igual o superior a 700 J, valor significativamente mayor que el del producto P11 fabricado utilizando la chapa metálica que tenía la misma composición.

15 En el producto P11 fabricado a partir de la pieza bruta del ejemplo 3 comparativo por medio de la plegadora, aunque no se produjo ninguna grieta de borde en el proceso de doblado, sí se produjo una grieta de borde en el ensayo de doblado. Además, en el producto P12 fabricado a partir de la pieza bruta del ejemplo 3 comparativo con el método de perfilado por rodillos, la grieta de borde se produjo en el proceso de doblado, y no pudo llevarse a cabo el ensayo de doblado.

20 A continuación, se explicará una segunda realización de la presente invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

25 Una pieza 110 bruta ejemplificado en la FIGURA 11, al que se aplica el método de doblado para una chapa metálica de la invención, incluye una región 112 de baja dureza o más de una (dos en el ejemplo de la FIGURA 11) y una pluralidad de regiones 114 de alta dureza (tres en el ejemplo de la FIGURA 11), de manera que las regiones están formadas mediante un proceso de ajuste de dureza tal como se describirá a continuación a partir de una chapa metálica de hierro, aleación de hierro, aluminio o aleación de aluminio. Aunque la pieza 110 bruta es un material de chapa rectangular en la FIGURA 11, la forma y las dimensiones de la pieza 110 bruta pueden estar determinadas de manera variable dependiendo del uso pretendido, etc., de un producto 120. Además, aunque las regiones 112 de la pieza 10 bruta se extienden paralelas a una dirección longitudinal, las regiones 112 de baja dureza pueden extenderse de manera no paralela dependiendo de la forma y del uso pretendido del producto 120. La pieza 110 bruta puede ser una banda continua retirada de un suministro con forma de bobina, por ejemplo, cuando se utiliza un método de perfilado por rodillos. Al contrario que en la región 12 de baja dureza de la pieza 10 bruta de la primera realización, cada región 112 de baja dureza se extiende desde un lado de la pieza 110 bruta hasta genéricamente un centro en la dirección del grosor del mismo, y no alcanza el lado opuesto de la pieza bruta. Como resultado de ello, puede procesarse una región 116 objetivo que posee una región 112 de baja dureza y se forma una región 114 de alta dureza en una parte de la chapa metálica, de manera que los lados frontal y trasero de la región 116 objetivo tienen diferentes durezas. Adicionalmente, en la realización de la FIGURA 11, la región 114 de alta dureza incluye tres regiones en un lado que incluyen la región 112 de baja dureza, a la vez que incluye una región en el otro lado.

40 Las dimensiones de la región 112 de baja dureza de la región 116 objetivo en la dirección del grosor de la chapa metálica pueden determinarse dependiendo de la dureza y/o el grosor de la chapa metálica, la forma y/o el método de producción del producto 120, etc. A este respecto, es preferible que las dimensiones de la región 112 de baja dureza en la dirección del grosor estén comprendidas en un intervalo entre el 35% y el 65% del grosor de la chapa metálica, con el fin de obtener un efecto notable debido a la formación de la región 116 objetivo que posee diferentes durezas en los lados delantero y trasero. Adicionalmente, aunque las regiones 112 de baja dureza de la pieza 110 bruta se extienden en paralelo a la dirección longitudinal en la realización de la FIGURA 11, las regiones 112 de baja dureza pueden extenderse en dirección no paralela dependiendo de la forma y del uso pretendido del producto 120, etc.

50 Aunque la pieza 110 bruta es un material de chapa rectangular en la FIGURA 11, la forma y las dimensiones de la pieza 110 bruta pueden determinarse de manera variada dependiendo del uso pretendido, etc., de un producto 120. Además, la pieza 110 bruta puede ser una banda continua retirada de un suministro con forma de bobina, por ejemplo, cuando se utiliza un método de perfilado por rodillos.

- 5 En esta realización, la dureza de la región 114 de alta dureza en el lado trasero de la región 116 objetivo es la misma que la dureza de una región diferente de la región 116 objetivo. Sin embargo, la dureza de la región 114 de alta dureza en el lado trasero de la región 116 objetivo puede ser diferente de la dureza de una región diferente de la región 116 objetivo, siempre que la dureza de la región 114 de alta dureza en el lado trasero de la región 116 objetivo sea mayor que la de la región 112 de baja dureza. Además, la dureza de una región distinta a la región 116 objetivo puede ser la misma que la dureza del lado frontal o del lado trasero de la región 116 objetivo que, por otro lado, puede ser diferente de ambos lados delantero y trasero.
- 10 De manera similar a la primera realización, la pieza 110 bruta es doblada a lo largo de la región 116 objetivo, mediante una máquina de perfilado por rodillos o una prensa que funciona utilizando una plegadora, y da lugar a un producto 120 con forma de canal que posee una sección transversal en forma de C o con forma de copa, tal como se muestra en la FIGURA 12. En la FIGURA 12, el producto 120 es un elemento con forma de canal que posee una
- 15 sección transversal genérica con forma de C, que incluye una pared 122 inferior, y paredes 124 en lados opuestos que se extienden en dirección vertical desde ambos bordes laterales de la pared 122 inferior. El producto 120 tiene dos porciones deformadas o porciones 126 de borde, que se forman a partir de las regiones 116 objetivo y se extienden en la dirección longitudinal. Cada porción deformada o porción 126 de borde posee un radio "R" de doblado. Adicionalmente, en el producto 120, las porciones 126 de borde de la pieza 110 bruta se doblan en la
- 20 misma dirección con respecto a un lado de la pieza 110 bruta (la dirección hacia arriba en las FIGURAS 11 y 12), de tal manera que toda una región interior de la porción 126 deformada del producto 120 en la FIGURA 12 forma una superficie de la región 116 objetivo de la FIGURA 11.
- Una anchura "B" de la región 112 de baja dureza puede determinarse dependiendo del radio R de doblado de la
- 25 porción 126 deformada del producto 120. Por ejemplo, tal como se muestra en la FIGURA 12, cuando la porción 126 deformada del producto 120 tiene una forma de banda que está deformada de tal manera que tiene un radio R de doblado constante, es preferible que la anchura B de la región 112 de baja dureza tenga un valor comprendido en el intervalo entre $0,5 \square R$ y $1,5 \square R$, tal como se muestra en las FIGURAS 11 y 12. Gracias a que la región 112 de baja dureza tiene una anchura B dentro de este rango, el producto 120 puede tener suficiente resistencia y la
- 30 manejabilidad de la pieza 110 bruta mejora de manera efectiva en el proceso de doblado.
- Con el fin de que la pieza 110 bruta mejore su manejabilidad a la vez que mantiene una resistencia suficiente, es preferible que la dureza de la región 112 de baja dureza esté comprendida en el intervalo entre el 30% y el 80% de la dureza de la región 114 de alta dureza. Cuando la dureza de la región 112 de baja dureza es demasiado baja, la
- 35 resistencia del producto 120 es insuficiente incluso aunque se incremente la dureza de la región 114 de alta dureza. Por otro lado, cuando la dureza de la región 112 de baja dureza es demasiado elevada, la manejabilidad en el proceso de doblado es insuficiente cuando la dureza de la región 114 de alta dureza es elevada.
- En la realización preferida de la invención, en el proceso de ajuste de dureza, la pieza 110 bruta se forma mediante
- 40 (1) un cambio en la dureza de la totalidad de la chapa metálica de tal manera que se forma la región 116 objetiva que va a ser procesada; o bien (2) un cambio en la dureza de una región de parte de la chapa metálica en la dirección del grosor de tal manera que se forme una región 112 de baja dureza o más de una en la chapa metálica.
- Un método para formar la pieza 110 bruta mediante el cambio de la dureza de la totalidad de la chapa metálica, por
- 45 ejemplo, incluye un proceso de calentamiento para calentar la totalidad de la chapa metálica por medio de un horno de calentamiento (no mostrado) u otro dispositivo de calentamiento; y un proceso de endurecimiento para enfriar solamente una región que se convertirá en la región 114 de alta dureza de la chapa metálica calentada. El proceso de endurecimiento puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante el enfriamiento de solamente la región que se va a convertir en la región 114 de alta dureza utilizando una matriz.
- 50 La FIGURA 13 muestra un dispositivo 130 de matriz como ejemplo de un dispositivo de enfriamiento para llevar a cabo el proceso de endurecimiento de la segunda realización. El dispositivo 130 de matriz incluye un lecho 132 fijado a un suelo de una fábrica, etc.; una matriz 134 inferior fijada a una superficie superior del lecho 132; y una
- 55 matriz 136 superior configurada para ser desplazada en la dirección vertical acercándose o alejándose de la matriz 134 inferior por medio de un pistón o una unidad 138 de accionamiento apropiada. La chapa 111 metálica se sitúa entre la matriz 134 inferior y la matriz 136 superior. Las matrices 134 y 136 inferior y superior tienen superficies 134a y 136a cooperativas opuestas entre sí, respectivamente. En la superficie 134a operativa de la matriz 134 inferior, se forma una porción 134b de surco, en una posición que corresponde a la región 112 de baja dureza de la chapa 111 metálica después del proceso de endurecimiento.
- 60 En primer lugar, la chapa 111 metálica es transferida desde el horno de calentamiento o el dispositivo de calentamiento hasta el dispositivo 130 de matriz, después de ser calentada en el proceso de calentamiento, y es colocada entre las matrices 134 y 136 inferior y superior. A continuación, la matriz 136 superior se desplaza hacia la
- 65 matriz 134 inferior por medio de la unidad 138 de accionamiento de tal manera que la superficie 134a y 136a de las matrices 134 y 136 inferior y superior entran en contacto con la chapa 111 metálica. En la chapa 111 metálica, solamente una porción, que está en contacto con la superficie 134a y 136a de las matrices 134 y 136 inferior y

superior, es rápidamente enfriada y endurecida. A este respecto, una porción de la chapa 111 metálica, que está enfrentada las porciones 134b de la matriz 134 inferior, no es rápidamente enfriada por la matriz 134 inferior. Como resultado de ello, la porción de chapa 111 metálica, que está enfrentada a la porción 134b de surco de la matriz 134 inferior, es gradualmente enfriada y se convierte en la región 112 de baja dureza. Por otro lado, la porción que está en contacto con las superficies 134a y 136a de las matrices 134 y 136 inferior y superior, es rápidamente enfriada y se convierte en la región 114 de alta dureza, mediante lo cual se forma la pieza 110 bruta.

De manera alternativa, el proceso de endurecimiento puede ser un proceso para enfriar por agua de manera selectiva solamente una región que se convertirá en la región 114 de alta dureza de la chapa metálica, por ejemplo, tal como se muestra en la FIGURA 14. La FIGURA 14 muestra un dispositivo 140 de enfriamiento por agua como un ejemplo de dispositivo de enfriamiento para llevar a cabo el proceso de endurecimiento de la invención. El dispositivo 140 de enfriamiento por agua incluye una pluralidad de primeras toberas 182 (o inferiores) que están situadas de tal manera que quedan enfrentadas a un lado de la chapa metálica (o a una superficie inferior de la chapa 111 metálica en la FIGURA 14); una pluralidad de segundas toberas 144 (o superiores) que están situadas de tal manera que quedan enfrentadas al lado opuesto de la chapa metálica (o a una superficie superior de la chapa 111 metálica en la FIGURA 14), de manera que puede suministrarse agua CW de refrigeración a los lados de la chapa 111 metálica. Las toberas 142 inferiores y las toberas 144 superiores están situadas de tal manera que quedan enfrentadas a una porción de la chapa 111 metálica que se convertirá en la región 114 de alta dureza después del proceso de endurecimiento. En particular, en esta realización, las toberas 144 superiores están situadas de tal manera que suministran agua CW de refrigeración al lado frontal de la chapa 111 metálica. Con el fin de evitar que una porción de la chapa 111 metálica, que se convertirá en la región 112 de baja dureza después del proceso de endurecimiento, se moje con agua CW de refrigeración, el dispositivo 140 enfriamiento por agua puede tener un elemento 146 de enmascaramiento inferior, que está situado de tal manera que cubre la porción de la chapa 111 metálica que se convertirá en la región 112 de baja dureza después del proceso de endurecimiento. El elemento 146 de enmascaramiento inferior puede disponer de una unidad de accionamiento tal como un cilindro hidráulico (no mostrado) para desplazar el elemento de enmascaramiento alejándolo o acercándolo de la chapa 111 metálica. Más aún, el elemento 146 de enmascaramiento inferior puede funcionar como un cepo para posicionar y sujetar correctamente la chapa 111 metálica en relación a las toberas 142 y 144 inferior y superior. De manera alternativa, el dispositivo 140 de enfriamiento por agua puede tener otro cepo para posicionar y sujetar correctamente la chapa 111 metálica en relación a las toberas 142 y 144 inferior y superior.

En primer lugar, la chapa 111 metálica es transferida desde el horno de calentamiento o el dispositivo de calentamiento hasta el dispositivo 140 de enfriamiento por agua, después de ser calentada en el proceso de calentamiento, y es colocada entre las toberas 142 y 144 inferior y superior. A este respecto, el elemento 146 de enmascaramiento puede utilizarse como el cepo para posicionar y sujetar de manera correcta la chapa 111 metálica en relación a las toberas 142 y 144 inferior y superior. De manera alternativa, tal como se describió anteriormente, puede utilizarse otro cepo (no mostrado) para posicionar y sujetar correctamente la chapa 111 metálica en relación a las toberas 142 y 144 inferior y superior. A continuación, se suministra agua CW de refrigeración desde las toberas 142 y 144 inferior y superior a una porción de la chapa 111 metálica, que se convertirá en la región 114 de alta dureza después del proceso de endurecimiento, de tal manera que esta porción es rápidamente enfriada y endurecida. A este respecto, mediante el uso de los elementos 146 y 148 de enmascaramiento inferior y superior, se evita que una porción de la chapa 111 metálica, que se convertirá en la región 112 de baja dureza después del proceso de endurecimiento, se moje con agua CW de refrigeración y sea rápidamente enfriada. Como resultado de ello, la porción de la chapa 111 metálica, que está enfrentada al elemento 146 de enmascaramiento inferior, es gradualmente enfriada y se convierte en la región 112 de baja dureza, y la otra porción es rápidamente enfriada y se convierten en la región 114 de alta dureza, mediante lo cual se forma la pieza 110 bruta.

El proceso de ajuste de dureza en esta realización puede incluir un proceso de martilleo por impacto en el que las partículas impactantes colisionan con al menos el lado de la región 116 objetivo opuesto a la región 112 de baja dureza de la chapa 111 metálica. La FIGURA 15 muestra una máquina 150 de chorro para llevar a cabo el martilleo por impacto. La máquina 150 de chorro incluye una pluralidad de primeras toberas 152 (o inferiores) que están situadas de tal manera que quedan enfrentadas a un lado de la chapa metálica (o a una superficie inferior de la chapa 111 metálica en la FIGURA 15); una pluralidad de segundas toberas 154 (o superiores) que están dispuestas de tal manera que quedan enfrentadas al lado opuesto de la chapa metálica (o a una superficie superior de la chapa 111 metálica en la FIGURA 15), de manera que las partículas impactantes (partículas de acero, vidrio, cerámicas o plásticas) pueden proyectarse sobre los lados de la chapa 111 metálica. Preferiblemente, la máquina 150 de chorro puede tener un elemento 154 de enmascaramiento, que está posicionado para cubrir la porción de la chapa 111 metálica que se convertirá en la región 112 de baja dureza después del proceso de martilleo por impacto, de tal manera que las partículas impactantes pueden proyectarse de manera selectiva solamente sobre una región que se convertirá en la región 114 de alta dureza (distinta de la región que se convertirá en la región 112 de baja dureza) en la chapa 111 metálica. Gracias a esto, se forma el lado que posee la mayor dureza (o la región 114 de alta dureza) de la región 116 objetivo, sobre la que se proyectan partículas impactantes, tal como se muestra en la FIGURA 15, y puede obtenerse la pieza 110 bruta en la que la dureza de la región 114 de alta dureza de la región 116 objetivo es la misma que la de la chapa metálica.

- 5 A este respecto, proyectando partículas impactantes de hierro fundido de calibre entre 170 y 280 (F-S170□280/JIS G5903) contra la chapa 111 metálica por medio de una máquina de chorro de tipo propulsor, la chapa metálica puede experimentar una deformación plástica suficiente, por lo que puede obtenerse una dureza deseada en la chapa metálica. Con el fin de generar un endurecimiento por deformación suficiente en la dirección del grosor de la chapa 111 metálica sin generar una grieta en la superficie de la chapa 111 metálica, es deseable utilizar partículas impactantes de hierro fundido con forma esférica con una dureza Vickers (Hv) igual o superior a 650. Cuando se utilizan partículas impactantes de hierro fundido con un calibre menor de 170, puede formarse una grieta que tendrá una longitud comprendida en el intervalo entre varias micras y varias decenas de micras en la superficie de la chapa metálica, debido a la pequeña curvatura de las partículas impactantes. Por otro lado, como se utilizan partículas impactantes de hierro fundido con un calibre mayor de 280, la chapa metálica no puede sufrir una deformación plástica suficiente debido a la gran curvatura de las partículas impactantes. Por lo tanto, es preferible utilizar partículas impactantes de hierro fundido con un calibre comprendido en el intervalo entre 170 y 280 y sean proyectadas por medio de una máquina de chorro de tipo propulsión mecánica capaz de aplicar energía cinética a las partículas impactantes.
- 10 El proceso de ajuste de dureza puede incluir un proceso para calentar una región que se convertirá en la región 112 de baja dureza utilizando un láser, desde el lado de la chapa 111 metálica en la que existe la región 112 de baja dureza. En este caso, la región calentada por el láser se convertirá en la región 112 de baja dureza, y la otra región se convertirá en la región 114 de alta dureza.
- 15 El proceso de ajuste de dureza puede incluir un proceso para carbonizar o nitrurar una parte de la chapa 111 metálica con el fin de formar la región 114 de alta dureza.
- 20 A continuación, mediante el doblado de la pieza 110 bruta de tal manera que la región de baja dureza se posicione dentro de la región 116 objetivo que va a ser procesada, se fabrica el producto 120 tal como se muestra en la FIGURA 12 (proceso de doblado). Por ejemplo, el proceso de doblado puede llevarse a cabo mediante estampación utilizando una plegadora. Por ejemplo, la plegadora incluye una matriz inferior (o troquel) que posee un surco con forma de V que corresponde a una forma externa de la porción 126 deformada del producto 120 de la FIGURA 12; y una matriz superior (o punzón) que posee una forma frontal que corresponde al surco de la matriz inferior. La plegadora está configurada para colocar la región 112 de la pieza 110 bruta entre las matrices inferior y superior, para mover la matriz superior hacia la matriz inferior, y para presionar la región 112 de baja dureza de la pieza 110 bruta contra la matriz inferior con el fin de deformar la pieza 110 bruta. Mediante el uso de la plegadora, puede fabricarse con facilidad el producto 120 con forma de columna que posee una sección transversal con forma de C tal como se muestra en la FIGURA 12 a partir de la pieza 110 bruta.
- 25 Un método para deformar la región 112 de baja dureza de la pieza 110 bruta con el fin de fabricar el producto 120 no está limitado a la estampación utilizando la plegadora, y pueden seleccionarse diversos métodos dependiendo de la forma del producto 120 y del material de la pieza 110 bruta, etc. Por ejemplo, la región 112 de baja dureza de la pieza 110 bruta puede deformarse mediante una máquina de perfilado por rodillos.
- 30 La porción 126 deformada del producto 120 incluye una región 112 de baja dureza. A este respecto, la resistencia de la región 112 de baja dureza se incrementa debido al endurecimiento por deformación asociado al proceso de doblado. Por ejemplo, cuando la dureza de la región 112 de baja dureza de la pieza 110 bruta utilizado tiene un valor comprendido en el intervalo entre el 30% y el 70% de la dureza de la región 114 de alta dureza de la pieza 110 bruta, la dureza de la región 112 de baja dureza en la porción 126 deformada del producto 120 puede estar comprendida en el intervalo entre el 40% y el 80% de la dureza de la región 114 de alta dureza diferente de la porción 126 deformada.
- 35 Esta realización incluye el proceso de ajuste de dureza para cambiar la dureza de la chapa 111 metálica en la dirección del grosor de la misma con el fin de formar una pieza 110 bruta que incluya parcialmente la región 116 objetivo que va a ser procesada y que tendrá diferentes durezas en los lados frontal y trasero de la misma; y el proceso de doblado para doblar la pieza 110 bruta con el fin de fabricar el producto 120 en el que el lado que posee menor dureza (o región 112 de baja dureza) quede en el interior de la región 116 objetivo. Puesto que la región 116 objetivo que incluye la región 112 de baja dureza se deforma en el proceso de doblado, se evita la generación de una ondulación o una grieta en la porción 126 deformada (o región 112 de baja dureza) del producto 120, y se evita la generación de una recuperación elástica en el producto 120. Más aún, el producto 120 tiene alta resistencia, puesto que es poco probable que se genere una grieta en la porción 126 deformada cuando se aplica carga al producto 120.
- 40 Es preferible utilizar una chapa de acero que tenga una resistencia a la tracción igual o superior a 980 MPa (correspondiente a una dureza Vickers de Hv 310) como chapa metálica. Esto es así debido a que una chapa de acero tal resulta económica y las regiones predeterminadas de baja y alta dureza pueden formarse de manera sencilla e industrial.
- 45 La razón por la que la resistencia a la tracción debe ser igual o superior a 980 MPa radica en que una chapa de
- 50
- 55
- 60
- 65

acero de baja resistencia que posea una resistencia a la tracción inferior a 980 MPa puede procesarse sin utilizar la presente invención, y, por lo tanto, la presente invención presentaría pocas ventajas. De hecho, un límite superior de la resistencia a la tracción corresponde a una resistencia máxima de una chapa de acero capaz de ser producida de manera industrial, y, por lo tanto, el límite superior no se especifica en particular. Por ejemplo, la presente invención puede aplicarse a una chapa de acero que posea una resistencia a la tracción de 1.700 MPa.

En la realización descrita anteriormente, el producto 120, tal como se muestra en la FIGURA 12, es un elemento con forma de canal que posee una sección transversal genéricamente con forma de C, y que incluye una pared 122 inferior, y paredes 124 laterales opuestas que se extienden en dirección vertical desde ambos bordes laterales de la pared 122 inferior. Sin embargo, el producto de la invención no está limitado a la forma mostrada en la FIGURA 12, y puede tener cualquier forma siempre que la forma se deforme mediante el método de doblado de la invención. En particular, el número y la forma de la porción 26 deformada del producto 120 no están limitadas al ejemplo de la FIGURA 12. Por ejemplo, el producto puede tener una forma de un producto 160 da como se muestra en la FIGURA 16A.

El producto 160, tal como se muestra en la FIGURA 16A, incluye una pareja de porciones 162 de columna rectangulares conectadas a una pared inferior o porción 164 de conexión, en la que una porción 160a de surco que se extiende en la dirección longitudinal está formada entre las porciones 162 de columna. Al igual que en la pieza 110 bruta tal como se muestra en la FIGURA 11, una pieza 110' bruta para fabricar un producto 160 incluye una región 112' de baja dureza o más de una (ocho en el ejemplo de la FIGURA 16B) y regiones 114' de alta dureza correspondientes a una región diferente de las regiones 112' de baja dureza, estando formadas las regiones mediante un proceso de ajuste de dureza tal como se describió anteriormente a partir de una chapa metálica de hierro, aleación de hierro, aluminio o aleación de aluminio. Aunque la pieza 110' bruta de la FIGURA 16B es un material de chapa rectangular de manera similar a la pieza 110 bruta en la FIGURA 11, la forma y las dimensiones de la pieza 110' bruta pueden determinarse de manera variada dependiendo del uso pretendido, etc., de un producto 160. Adicionalmente, en la pieza 110' bruta de la FIGURA 16B, se forman regiones 112' de baja dureza en ambos lados (lados superior e inferior en la FIGURA 16B) de la pieza 110 bruta.

De manera similar al producto 120 de la FIGURA 11, el producto 160 de la FIGURA 16A puede fabricarse mediante un cambio en la dureza de la chapa metálica con el fin de formar una pieza 110' bruta que incluye una región 114' de alta dureza y una región 112' de baja dureza (el proceso de ajuste de dureza); y mediante el doblado de la región 116' objetivo que va a ser procesada incluyendo la región 112' de baja dureza y la región 114' de alta dureza de la pieza 110' bruta (el proceso de doblado). Adicionalmente, tal como se muestra en la FIGURA 16A, se forman ocho porciones 166 deformadas, que tienen cada una de ellas un radio de doblado predeterminado, en el producto 160. La región 112' de baja dureza de la pieza 110' bruta tiene la forma de ocho bandas que se extienden en la dirección longitudinal de la pieza 110' bruta (o en la dirección perpendicular al papel en la FIGURA 16B) de tal manera que una región que será deformada está constituida por las porciones 166 del producto 160 incluidas en la región 112' de baja resistencia.

En las FIGURAS 11 y 16A, las piezas brutas 110 y 110' incluyen regiones 116 y 116' objetivo que poseen las diferentes durezas en los lados frontal y trasero de las mismas, respectivamente, de manera que las regiones objetivo están formadas mediante un cambio en la dureza de las chapas 111 y 111' metálicas en la dirección del grosor de las mismas de tal manera que se forman las regiones 112 y 112' de baja dureza en una parte de las chapas metálicas, respectivamente. Sin embargo, la presente invención no está limitada a ello. Por ejemplo, tal como se muestra en la FIGURA 17A, puede formarse una región 116' objetivo que va a ser procesada sobre la totalidad de la pieza 110' bruta.

Con el fin de formar la pieza 110' bruta que posee una región 116' objetivo que se extiende sobre la totalidad de la pieza bruta, el proceso de endurecimiento puede ser un proceso para enfriar la totalidad de un lado de la chapa metálica utilizando una matriz. Concretamente, tal como se ejemplifica en la FIGURA 17B, por ejemplo, puede prepararse un dispositivo 170 de matriz que incluye una matriz 172 superior, en donde la matriz 172 superior tiene una forma plana que corresponde a una forma plana de la chapa 111' metálica. Después de calentar la chapa 111' metálica por medio de un horno de calentamiento, etc., la matriz 172 superior del dispositivo 170 de matriz entra en contacto con la totalidad de uno de los lados de la chapa metálica que se convertirá en la región 114' de alta dureza con el fin de enfriar la región, por lo que el lado que está en contacto con la matriz 172 superior se convertirá en la región 114' de alta dureza y el lado opuesto se convertirá en la región 112' de baja dureza.

De manera alternativa, tal como se ejemplifica en la FIGURA 17C, el proceso de endurecimiento puede ser un proceso para enfriar por agua la totalidad de un lado (o una superficie superior en la FIGURA 17C) de la chapa 111' metálica.

Tal como se muestra en la FIGURA 17D, puede llevarse a cabo un proceso para calentar la totalidad de uno de los lados de la chapa 111' metálica para convertirla en la región 112' de baja dureza utilizando un láser. Utilizando el método de la FIGURA 17D, se obtiene la pieza 111' bruta, que incluye la región 112' de baja dureza que posee una dureza menor que la de la chapa 111' metálica y la región 114' de alta dureza que posee la misma dureza que la

chapa 111' metálica.

Los otros métodos para formar la región 116' objetivo que se extiende sobre la totalidad de la pieza 111' bruta pueden incluir: un proceso de martilleo por impacto para proyectar partículas impactantes sobre un lado de la chapa 111' metálica; un proceso para carbonizar o nitrurar un lado de la chapa 111' metálica; y un proceso para solapar y enrollar una chapa metálica de alta dureza y una chapa metálica de baja dureza con el fin de formar una chapa multi-capa (no mostrado).

(Ejemplo)

De ahora en adelante, se explicarán ejemplos de la presente invención haciendo referencia a las FIGURAS 18A a 21B.

Mediante el método tal como se ha descrito anteriormente, se fabricó un producto 180 tal como se muestra en la FIGURA 20. En la FIGURA 20, la unidad de longitud correspondiente a los números mostrados es milímetros (mm). El producto 180 de la FIGURA 20 es un elemento con forma de canal, que incluye una pared 182 inferior; paredes 184 laterales opuestas que se extiende en dirección vertical desde ambos bordes laterales de la pared 182 inferior; y una pareja de porciones 186 de aleta que se extienden hacia adentro desde las paredes 184 laterales en dirección paralela a la pared 182 inferior, de manera que se forma una abertura 180a entre las porciones 186 de aleta. Tal como se muestra en la FIGURA 20, el producto 180 posee cuatro porciones 188a a 188d deformadas, y un radio "R3" de doblado de cada porción deformada es de 2 mm.

Con el fin de fabricar el producto 180 tal como se muestra en la FIGURA 20, se preparó una chapa SM2 metálica rectangular que tenía una anchura de 220 mm, una longitud de 1.200 mm, y un grosor de 1,2 mm (ver Tabla 1). A continuación, después de que la chapa SM2 metálica fuera calentada por medio de un horno de calentamiento a 900 grados centígrados (el proceso de calentamiento), una porción que se convertiría en una región 194 de alta dureza de una pieza 190 bruta (figura 18B) fue enfriada utilizando un dispositivo 200 de matriz que poseía una matriz 202 inferior y una matriz 204 superior (mostradas esquemáticamente en la FIGURA 18A) (el proceso de endurecimiento), por lo cual se formó la pieza 190 bruta. Por medio del dispositivo 200 de matriz, en la chapa SM2 metálica, se enfrió gradualmente una porción enfrentada a la porción 206 de surco (no enfriada mediante la matriz 204 superior) y se convirtió en la región 192 de baja dureza, y la otra porción se enfrió rápidamente por medio de las matrices 202 y 204 inferior y superior y se convirtió en la región 194 de alta dureza.

Cuando un tiempo de contacto entre la chapa metálica y las matrices 202, 204 es demasiado corto, la chapa metálica no se endurece. Por otro lado, cuando el tiempo de contacto es demasiado largo, la región que no contacta enfrentada a la porción 206 de surco de la matriz 204 superior también se endurece. Por lo tanto, en el ejemplo 4, se determinó que el tiempo de contacto entre la chapa metálica y las matrices 202, 204 fuese de 5 segundos, en vista del grosor de la chapa metálica, la forma plana de la región que se convertiría en la región 192 de baja dureza, y las dimensiones de la región 192 de baja dureza en la dirección del grosor de la chapa metálica, etc.

Una unidad de longitud correspondiente a los números mostrados en las FIGURAS 18A y 18B es milímetros (mm). Tal como se muestra en la FIGURA 18B, la anchura B de una región 192 de baja dureza de la pieza 190 bruta es de 7 mm, y, por lo tanto, la anchura de cada uno de los surcos 206 de la matriz 204 superior del dispositivo 200 de matriz también es de 7 mm.

En relación al ejemplo 4 obtenido tal como se describió anteriormente, se midieron una dureza promedio (Hvh) de la región 194 de alta dureza y una dureza promedio (Hvl) de la región 192 de baja dureza de la pieza 190 bruta, y se calculó un ratio $(Hvl/Hvh \times 100\%)$ de la dureza de la región de baja dureza en relación a la dureza de la región de alta dureza. El resultado se indica en la Tabla 6.

Tabla 6

	Dureza promedio (Hv)		Ratio de dureza (%)
	Región de alta dureza	Región de baja dureza	
Ejemplo 4 de la Inv.	503	339	67
Ejemplo 5 de la Inv.	501	336	67
Ejemplo 4 Comp.	504	-	-

Se preparó una chapa SM2 metálica similar a la del ejemplo 4, y se calentó por medio de un horno de calentamiento a 900 grados centígrados (el proceso de calentamiento). Después de ello, utilizando una matriz (no mostrada) similar a la matriz 202 inferior del dispositivo 200 de matriz de la FIGURA 18A, un lado de la chapa metálica fue enfriado bajo las mismas condiciones de enfriamiento que la región 194 de alta dureza de la pieza 190 bruta en el ejemplo 4 (el proceso de endurecimiento). Como resultado de ello, se obtuvo una pieza bruta del ejemplo 5, de manera que la totalidad de uno de los lados de la pieza bruta era la región de alta-baja dureza y la totalidad del otro lado de la pieza bruta era la región de baja dureza, y la totalidad de la pieza bruta estaba constituida por la región objetivo que debía ser procesada. En el ejemplo 5, el tiempo de contacto entre la chapa metálica y la matriz fue de 8 segundos. La

Tabla 6 indica la dureza promedio (Hvh) de la región de alta dureza y la dureza promedio (Hvl) de la región de baja dureza de la pieza bruta del ejemplo 5.

5 Además, se preparó una chapa SM2 metálica similar a la del ejemplo 4, y se calentó por medio de un horno de calentamiento a 900 grados centígrados (el proceso de calentamiento). Después de ello, utilizando una matriz, la totalidad de la chapa metálica fue enfriada bajo las mismas condiciones de enfriamiento que la región 194 de alta dureza de la pieza 190 bruta en el ejemplo 4 (el proceso de endurecimiento). Como resultado de ello, se obtuvo una pieza bruta del ejemplo 4 comparativo, de manera que la totalidad de la pieza bruta estaba constituida por la región de alta dureza sin incluir la región de baja dureza. La Tabla 6 indica los valores de dureza promedio (Hvh) del ejemplo 4 comparativo.

10 La resistencia a la tracción de la pieza bruta del ejemplo 4 comparativo en la Tabla 6 fue 1.690 MPa. A partir de ello, puede estimarse que la resistencia a la tracción de las regiones de alta dureza de las piezas brutas (chapa SM2 metálica) de los ejemplos 4 y 5 de la invención, que poseen la misma composición química y la misma dureza promedio que el ejemplo 4 comparativo, fueron generalmente iguales a 1.690 MPa.

15 Tal como se indica en la Tabla 6, el ratio $(Hvl/Hvh \times 100\%)$ de dureza fue del 67% en ambos ejemplos 4 y 5. Más aún, la resistencia a la tracción de la pieza bruta del ejemplo 4 comparativo fue igual o superior a 1.200 MPa.

20 Después de ello, tal como se muestra en las FIGURAS 19A y 19D, mediante el doblado de cada región 196 objetivo a ser procesada de la pieza 190 bruta del ejemplo 4 por medio de una plegadora de tal manera que la región 192 de baja dureza está en el interior de la región objetivo, se formaron cuatro porciones 188a, 188b, 188c y 188d de manera secuencial (figura 20) en el producto 180 con forma de canal, por lo que se obtuvo un producto PP1 (el proceso de doblado).

25 En las FIGURAS 19A a 19D, la plegadora 210 incluye una matriz 212 inferior (o troquel) que posee un surco 212a con forma de V que corresponde a una forma externa de cada porción 188a, 188b, 188c y 188d deformada del producto 180; y una matriz 214 superior (o punzón) que posee una forma frontal que corresponde al surco 212a de la matriz 212 inferior. Una región objetivo a ser procesada se seleccionó de entre cuatro regiones 196 objetivo de la pieza 190 bruta, y la región seleccionada se colocó entre la matriz 212 inferior y la matriz 214 superior. A continuación, la matriz 214 superior fue desplazada hacia abajo hacia la matriz 212 inferior con el fin de presionar y doblar la región 196 objetivo mediante las matrices 212 y 214 inferior y superior. Tales operaciones se llevaron a cabo de manera secuencial con otras regiones 196 objetivo.

35 Mediante un proceso de doblado en el que las regiones 196 objetivo de la pieza 190 bruta del ejemplo 4 fueron dobladas por medio de una máquina de perfilado por rodillos de 21 etapas de tal manera que la región 192 de baja dureza estaba en el interior de la región objetivo, se formaron de manera secuencial las porciones 188a, 188b, 188c y 188d deformadas (figura 20) del producto 180 con forma de canal, por lo que se obtuvo un producto PP2 (el proceso de doblado).

40 Mediante un proceso de doblado en el que la pieza bruta del ejemplo 5 fue doblada por medio de una plegadora de manera similar al proceso para el producto PP1, se fabricó un producto PP3 con forma de canal tal como se muestra en la FIGURA 20.

45 Mediante un proceso de doblado en el que la pieza bruta del ejemplo 5 fue doblada por medio de una máquina de perfilado por rodillos de 21 etapas de manera similar al proceso para el producto PP2, se fabricó un producto PP4 con forma de canal tal como se muestra en la FIGURA 20.

50 Mediante un proceso de doblado en el que la pieza bruta del ejemplo 4 comparativo fue doblada por medio de una plegadora de manera similar al proceso para el producto PP1, se fabricó un producto PP5 con forma de canal tal como se muestra en la FIGURA 20.

55 Adicionalmente, mediante un proceso de doblado en el que la pieza bruta del ejemplo 4 comparativo fue doblada por medio de una máquina de perfilado por rodillos de 21 etapas de manera similar al proceso para el producto PP2, se fabricó un producto PP6 forma de canal tal como se muestra en la FIGURA 20.

En relación a los productos PP1 PP6 obtenidos como resultado de estos procesos, se llevó a cabo un ensayo de doblado, el resultado del mismo se indica en la Tabla 7.

Tabla 7

Producto fabricado Núm.	Pieza bruta	Resultado de la formación		Resultado del ensayo de doblado		
		Método de formado	Grieta de borde	Carga pico P (kN)	Grieta de borde	Energía de absorción E (J)
PP1	Ejemplo 4 de la Inv.	Plegadora	Sin grieta	38,6	Sin grieta	1.511
PP2		Perfilado por rodillos	Sin grieta	39,1	Sin grieta	1.515
PP3	Ejemplo 5 de la Inv.	Plegadora	Sin grieta	35,4	Sin grieta	1.265
PP4		Perfilado por rodillos	Sin grieta	35,7	Sin grieta	1.277
PP5	Ejemplo 4 Comp.	Plegadora	Sin grieta	39,0	Grieta	859
PP6		Perfilado por rodillos	Grieta	-	-	-

5 Una pieza 220 de ensayo tal como se muestra en la FIGURA 21A está constituida por un elemento hueco que incluye el producto 180 y una placa 222 de acero unida a una abertura 180a del producto 180 mediante soldadura por arco. El ensayo de doblado se llevó a cabo utilizando los productos PP1 a PP6 como producto 180. Como placa 10 222 de acero, se preparó una chapa metálica del mismo material que la chapa metálica que se utilizó para fabricar los productos PP1 a PP6, con una anchura de 60 mm, una longitud de 1.200 mm en un grosor de 1,2 mm. El proceso de calentamiento y el proceso de endurecimiento descritos anteriormente se llevaron a cabo con la chapa metálica de tal manera que la chapa metálica tenía una dureza equivalente a la dureza de la región 194 de alta dureza.

15 A continuación, la pieza 220 de ensayo tubular obtenida de la manera descrita se posicionó de tal manera que la placa 222 de acero estaba dirigida hacia abajo, tal como se muestra en la FIGURA 21B, y fue posicionada con el fin de formar una vigueta de pieza 220 de ensayo que tenía una envergadura de 1.000 mm entre dos puntos 230, 230 de fulcro, de manera que cada punto de fulcro estaba dotado de un extremo frontal que tenía forma hemiesférica con un radio de 12,5 mm. A continuación, se llevó a cabo un ensayo de doblado de tres puntos posicionando una horma 20 232 con forma hemiesférica con un radio de 150 mm en el centro de la vigueta, y se determinaron la carga pico (o carga máxima) de la carga de doblado y la energía de absorción para una deflexión de doblado de 50 mm.

25 Adicionalmente, en relación a los productos PP1 a PP6, se comprobó visualmente la existencia de una grieta (o una grieta del borde) en las porciones 188a, 188b, 188c y 188d deformadas en el proceso de doblado y en el ensayo de doblado. El resultado se indica en la Tabla 7.

30 Tal como se indica en la Tabla 7, en los productos PP1 a PP4 utilizando las piezas brutas de los ejemplos 4 y 5, no se produjo ninguna grieta de borde ni en el proceso de doblado ni en el ensayo de doblado.

35 La carga pico del producto PP1 fue ligeramente inferior a la del producto PP5 fabricado utilizando la misma chapa metálica que tenía la misma composición mediante el mismo método. Por otro lado, la energía de absorción del producto PP1 fue significativamente mayor que la del producto PP5.

40 La energía de absorción de los productos PP2 a PP4 fue igual o superior a 1.200 J, valor significativamente mayor que en el caso del producto PP5 fabricado utilizando la misma chapa metálica que tenía la misma composición.

45 En el producto PP5 fabricado mediante el doblado de la pieza bruta del ejemplo 4 comparativo por medio de la plegadora, aunque no se produjo ninguna grieta de borde en el proceso de doblado, sí se produjo la grieta de borde en el ensayo de doblado.

Además, en el producto PP6 fabricado mediante el doblado de la pieza bruta del ejemplo 4 comparativo por medio de la máquina de perfilado por rodillos, la grieta de borde se produjo en el proceso de doblado, y no pudo llevarse a cabo el ensayo de doblado.

A partir de este momento, haciendo referencia a las FIGURAS 22A a 23B, se explicará una tensión aplicada a una porción deformada por el proceso de doblado y la forma de la porción deformada doblada, en relación a una chapa "A" metálica en la que la dureza de una región en el interior de la porción deformada es más baja que la dureza de una región fuera de la porción deformada; y a una chapa "B" metálica en la que la dureza de la porción deformada es constante en la dirección del grosor de la misma. Tal como se muestra en la FIGURA 22A, en la chapa A metálica en la que la dureza de la región 273 en el interior de la porción deformada es menor que la dureza de la región 274 fuera de la porción deformada, cuando se aplica tensión a la chapa A metálica con el fin de deformar la chapa

5 metálica, se aplica una tensión de compresión a la región 273 en el interior de la porción deformada y se aplica una tensión de tracción a la región 274 fuera de la porción deformada. En la chapa A metálica, puesto que la dureza de la región 273 en el interior de la porción deformada es diferente de la dureza de la región 274 fuera de la porción deformada, las magnitudes de la tensión cuando se inicia la deformación plástica también son diferentes en las regiones 273 y 274.

10 En concreto, puesto que la dureza de la región 273 en el interior de la porción deformada de la chapa A metálica es inferior a la dureza de la región 274, la región 273 experimenta una deformación plástica con facilidad mediante una tensión activamente pequeña. Por lo tanto, en la chapa A metálica, la región 273 en el interior de la porción deformada experimenta una deformación plástica mediante la tensión para deformar la chapa A metálica, antes que la región 274 fuera de la porción deformada. Después de ello, la región 274 fuera de la porción deformada experimenta una deformación plástica igual que lo hace la región 273 y, finalmente, se obtiene la porción deformada que posee una forma predeterminada tal como se muestra en la FIGURA 23B.

15 En la porción deformada de la chapa A metálica deformada como se ha explicado, tal como se muestra en la FIGURA 22A, una deformación 271a por compresión de la región 273 interior es mayor que una deformación 271b por compresión en la región 274 exterior. Por lo tanto, en la porción deformada de la chapa A metálica, tal como se muestra en la FIGURA 22A, un eje 7a neutral, en el que la tensión de compresión de la región 273 interior y la tensión de tracción de la región 274 exterior se equilibran, se posiciona fuera de una posición intermedia de la chapa A metálica en la dirección del grosor de la misma.

25 Además, tal como se muestra en la FIGURA 22B, en la chapa B metálica en la que la dureza de la porción deformada es constante en la dirección del grosor de la misma, cuando se aplica la tensión a la chapa B metálica con el fin de deformar la chapa metálica, se aplica una tensión de compresión a una región en el interior de la porción deformada y se aplica una tensión de tracción a una región fuera de la porción deformada. Sin embargo, al contrario que en el caso de la chapa A metálica, puesto que la dureza de la región en el interior de la porción deformada es la misma que la dureza en la región fuera de la porción deformada en la chapa B metálica, las magnitudes de la tensión cuando se inicia la deformación plástica son la misma en las regiones.

30 Por lo tanto, en la chapa B metálica, por la tensión para deformar la chapa B metálica, la región en el interior de la porción deformada experimenta una deformación plástica de manera simultánea a la región fuera de la porción deformada y, finalmente, se obtiene la porción deformada que posee una forma predeterminada tal como se muestra en la FIGURA 23B. En la porción deformada de la chapa B metálica deformada como se ha explicado, tal como se muestra en la FIGURA 22B, una deformación 272a por compresión en la región interior es igual a una deformación 272b por tracción de la región exterior. Por lo tanto, en la porción deformada de la chapa B metálica, tal como se muestra en la FIGURA 22B, un eje 7a neutral, en el que la tensión de compresión de la región interior y la tensión de tracción de la región exterior se equilibran, se posiciona fuera de una posición intermedia de la chapa B metálica en la dirección del grosor de la misma.

40 Tal como se explicó anteriormente, en las chapas A y B metálicas, en relación a la tensión generada por el proceso de doblado, el ratio de deformación 271a por compresión y deformación 271b por tracción es diferente al ratio de deformación 272a por compresión y deformación 272b por tracción. Además, en la porción deformada de la chapa A metálica, al contrario que en el caso de la chapa B metálica, en relación a la tensión generada por el proceso de doblado, la deformación 271a por compresión de la región 273 interior es mayor que la deformación 271b por tracción de la región 274 exterior. A este respecto, puesto que la región 273 interior de la porción deformada es una región que posee baja dureza en la chapa A metálica, es muy poco probable que se produzca una ondulación y una grieta en el proceso de doblado, y la región interior se deforma de manera que se engrosa hacia adentro en la porción deformada, tal como se muestra en la FIGURA 23A.

50 Adicionalmente, en la porción deformada de la chapa A metálica, al contrario que en el caso de la chapa B metálica, en relación a la tensión generada por el proceso de doblado, la deformación 271b por tracción de la región 274 exterior es menor que la deformación 271a por compresión de la región 273 interior, por lo que se reduce la carga aplicada a la región 274 exterior debida al proceso de doblado. Gracias a ello, aunque la región 274 exterior de la porción deformada es una región que posee alta dureza en la chapa A metálica en la que es probable que se produzcan una ondulación y una grieta, pueden evitarse las desventajas debidas al proceso de doblado. Por lo tanto, es poco probable que se generen las desventajas debidas al proceso de doblado en la chapa A metálica, y la chapa A metálica puede ser doblada con facilidad. Además, tal como se muestra en la FIGURA 23A, la porción deformada de la chapa A metálica se deforma de manera que se engrosa hacia adentro, debido a la diferencia entre la deformación 271a por compresión y la deformación 271b por tracción generadas por la tensión asociada a la deformación. Gracias a ello, por ejemplo, cuando las chapas A y B metálicas tienen el mismo grosor y las chapas metálicas se deforman mediante el proceso de doblado de manera que tienen la misma forma externa, un grosor d1 máximo de la porción deformada de la chapa A metálica es mayor que un grosor d2 máximo de la porción deformada de la chapa B metálica.

65 Por consiguiente, un producto obtenido mediante el proceso de doblado de la chapa A metálica está reforzado por el

5 grosor d1 máximo de la porción deformada relativamente mayor. Gracias a ello, el producto obtenido mediante el proceso de doblado de la chapa A metálica tiene alta resistencia, aunque la dureza de la región 273 en el interior de la porción deformada es menor que la de la región 274 exterior. Además, en el producto obtenido mediante el proceso de doblado de la chapa A metálica, una deformación, que se genera como consecuencia de la carga durante el uso, se hace menor en la región 274 exterior que posee la dureza mayor que la región 273 interior, de manera similar a lo que ocurre durante el proceso de doblado, por lo que la carga aplicada a la región 274 exterior (en la que es probable que se produzca una grieta) puede reducirse durante el uso. Por lo tanto, en comparación con un producto obtenido mediante el proceso de doblado de la chapa B metálica, que tiene en su totalidad la misma dureza que la región 274 exterior de la porción deformada, es muy poco probable que se produzca una grieta en el producto obtenido mediante el proceso de doblado de la chapa A metálica debido a la carga durante el uso. Los signos de referencia utilizados en la descripción y en los dibujos se ofrecen en el listado que sigue.

10	pieza bruta
12	región de baja dureza
15	14 región de alta dureza
	20 producto
	22 pared inferior
	24 pared lateral
	26 porción deformada
20	30 dispositivo de matriz
	32 lecho
	34 matriz inferior
	36 matriz superior
	38 unidad de accionamiento
25	40 dispositivo de enfriamiento
	42 tobera inferior
	44 tobera superior
	46 elemento de enmascaramiento inferior
	48 elemento de enmascaramiento superior
30	50 producto
	52 porción de columna rectangular
	54 pared inferior o porción de conexión
	60 producto
	60a abertura
35	62 pared inferior
	64 pared lateral
	66 pareja de porciones de aleta
	68 porción deformada
	70 dispositivo de matriz
40	72 matriz inferior
	74 matriz superior
	76 surco
	78 surco
	80 pieza bruta
45	82 región de baja dureza
	84 región de alta dureza
	90 plegadora
	92 matriz inferior
	92a surco con forma de V
50	94 matriz superior

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para doblar una chapa de acero de alta resistencia que posee una resistencia a la tracción igual o superior a 980 MPa, en donde el método comprende:
- 10 un proceso de ajuste de dureza para cambiar la dureza de al menos una parte de la chapa de acero con el fin de formar una pieza bruta (110) que incluye una región (114) de alta dureza y una región (112) de baja dureza que tiene una dureza inferior a la dureza de la región (114) de alta dureza, en donde el proceso de ajuste de dureza incluye un proceso de calentamiento para calentar la totalidad de la chapa (110) de acero y un proceso de endurecimiento para enfriar solamente una región que se convertirá en la región (114) de alta dureza evitando que se enfríe una región que se convertirá en la región (112) de baja dureza, y un proceso de doblado para doblar la región (112) de baja dureza de la pieza bruta con el fin de fabricar un producto,
- 15 en donde la dureza Vickers de una porción (126) deformada para doblar el producto está comprendida en un intervalo entre el 30% y el 80% de la dureza Vickers de la región (114) de alta dureza, y en donde el proceso de ajuste de dureza comprende la formación de un lado de al menos la mencionada parte de la chapa de acero como región (112') de baja dureza y el otro lado de al menos la mencionada parte de la chapa de acero como la región (114') de alta dureza.
- 20 2. El método para doblar una chapa de acero según la reivindicación 1, en donde el proceso de ajuste de dureza comprende un proceso de endurecimiento para enfriar una superficie que corresponde con el lado de la porción (126) deformada que posee mayor dureza.
- 25 3. El método para doblar una chapa de acero según la reivindicación 2, en donde el proceso de endurecimiento es un proceso para enfriar la superficie que corresponde al lado de la porción (126) deformada que posee mayor dureza.
- 30 4. El método para doblar una chapa de acero según la reivindicación 2, en donde el proceso de endurecimiento es un proceso para enfriar por agua la superficie que corresponde al lado de la porción (126) deformada que posee mayor dureza.
- 35 5. El método para doblar una chapa de acero según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde la pieza bruta (110) es deformada mediante perfilado por rodillos en el proceso de doblado.
- 40 6. Un producto que comprende:
- una región (114) de alta dureza y una región (112) de baja dureza que tiene una dureza inferior a la dureza de la región (114) de alta dureza,
- 45 en donde una dureza Vickers de la región (112) de baja dureza está comprendida en un intervalo entre el 30% y el 80% de la dureza Vickers de la región (114) de alta dureza, en donde el producto está fabricado de una chapa de acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción igual o superior a 980 MPa, en donde un lado de al menos una parte de la chapa de acero contiene la región (112') de baja dureza y el otro lado de al menos dicha parte de la chapa de acero contiene la región (114') de alta dureza, y en donde el producto contiene una porción (126) deformada que incluye una región (112') interior que tiene una dureza inferior en el mencionado un lado de al menos una parte de la chapa de acero y la región (114') de alta dureza en el mencionado otro lado de al menos la mencionada parte de la chapa de acero.
- 50 7. Un método para fabricar una pieza bruta para llevar a cabo el proceso de doblado, en donde el método comprende:
- 55 un proceso para cambiar la dureza de una chapa de acero de alta resistencia que tiene una resistencia a la tracción igual o superior a 980 MPa en una dirección del grosor de al menos una parte de la chapa de acero, y formar una pieza bruta (110) que contiene una porción (126) deformada mediante el doblado de la chapa de acero, en donde la porción (126) deformada está formada en la mencionada al menos una parte de la chapa de acero de tal manera que la porción (126) deformada incluye lados frontal y trasero que tienen durezas diferentes,
- 60 en donde el proceso para cambiar la dureza de la chapa de acero de alta resistencia incluye un proceso de calentamiento para calentar la totalidad de la chapa de acero y un proceso de endurecimiento para enfriar solamente una región que se convertirá en la región (114) de alta dureza y evitar que se enfríe una región que se convertirá en la región (112) de baja dureza, y en donde el lado de la porción (126) deformada que tiene una dureza inferior se forma en una región interior de la porción (126) deformada que se deforma por el proceso de doblado.
- 65 8. El método para fabricar una pieza bruta según la reivindicación 7, en donde la dureza Vickers de una región

diferente de la porción (126) deformada que se deforma en el proceso de doblado es igual o superior a 310, y la dureza Vickers del interior de la porción (126) deformada está comprendida en el intervalo entre el 40% y el 85% de la dureza Vickers de la región diferente de la porción (126) deformada.

Fig.1

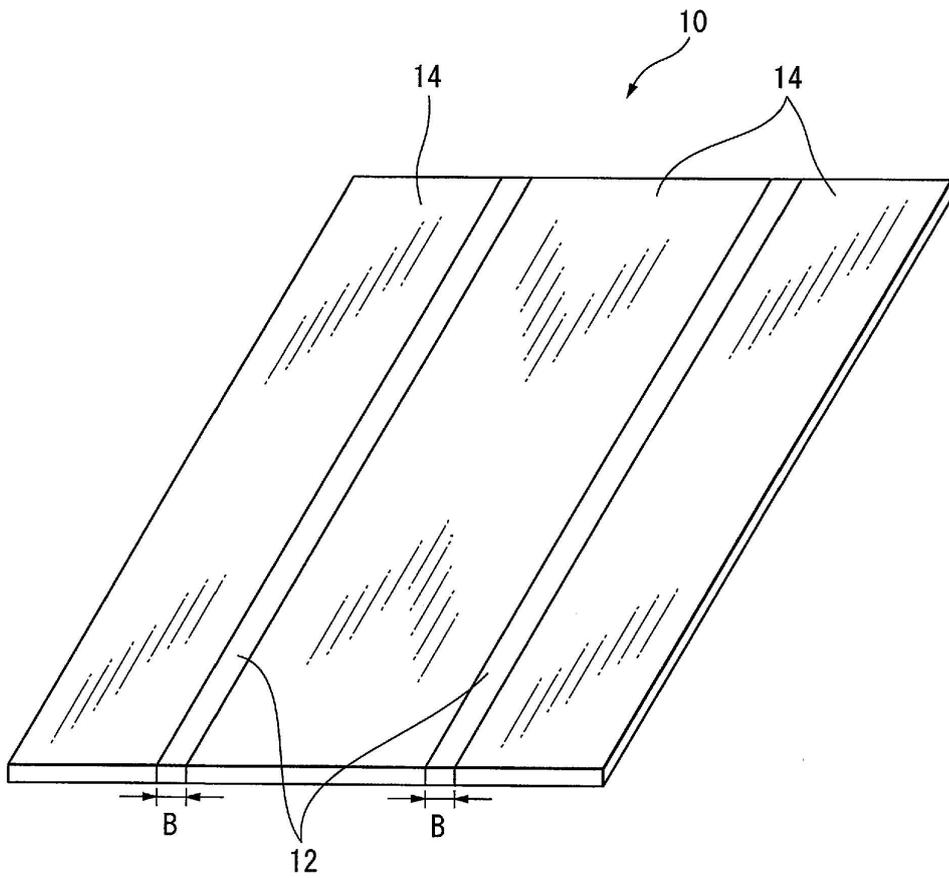


Fig.2

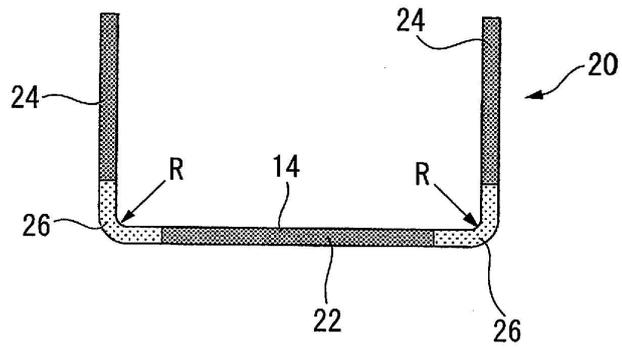


Fig.3

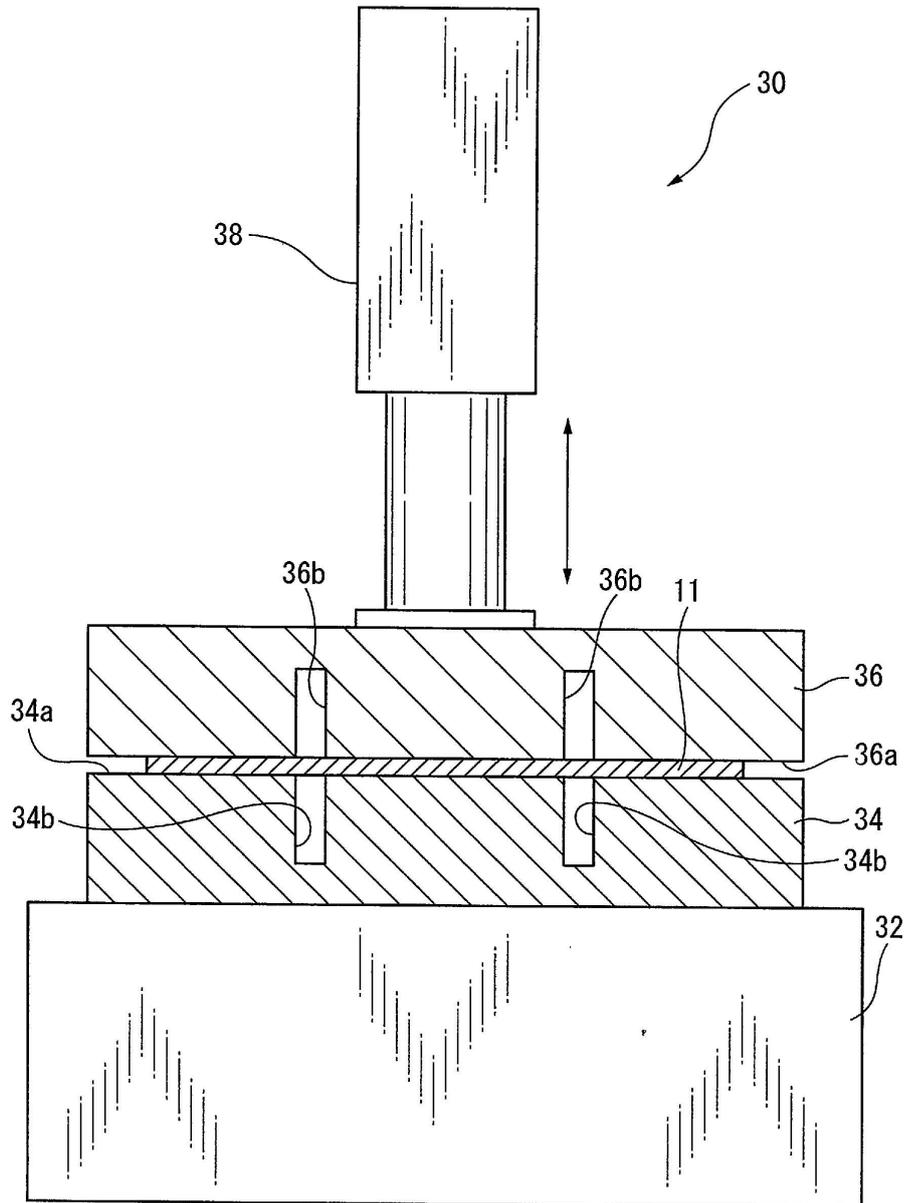


Fig.4

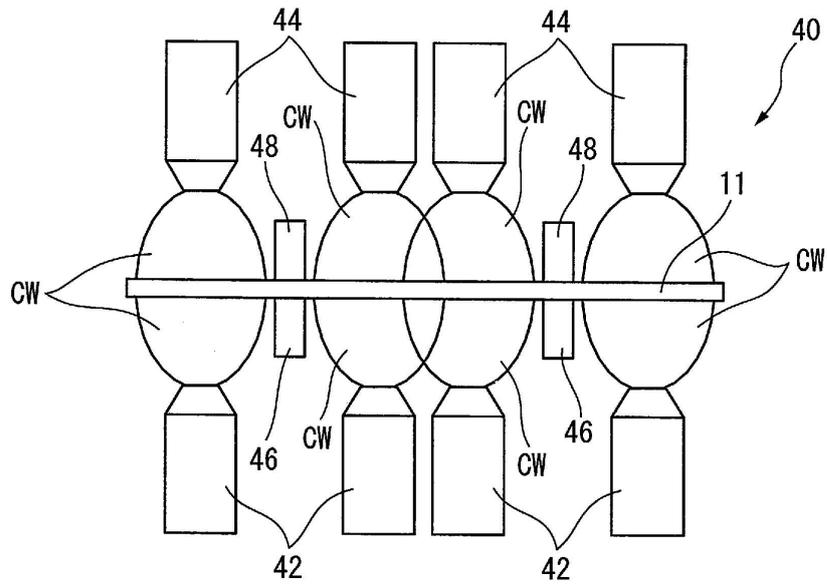


Fig.5A

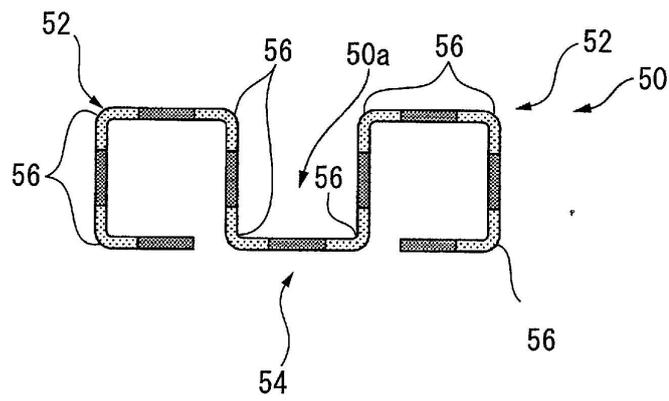


Fig.5B

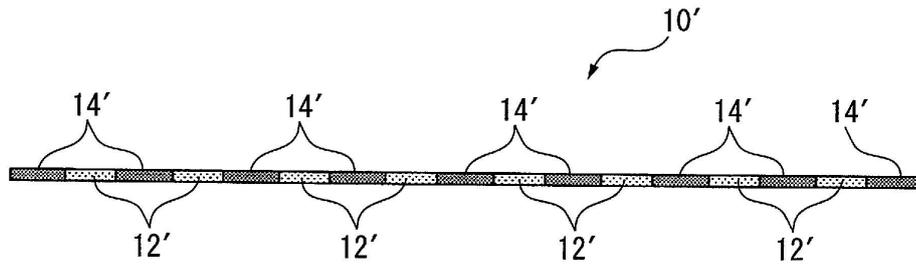


Fig.6

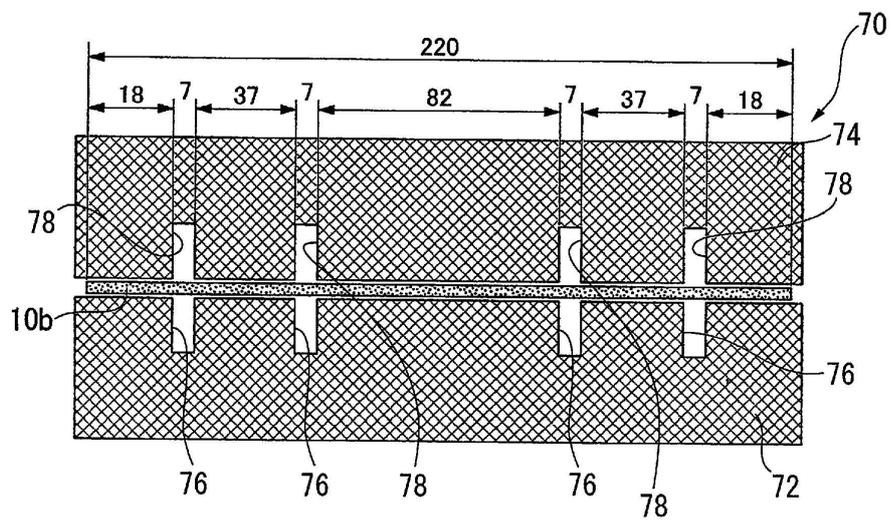


Fig.7

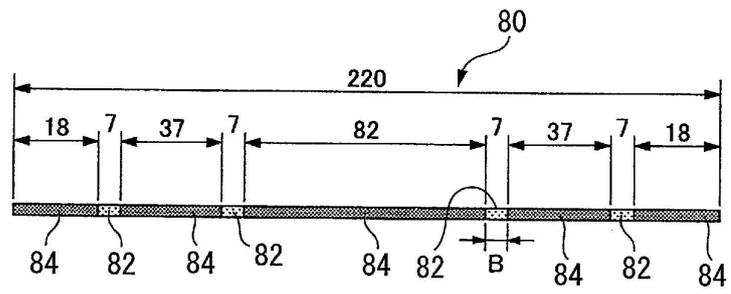


Fig.8A

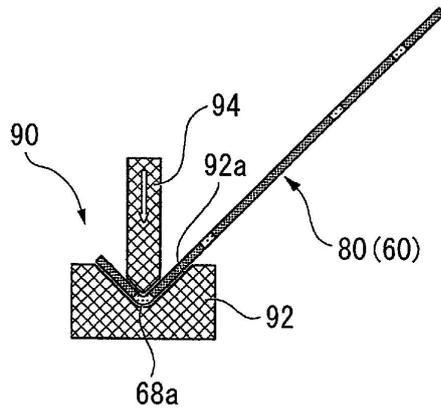


Fig.8B

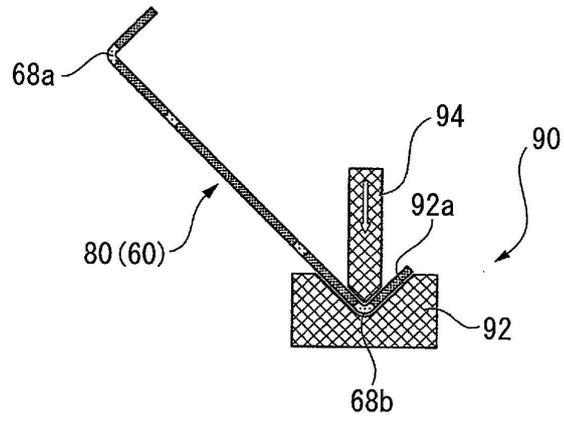


Fig.8C

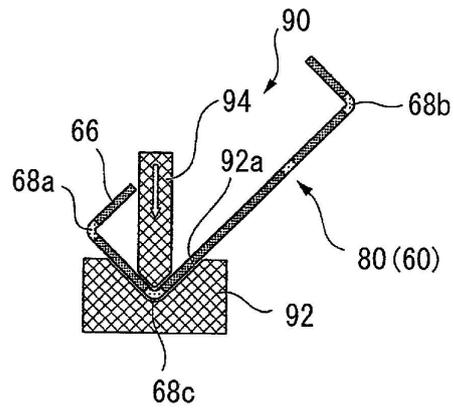


Fig.10A

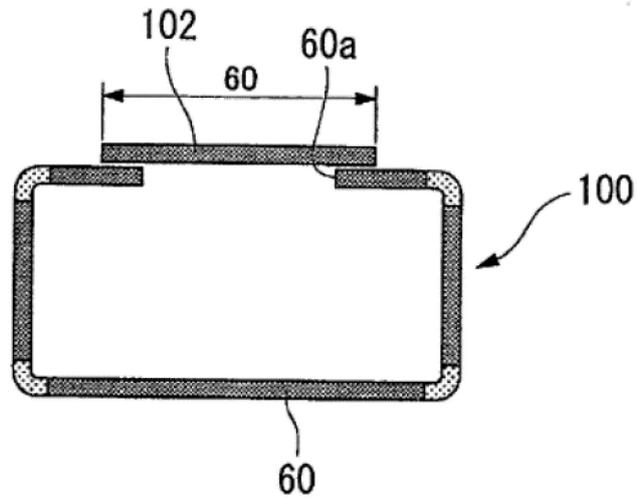


Fig.10B

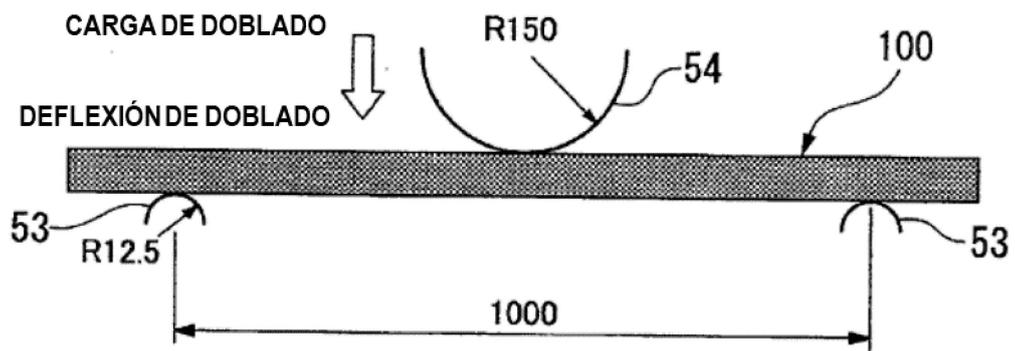


Fig.11

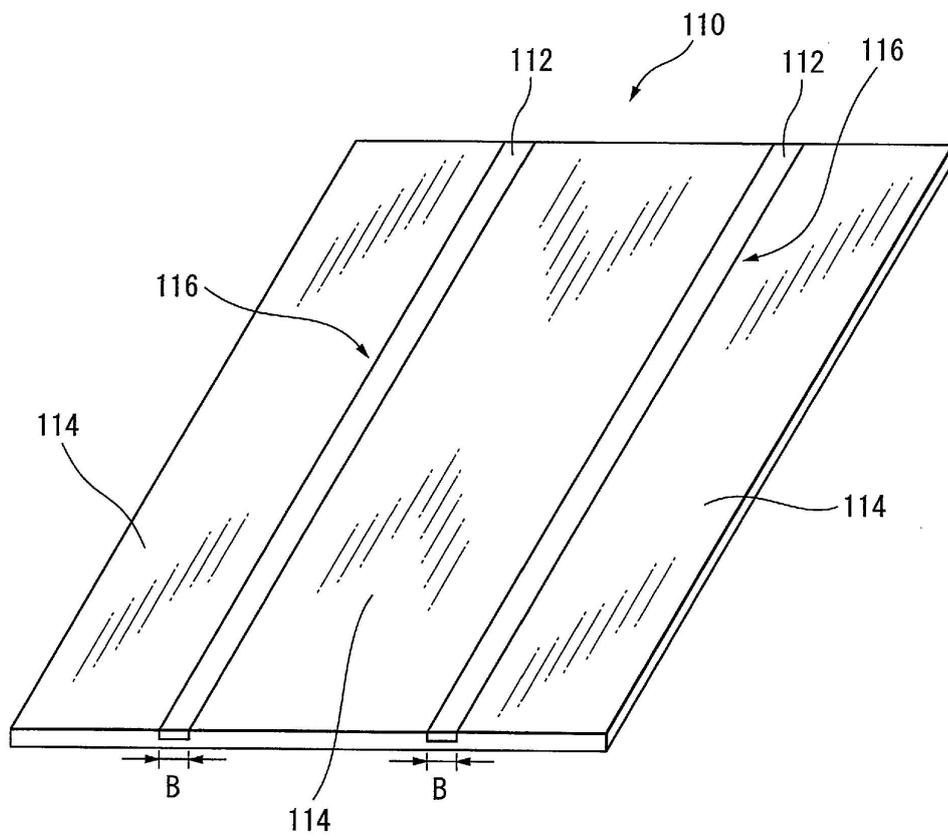


Fig.12

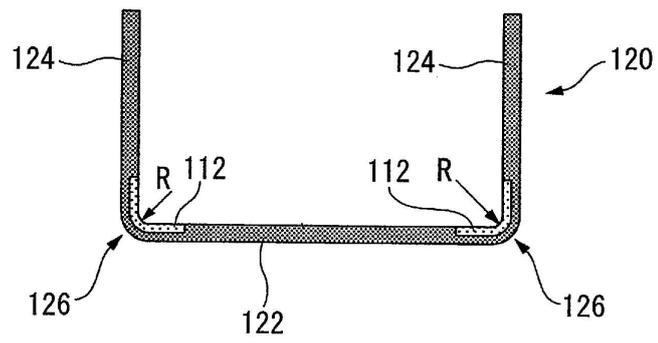


Fig.13

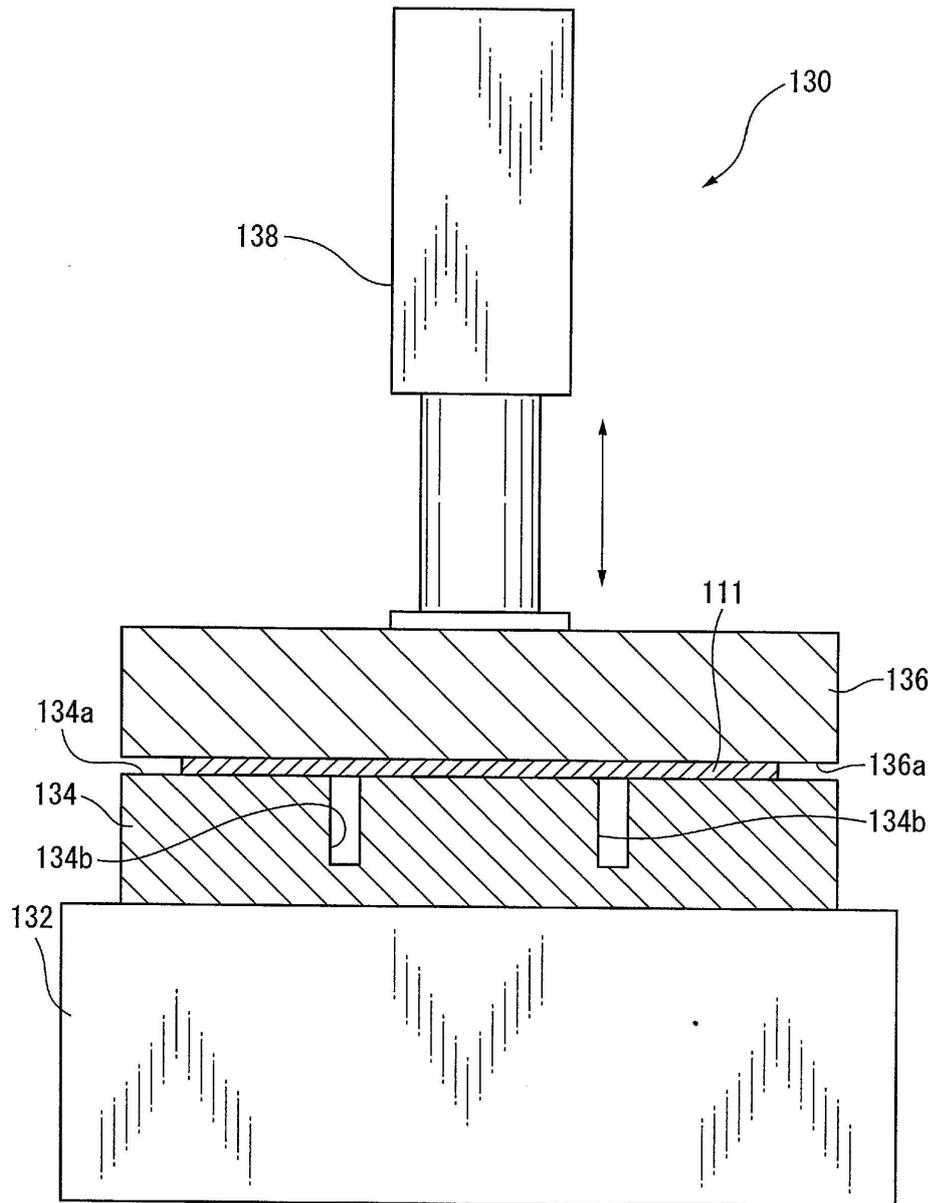


Fig.14

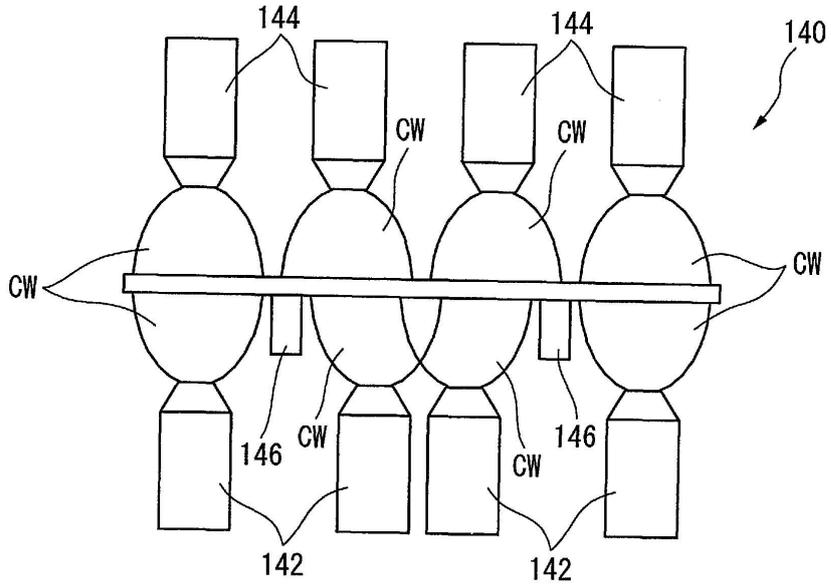


Fig.15

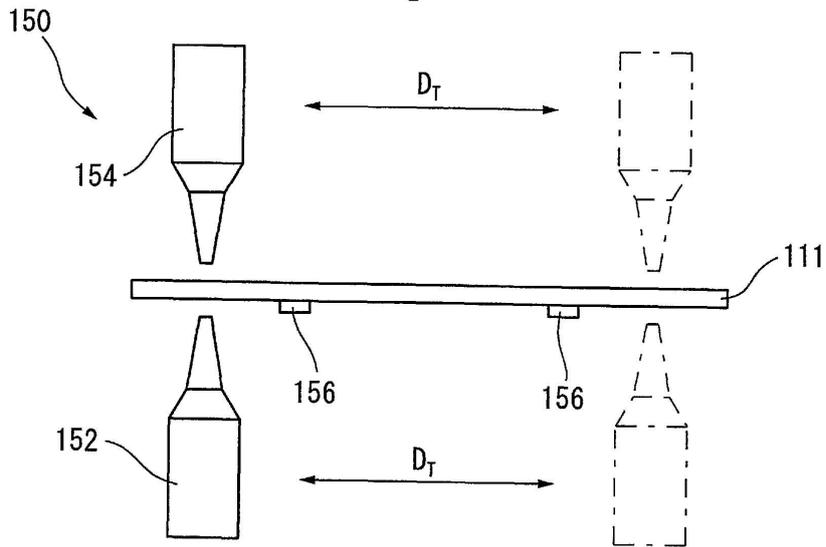


Fig.16A

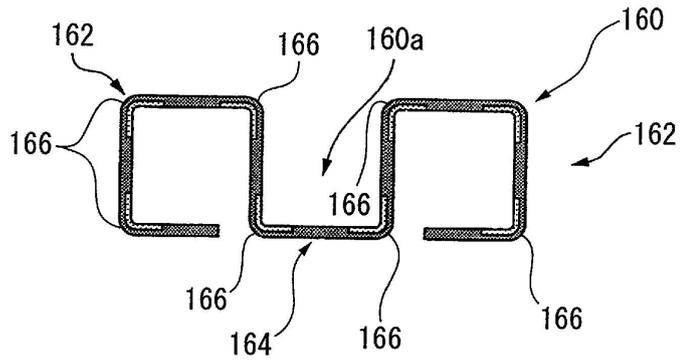


Fig.16B

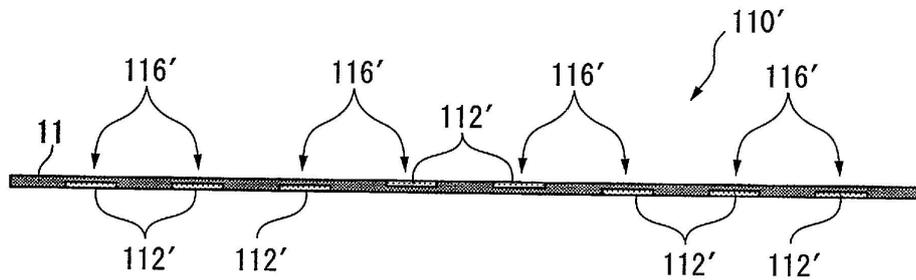


Fig.17A

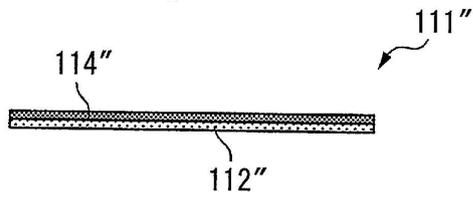


Fig.17B

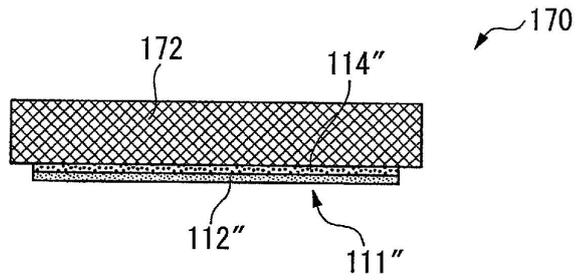


Fig.17C

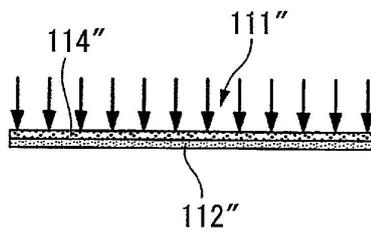


Fig.17D

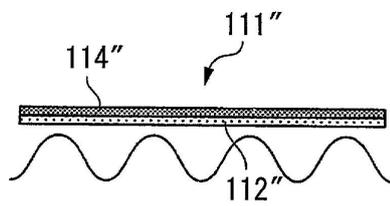


Fig.18A

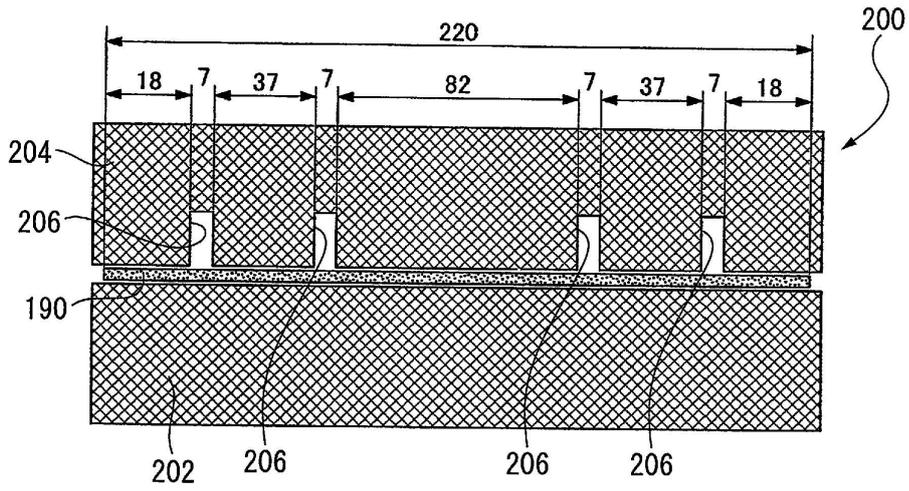


Fig.18B

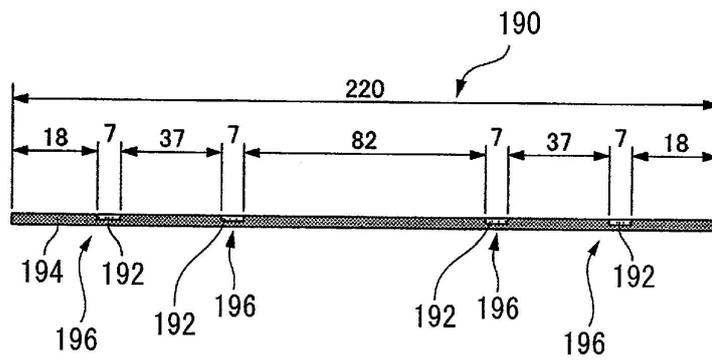


Fig.19A

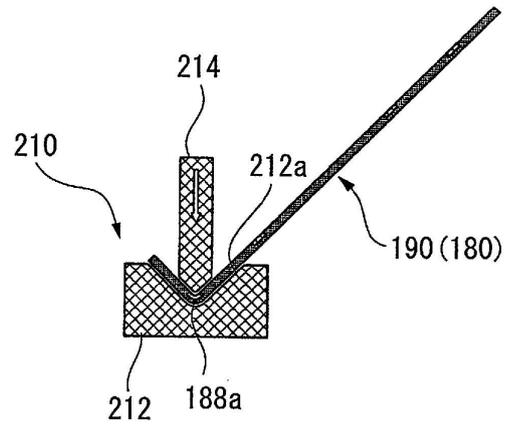


Fig.19B

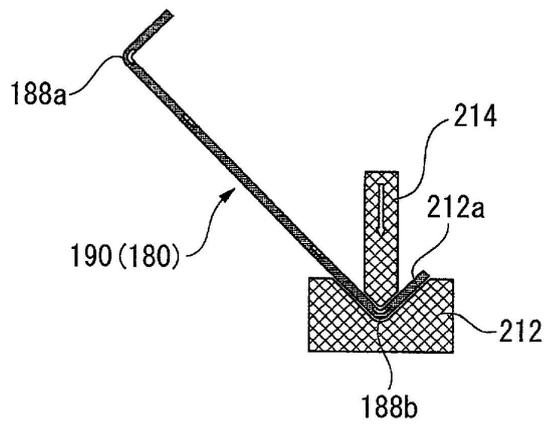


Fig.19C

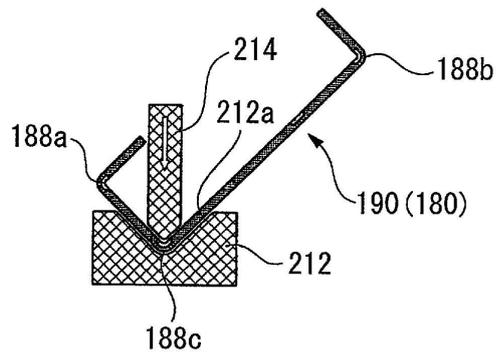


Fig.19D

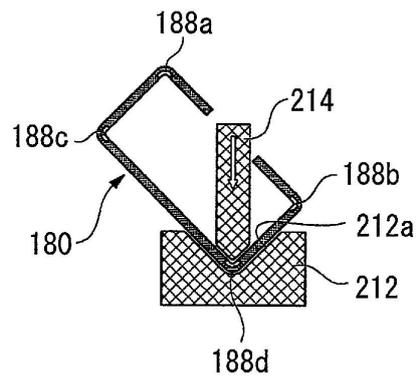


Fig.20

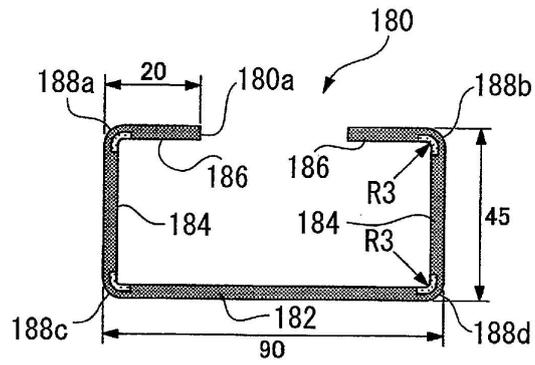


Fig.21A

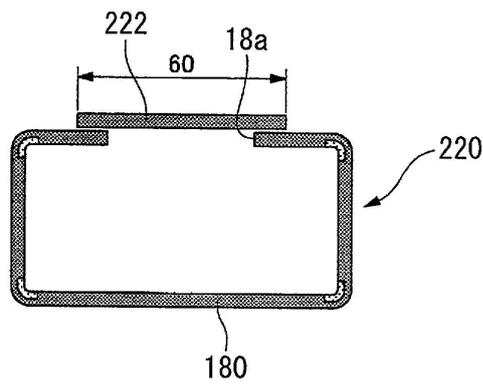


Fig.21B

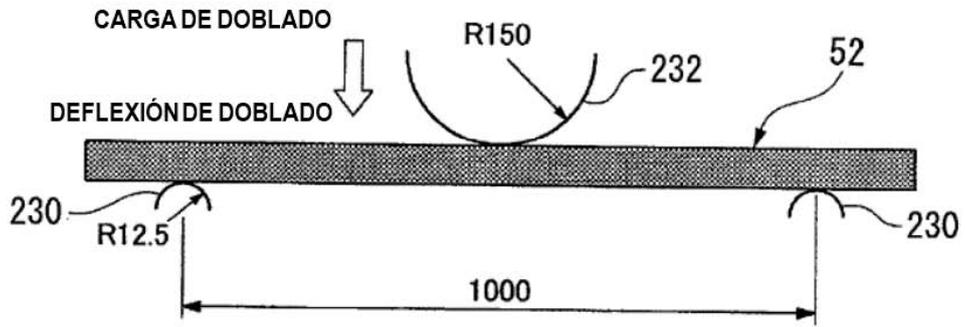


Fig.22A

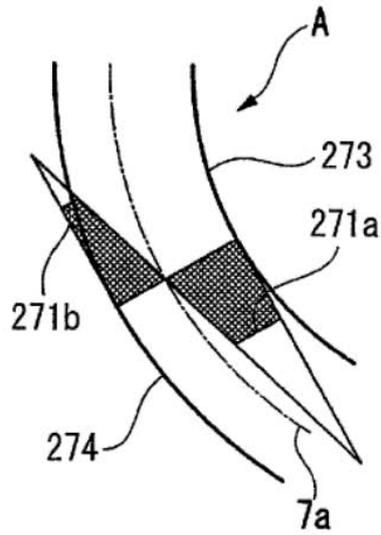


Fig.22B

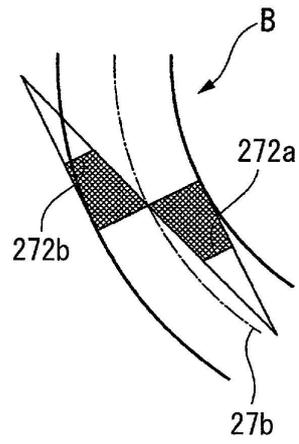


Fig.23A

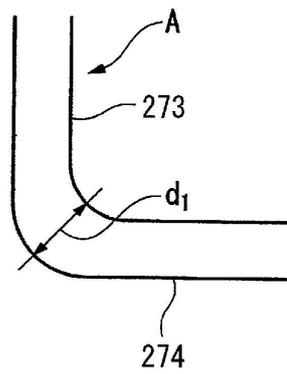


Fig.23B

