

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 212**

51 Int. Cl.:

B21D 28/34 (2006.01)

B21D 35/00 (2006.01)

B21D 24/16 (2006.01)

B21D 28/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.09.2016 PCT/JP2016/078637**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.04.2017 WO17057466**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2016 E 16851637 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.01.2020 EP 3357598**

54 Título: **Método para cortar usando un troquel de prensa**

30 Prioridad:

28.09.2015 JP 2015189830

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

31.08.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**YASUTOMI, TAKASHI;
MATSUNO, TAKASHI y
YOSHIDA, TOHRU**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 781 212 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 cortar usando un troquel de prensa

5 **Campo técnico**

La presente exposición se refiere a un método de corte que usa una prensa estampadora de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (véase por ejemplo el documento JP-A-2007-283339) para cizallar y cortar una pieza de trabajo configurada a partir de una primera chapa de metal y una segunda chapa de metal unidas en una porción de soldadura, para cortar a través de la porción de soldadura.

10

Técnica anterior

El cizallado, tal como en el troquelado o perforación de una chapa de metal delgada usando una prensa, es ampliamente empleado en el procesamiento de dispositivos eléctricos, componentes del automóvil, y similares debido a que el cizallado es altamente productivo y tiene unos bajos costes de mecanizado. No obstante, cuando tal cizallado se aplica a chapas de acero de alta resistencia con una resistencia a la tracción que supera los 1.000 MPa, existe el problema de que la resistencia residual es alta en los bordes de los huecos, es probable que ocurra un agrietamiento por fragilidad del hidrógeno (también referido como agrietamiento temporal o fractura retrasada), y se produce un deterioro en las propiedades de fatiga.

15

Además, es sabido que cuando una pieza de trabajo configurada a partir del mismo tipo o diferentes tipos de chapa de metal unidas por soldadura es cizallada, las propiedades de la resistencia y fatiga de la fragilidad del hidrógeno de las caras cizalladas de la porción de soldadura y de la zona afectada por el calor (referida más adelante como "porción HAZ") se deterioran.

20

Un cilindro troquelador formado por la pieza de trabajo que es presionada por el punzón, una cara de cizallado formada por la pieza de trabajo que es llevada a un espacio entre el punzón y el troquel (referido más adelante simplemente como "holgura") y localmente extendido, una cara de fractura formada por la pieza de trabajo que se fractura parcialmente mediante la formación de la cara de cizallado, y una rebaba generada sobre la cara trasera de troquelado de la pieza de trabajo, están presentes sobre las caras de borde de troquelado de la pieza de trabajo después del troquelado.

30

Normalmente, la holgura y la forma de la herramienta están ajustadas para conseguir las cantidades prescritas de cilindro troquelador, cara de troquelado, cara de fractura, y generación de rebabas en las caras de borde de troquelado, o para conseguir mejoras en las propiedades de la cara de borde después del procesamiento con respecto a estirar la conformabilidad de la brida, las propiedades de fatiga, la resistencia de la fragilidad del hidrógeno, y similares.

35

Por ejemplo, la Solicitud de Patente Japonesa Abierta a la Inspección Pública (JP-A) N° 2006-224151 (referida más adelante como Documento 1 de la Patente) expone ser capaz de reducir el endurecimiento del trabajo y la tensión de tracción residual en las caras de borde después del procesamiento usando unas herramientas que incluyen cuchillas curvas en las que la porción de punta de una porción de cuchilla de corte del punzón y/o el troquel tiene un perfil saliente, con un radio de curvatura y unos ángulos de reborde predeterminados, y con una holgura del 25% o menor.

40

Además, se ha informado en "Las actas de la Conferencia de la Junta Japonesa para la Tecnología de la Plasticidad" volumen 63, página 338 (referida más adelante como Documento 1 No de la Patente), que la resistencia a la tracción residual de las caras de troquelado se reduce cizallando con una alta tensión de compresión con una relación de espesor con holgura no mayor del 1%. Un método de perforación que tiene unas excelentes propiedades de producción de rebabas está introducido en el documento JP-A N° 2014-111283 (referido más adelante como Documento 2 de la Patente). En este método, el ángulo entre una dirección de ductilidad excelente y una dirección del borde de la cuchilla de un punzón en forma de cuña se expuso como no mayor de 10 grados.

50

COMPENDIO DE LA INVENCION55 **Problema técnico**

Las propiedades de fragilidad del hidrógeno y de fatiga pueden ser mejoradas controlando el cizallado para reducir la tensión residual y las caras cizalladas (véanse, por ejemplo, El Documento 1 de la Patente y el Documento 1 No de la Patente). No obstante, es difícil producir unas caras de troquelado que tengan unas características uniformes de la cara extrema cuando son formadas por el método del Documento 1 de la Patente. A saber, en casos en los que la forma del punzón tenga una dirección uniforme de la línea de corte, es posible que ocurra un agrietamiento en las porciones de soldadura y en las zonas afectadas por el calor en las que la tensión residual sea alta y la ductilidad y la dureza sean bajas en las caras cizalladas.

60

No obstante, en casos en los que la relación de la holgura con el espesor no sea mayor del 1%, como en el método del Documento 1 No de la Patente, ocurre la excoiación debido a una ligera desalineación del punzón. Además, existe el problema de que cuando la holgura cambia debido al desgaste en las caras laterales del punzón y el

65

troquel, la tensión residual aumenta en las caras cizalladas, y ya no se puede obtener un efecto de mejora suficiente de la resistencia a la fragilidad del hidrógeno.

5 Un objeto de la presente exposición es proporcionar un método de corte que use una prensa de estampación que permita conseguir una reducción de la tensión residual en las caras cizalladas de al menos una de una porción de soldadura o de una zona afectada por el calor de una pieza de trabajo.

Solución al problema

10 Un método de corte que usa una prensa de estampación de acuerdo con la presente invención se define en la reivindicación independiente 1.

De acuerdo con la presente exposición, la tensión residual puede ser reducida en las caras cizalladas de la porción de soldadura o en la zona afectada por el calor de una pieza de trabajo.

15 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La Figura 1 es una vista en perspectiva esquemática que ilustra una máquina de corte de una primera realización ejemplar.

20 La Figura 2 es una vista frontal esquemática de una máquina de corte de la primera realización ejemplar, vista a lo largo de la dirección Z de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista lateral esquemática de una máquina de corte de la primera realización ejemplar, vista a lo largo de la dirección Y de la Figura 1.

La Figura 4 es una vista superior esquemática de una máquina de corte de la primera realización ejemplar, vista a lo largo de la dirección X de la Figura 1.

25 La Figura 5 es una vista frontal esquemática que ilustra un punzón de la primera realización ejemplar, vista a lo largo de la dirección Z de la Figura 1.

La Figura 6 es un diagrama ampliado de la Figura 5 para explicar una relación entre una porción saliente del punzón de acuerdo con la primera realización ejemplar y una pieza de trabajo.

30 La Figura 7 es un diagrama ampliado de la Figura 6 para explicar una porción saliente de acuerdo con la primera realización ejemplar.

La Figura 8 es una vista lateral esquemática para explicar una porción saliente de acuerdo con la primera realización ejemplar, vista a lo largo de la dirección Y de la Figura 1.

La Figura 9A es un diagrama similar a la Figura 6, y se usa para explicar cuando la situación de una pieza de trabajo está en un segundo lado de la chapa de metal con respecto a un punzón.

35 La Figura 9B es un diagrama similar a la Figura 6, y se usa para explicar cuando la situación de una pieza de trabajo está en un primer lado de la chapa de metal con respecto a un punzón.

La Figura 10 es una vista frontal esquemática para explicar un estado en el que una porción saliente de un punzón de acuerdo con la primera realización ejemplar cizalla una porción de una primera zona afectada por el calor, una porción de soldadura, y una porción de una segunda zona afectada por el calor.

40 La Figura 11 es una vista frontal esquemática para explicar un estado en el que una porción saliente de un punzón de acuerdo con la primera realización ejemplar cizalla una porción de una porción de soldadura y una segunda zona afectada por el calor.

La Figura 12 es una vista frontal esquemática para explicar la porción saliente de un punzón de acuerdo con la primera realización ejemplar que cizalla una porción de la segunda zona afectada por el calor.

45 La Figura 13 es una vista frontal esquemática para explicar una forma de una porción saliente de acuerdo con una segunda realización ejemplar.

La Figura 14 es una vista frontal esquemática para explicar una forma de una porción saliente de acuerdo con una tercera realización ejemplar.

50 La Figura 15 es una vista frontal esquemática para explicar una forma de una porción saliente de acuerdo con una cuarta realización ejemplar.

La Figura 16 es una vista frontal esquemática para explicar una forma de una porción saliente de acuerdo con una quinta realización ejemplar.

La Figura 17 es una vista frontal esquemática para explicar una forma de una porción saliente de acuerdo con una sexta realización ejemplar.

55 La Figura 18 es una vista frontal esquemática para explicar una forma de una porción saliente de acuerdo con una séptima realización ejemplar.

La Figura 19 es una vista frontal esquemática para explicar una forma de una porción saliente de acuerdo con una octava realización ejemplar.

60 La Figura 20 es un gráfico que ilustra la tensión residual en un segundo límite frente a la distancia al segundo límite desde el centro de un borde de corte de una porción saliente.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

65 Primero, los presentes inventores investigaron el cizallado de una pieza de trabajo configurada a partir de dos tipos de chapas de metal laminado soldadas y unidas conjuntamente, cizallando con un punzón plano y un troquel, e investigaron la tensión residual en las caras cizalladas. Como resultado, se encontró que la tensión de tracción

residual era similar a, o mayor que, la de otras porciones (porciones generales) permaneció en porciones de soldadura y zonas afectadas por el calor.

5 En las porciones de soldadura y las zonas afectadas por el calor, como resultado de la aplicación de calor durante la soldadura, los granos de cristal aumentaron el tamaño del grano y se deterioraron la ductilidad y la dureza. Esto por lo tanto creó el problema de que pronto podrían producirse grietas en las caras cizalladas cuando la tensión de tracción procedente del cizallado permanece en la cara cizallada (superficies troqueladas). De este modo, puede suprimirse la ocurrencia de grietas en las caras cizalladas, y el agrietamiento por fragilidad del hidrógeno puede ser suprimido reduciendo la tensión de tracción remanente en las caras cizalladas de al menos parte de las porciones de soldadura o de las zonas afectadas por el calor.

10 Los presentes inventores han descubierto entonces que la generación de grietas y la generación de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno pueden ser efectivamente suprimidas disponiendo una porción saliente proyectada desde de un punzón, y cizallando la pieza de trabajo insertando la porción saliente en una zona de al menos parte de una porción de soldadura o una zona afectada por el calor de la pieza de trabajo antes de una porción plana. A continuación, sigue la descripción con respecto a un método de corte que usa una prensa de estampación para poner en práctica este descubrimiento.

15 Primera Realización Ejemplar
20 Sigue una descripción con respecto a una realización ejemplar, con referencia a los dibujos.

25 La Figura 1 ilustra una máquina de corte 10 para ejecutar un método de corte usando una prensa de estampación de acuerdo con la presente realización ejemplar. La Figura 2 es una vista de la cara frontal de la máquina de corte 10 ilustrada en la Figura 1. La Figura 3 ilustra una cara lateral de la máquina de corte 10 ilustrada en la Figura 1. Además, la Figura 4 ilustra una cara superior de la máquina de corte 10 ilustrada en la Figura 1. La Figura 5 ilustra una cara frontal de un punzón 24. En cada uno de los dibujos, un eje X, un eje Y, y un eje Z ilustran tres ejes mutuamente ortogonales.

30 La máquina de corte 10, por ejemplo ilustrada en la Figura 1 a la Figura 5, es un dispositivo para cortar una pieza de trabajo 12 en forma de chapa cizallando con el punzón 24 y un troquel 20. Hay que advertir que para facilitar la explicación, los detalles relativos a la configuración de la máquina de corte 10 se describirán más adelante. La pieza de trabajo 12 para ser cortada es, por ejemplo ilustrada en la Figura 2, una chapa de metal configurada a partir de una primera chapa de metal 14 y una segunda chapa de metal 16 que han sido formadas como una forma de chapa por laminado, y han sido unidas por soldadura juntamente por contacto porciones de ellas. Una porción de soldadura 35 18 está formada en una porción entre la primera chapa 14 de metal y la segunda chapa 16 de metal, siendo ésta la parte de contacto. Las zonas 30, 32 afectadas por el calor están formadas alrededor de la porción de soldadura 18 (en ambos lados de la porción de soldadura 18 en la dirección Y). Para facilitar la explicación, los detalles relativos a una configuración de la porción de soldadura 18, y de las zonas 30, 32 afectadas por el calor, se describirán más adelante.

40 La soldadura por fusión tal como la soldadura por arco o similar, la soldadura por presión, tal como la soldadura por resistencia que incluye la soldadura por recalcado y la soldadura por centelleo, pueden, por ejemplo, ser empleadas para soldar juntamente las porciones en contacto.

45 En una pieza de trabajo 12 no hay limitación a la soldadura de las porciones de contacto y, por ejemplo, la pieza de trabajo 12 puede ser una placa de metal configurada a partir de la primera chapa de metal 14 y la segunda chapa de metal 16 unidas por variados métodos de unión, tal como soldadura por puntos y estampación de las juntas, soldadura por fricción-agitación, y similar.

50 Además, independientemente del método de soldadura, la primera chapa de metal 14 y la segunda chapa de metal 16 pueden ser unas chapas de metal del mismo tipo de metal o chapas de metal de diferentes tipos de metal. Lingotes soldados a medida (TWBs) de diferentes tipos de chapas de metal unidas por soldadura son pletinas prensadas a medida como deseadas para resistencia, a prueba de herrumbre, y similar.

55 La pletina para la pieza de trabajo 12 no está limitada a la chapa de acero, y los ejemplos incluyen hierro, cobre, zinc, estaño, aluminio, magnesio, y aleaciones basadas en ellos. La dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 no está limitada a un espesor particular, mientras que sea un espesor capaz de ser cizallado. Además, el espesor de la primera chapa de metal 14 y de la segunda chapa de metal 16 puede ser diferente uno de otro.

60 Hay que tener en cuenta que en el cizallado en frío, la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 preferiblemente no excede de 6,0 mm desde la perspectiva de preservar la precisión dimensional del producto. En particular, la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 preferiblemente no excede de 3,0 mm en casos en los que se pide un alto grado de precisión dimensional del producto.

No obstante, cuando la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 es demasiado delgada, entonces la unión por soldadura se hace inestable, y así la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 es preferiblemente 0,1 mm o mayor. También, la dimensión T12 del espesor es más preferiblemente 0,5 mm o mayor.

5 La pieza de trabajo 12, es, por ejemplo, empleada en automóviles, productos eléctricos de consumo, estructuras de construcción, barcos, puentes, maquinaria de construcción, plantas variables, o similar.

10 Además, ejemplos que sirven como la pieza de trabajo 12 incluyen chapas laminadas en frío y similares que, después de cizallar en troquelado o perforar usando una prensa, las porciones cizalladas de ellas están sujetas a ensanchamiento de los agujeros o a levantamiento de las bridas.

15 Como se ha ilustrado en la Figura 6, la porción de soldadura 18 y las zonas 30, 32 afectadas por el calor antes descritas están formadas en la pieza de trabajo 12. La porción de soldadura 18 es una porción en la que la primera chapa de metal 14 y la segunda chapa de metal 16 que han sido fundidas después se han vuelto a solidificar. Las zonas 30, 32 afectadas por el calor son unas estructuras en la pieza de trabajo 12 que no han sido fundidas por el calor aplicado cuando se forma la porción de soldadura 18, pero en donde han ocurrido cambios en las propiedades del metal (metalúrgicas), propiedades mecánicas, o similares (véase, por ejemplo, la norma JIS sobre terminología de la soldadura (JIS Z 3001 n° 11202)).

20 Para facilitar la explicación, en la presente realización ejemplar, la zona afectada por el calor de la primera chapa de metal 14 en un lado S1 de la porción de soldadura 18 es referida como una primera zona 30 afectada por el calor, y la zona afectada por el calor de la segunda chapa de metal 16 en el otro lado de ella S2 es referida como una segunda zona 32 afectada por el calor.

25 Se deja que la coordenada en la dirección del eje Y de un borde 12A en el lado S1 de la pieza de trabajo 12 sea X0, y una distancia desde X0 hasta un primer límite 34 entre la primera zona 30 afectada por el calor y la porción de soldadura 18 sea X1. Además, dejando una distancia desde X0 hasta un segundo límite 36 entre la segunda zona 32 afectada por el calor y la porción de soldadura 18 es X2.

30 A continuación, la descripción sigue considerando una configuración detallada de la máquina de corte 10. La máquina de corte 10 incluye, por ejemplo como está ilustrado en la Figura 1 a la Figura 4, un troquel 20 que tiene una forma de cubo. La pieza de trabajo 12 está situada sobre una cara superior del troquel 20. Un taco 22 está dispuesto encima del troquel 20. El taco 22 está también tiene una forma de cubo sustancialmente similar a la del troquel 20. El taco 22 está dispuesto de modo que una cara frontal 22A, que es la cara en el lado de la dirección del eje Z, esté situada en la dirección del eje Z en el mismo plano liso como una cara frontal 20A del troquel 20. El taco 22 es elevado o descendido por, por ejemplo, un mecanismo de elevación y descenso, no ilustrado en los dibujos, y fijado para presionar la pieza de trabajo 12, que ha sido dejada sobre la cara superior del troquel 20, desde arriba.

40 El punzón 24 está dispuesto sobre el lado 22A de la cara frontal del taco 22. El punzón 24 tiene una forma de cubo, y está colocado con una dimensión de la anchura en la dirección del eje Y que es sustancialmente la misma dimensión que la dimensión de la anchura del taco 22 y el troquel 20. El punzón 24 es impulsado por un mecanismo de impulsión, no ilustrado en los dibujos, en la dirección arriba-abajo, que es la dirección del eje X, a lo largo de la cara frontal 22A del taco 22 y la cara frontal 20A del troquel 20. De este modo, en un estado en el que la pieza de trabajo 12 está sujeta entre el troquel 20 y el taco 22, el punzón 24 está configurado para que sea capaz de cortar una porción de la pieza de trabajo 12 que se extiende desde el troquel 20 por una acción de cizallado del punzón 24 y del troquel 20.

50 La cara inferior en la dirección del eje X del punzón 24 está formada plana, como está ilustrado en la Figura 5. Esta cara inferior plana es una porción plana 26. Una porción saliente 28 está formada en un centro de la porción plana 26 en la dirección de la anchura, que es la dirección del eje Y (ilustrada por la línea PC del centro en la Figura 7 en la presente realización ejemplar), con la porción saliente 28 saliendo hacia el lado de la pieza de trabajo 12. La pieza de trabajo 12 está, por ejemplo ilustrada en la Figura 7 y la Figura 8, colocada sobre el troquel 20 como se describe más adelante, para estar dispuesta debajo de la porción plana 26 en la dirección del eje X. Como está ilustrado en la Figura 8, la porción saliente 28 forma un saliente que se extiende en la dirección frontal-trasera, que es la dirección del eje Z. Hay que tener en cuenta que el punzón 24 puede estar provisto de varias de las porciones salientes 28.

60 La porción saliente 28 está, por ejemplo como está ilustrado en la Figura 7, formada en forma de cuña de modo que la dimensión W28' en la dirección del eje Y se estrecha en el avance en la dirección saliente, que es hacia abajo en la dirección del eje X, desde los extremos Xa, Xc de la base sobre el lado de la porción plana 26, que es el lado superior en la dirección del eje X. A saber, cuando es seccionada ortogonalmente a la dirección del movimiento del punzón 24 (la dirección del eje X), la porción saliente 28 tiene un área de la sección transversal que disminuye progresivamente desde una porción extrema de la base en el lado de la porción plana 26 hacia un borde de corte 28A en el extremo delantero de la porción saliente 28.

Esta referencia a una forma de cuña significa una cuchilla que tiene un extremo que es grueso y que se adelgaza según avanza hacia el otro extremo. En la presente realización ejemplar, el borde de corte de la cuchilla puede ser en punta o puede ser plano.

5 La porción saliente 28 que está formada en la forma de cuña incluye una cara 28B formada sobre una cara en una dirección del eje Y, y otra cara 28C formada sobre una cara en el otro lado. La cara 28B y la otra cara 28C están configuradas por unas caras planas que están inclinadas hacia el lado del PC de la línea del centro del punzón avanzando desde la porción plana 26 hacia un lado Xb de la punta. La "PC de la línea central del punzón" referida aquí es una línea imaginaria que se extiende a lo largo de la dirección del eje X para pasar a través de un centro del punzón 24 en la dirección del eje Y. Además, la "punta Xb" es un lugar en el centro de la dirección del eje Y del borde de corte 28A, y está situado sobre el PC de la línea central del punzón. La cara 28B y la otra cara 28C están unidas por el borde de corte plano 28A en el lado Xb de la punta de la porción saliente 28.

15 Una cara 28D del extremo frontal de la porción saliente 28 está, por ejemplo como está ilustrado en la Figura 8, formada para ser contigua hacia abajo en la dirección del eje X desde una cara frontal 24A del punzón 24. La cara 28D del extremo frontal tiene una forma de un triángulo isósceles (véase la Figura 7) que sale hacia abajo en la dirección del eje X visto a lo largo de la dirección del eje Z. Además, de forma similar, una cara 28E del extremo trasero de la porción saliente 28 está también formada para ser contigua a una cara trasera 24B del punzón 24. Además, la forma es una forma de triángulo equilátero que sale hacia abajo en la dirección del eje X visto en la dirección del eje Z.

25 Es suficiente que la porción saliente 28 salga desde la porción plana 26 al menos hacia abajo en la dirección del eje X. Debido a la adopción de tal configuración, la porción saliente 28 comienza a cortar la pieza de trabajo 12 antes de que la porción plana 26 corte la pieza de trabajo 12, como se describe más adelante. La presente invención es capaz de obtener el efecto ventajoso de reducir la tensión residual en las caras cizalladas adoptando tal configuración.

30 Además, con el fin de obtener el efecto ventajoso de reducir la tensión residual en las caras cizalladas, por ejemplo como ilustrado en la Figura 7, una dimensión H de proyección de la porción saliente 28 de la porción plana 26 es preferiblemente no menor que el 10% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 para ser cortada (véase la Figura 6). Además, la dimensión saliente H es más preferiblemente no menor del 50% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12.

35 Hay que tener en cuenta que aunque un mayor efecto ventajoso de reducción de la tensión residual en las caras cizalladas se obtiene cuanto mayor sea la dimensión H de proyección aquí referida, un límite superior de la dimensión H de saliente está naturalmente limitada para impedir el impacto en la pieza de trabajo 12 expuesta cuando el punzón 24 está en una posición superior.

40 Además, preferiblemente los siguientes parámetros son satisfechos con el fin de impedir daños al borde de corte 28A. A saber, un ángulo α formado entre la cara 28B y la otra cara 28C de la porción saliente es preferiblemente 10 grados o mayor. Esto es debido a que hay una preocupación sobre la tensión que se concentra en el borde de corte 28A y el daño en el borde de corte 28A ocurre si el ángulo α es menor de 10 grados.

45 Además, el ángulo α es preferiblemente no mayor de 170 grados desde la perspectiva de ser capaz de concentrar la tensión de cizallado, y es más preferiblemente no mayor de 120 grados. Además, el ángulo α es más preferiblemente no mayor de 80 grados.

50 Una relación posicional entre la pieza de trabajo 12 y la porción saliente 28, y una dimensión W28 de la anchura entre el extremo Xa de la base y el extremo Xc de la base en el lado 26 de la porción plana de la porción saliente 28 se determina como se indica más adelante.

55 Cuando la punta Xb se apoya y corta el centro de la dirección del eje Y de la porción de soldadura 18, los siguientes parámetros de la relación posicional entre la pieza de trabajo 12 y la porción saliente 28 facilitan el efecto ventajoso de reducir la tensión residual en las caras cizalladas para ser obtenida para la porción de soldadura 18 y las zonas 30, 32 afectadas por el calor.

60 La dimensión W28 de la anchura se determina basada en la dimensión W18 de la anchura de la porción de soldadura 18. Primero, como está ilustrado en la Figura 7, se deja el extremo Xa de la base en la intersección de la cara 28B de la porción saliente 28 y la porción plana 26 que sean un primer extremo Xa de la base, y se deja que el extremo Xc de la base en la intersección de la otra cara 28C de la porción saliente 28 y la porción plana 26 sean un segundo extremo Xc de la base. Además, se deja que la distancia desde el primer extremo Xa de la base hasta la línea PC del centro del punzón sea una primera dimensión W1 de la anchura, y se deja que la distancia desde el segundo extremo Xc de la base hasta la línea PC del centro del punzón sea una segunda dimensión W2 de la anchura. Se deja que la dimensión total de la anchura de la primera dimensión W1 de la anchura y la segunda dimensión W2 de la anchura sean la dimensión W28 de la anchura. En la presente realización ejemplar, la

dimensión W28 de la anchura es mayor que la dimensión W18 de la anchura de la porción de soldadura 18, por ejemplo como está ilustrado en la Figura 6 ($W28 = (W1+W2) > W18$).

5 Con el fin de mantener las propiedades de la cara frontal de las caras de cizallado distintas que en la porción de soldadura 18 y para obtener el efecto ventajoso de reducir la tensión residual en las caras cizalladas, preferiblemente la fijación se realiza dentro de un intervalo de modo que $\alpha < 170$ grados y $W28 = (W1+W2) < 5 \times T12$ (la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12). Más preferiblemente, la dimensión W28 de la anchura en la porción del extremo de la base de la porción saliente 28 se fija dentro de un intervalo tal que $\alpha < 120$ grados y $W28 = (W1+W2) < 5 \times T12$ (la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12).

10 El borde de corte 28A en forma de cuña está, por ejemplo como ilustrado en la Figura 7, formado plano. Tal borde de corte 28A tiene una cara de forma rectangular como se ve a lo largo de la dirección del eje X desde el lado inferior. Si la porción de la punta del borde de corte 28A es un ángulo agudo entonces hay una preocupación relativa al daño del desbarbado que ocurre debido a la tensión que se concentra en el borde de corte 28A. Así, el borde de corte 28A está hecho plano, lo que permite evitar el daño en el borde de corte 28A y que el punzón sea protegido.

15 La dimensión H28 de la anchura del borde de corte 28A en la dirección del eje Y es preferiblemente no menor que el 1% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 (véase la Figura 6). Haciendo la dimensión H28 de la anchura no menor del 1% de la dimensión T12 del espesor se evita una excesiva concentración de tensión en el borde de corte 28A. Esto por lo tanto permite impedir el daño en el borde de corte 28A. Además, la dimensión W28 de la anchura en la porción del extremo de la base de la porción saliente 28 es preferiblemente menor que la anchura total de la dimensión W18 de la anchura, la dimensión W30 de la anchura, y la dimensión W32 de la anchura. Haciendo que la dimensión W28 de la anchura tal que un valor signifique que la porción saliente 28 no se solape con toda la zona de la porción de soldadura 18 y las zonas 30, 32 afectadas por el calor en la dirección de la anchura cuando la porción saliente 28 cizalle la pieza de trabajo 12. Esto permite el efecto ventajoso de reducir la tensión residual en las caras de cizallado para ser obtenidas fiablemente al menos en una zona de la porción de soldadura 18 y en las zonas 30, 32 afectadas por el calor.

20 Además, la forma del borde de corte 28A de la porción saliente 28 puede ser una forma curva (forma redondeada) como se describe más adelante con referencia a la Figura 15 y la Figura 16. La realización del borde de corte 28A con una forma curva impide una concentración de tensiones, lo que permite impedir daños al bode de corte 28A.

25 Una holgura 38, por ejemplo como está ilustrada en la Figura 8, en donde está formado un espacio entre la cara trasera 24B del punzón 24 y la cara frontal 20A del troquel 20, es preferiblemente una dimensión del 0,5% al 25% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 como se expresa en lo que sigue.

30 Si la holgura 38 es menor del 0,5% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 entonces surge un problema con respecto al daño a la porción de punta de la porción saliente 28 debido al desbarbado que ocurre, y por lo tanto la holgura 38 es preferiblemente no menor del 0,5% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12. La holgura 38 es más preferiblemente no menor del 1,0% de ella.

35 No obstante, si la holgura 38 supera el 25% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12, entonces el curvado de la pieza de trabajo 12 aumenta, con la posibilidad de generación de rebabas. La holgura 38 es por lo tanto el 25% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 o menor. La holgura 38 es más preferiblemente el 15% de ella o menor.

40 Cuando se usa la máquina de corte 10 para ejecutar el método de corte usando una prensa de estampación de la presente realización ejemplar, la pieza de trabajo 12 se coloca en una cara superior 20B del troquel 20, la pieza de trabajo 12 es deslizada en la dirección del eje Z de modo que una porción para ser cizallada sobresalga del troquel 20, con una posición de cizallado alineada con un borde frontal 20C del troquel 20 (proceso de configuración).

45 Cuando se realiza esto, primero, como está ilustrado en la Figura 9A, la pieza de trabajo 12 está situada con respecto al punzón 24 de modo que el primer extremo Xa de la base de la porción saliente 28 esté situado más lejos del primer lado de la chapa de metal 14 que un límite 32A entre la segunda zona afectada por el calor 32 de la segunda chapa de metal 16 y una porción general 16A de ella. La referencia en la presente realización ejemplar a una "porción general" indica una porción de la pieza de trabajo 12 que no está afectada por la soldadura, a saber una porción en la dirección del eje Y fuera de las zonas afectadas por el calor. Por lo tanto, la porción saliente 28 comienza a cortar la pieza de trabajo 12 al menos en una de la porción de soldadura 18 o al menos en una de las zonas 30, 32 afectadas por el calor antes de que la porción plana 26 del punzón corte la pieza de trabajo 12. Hay que tener en cuenta que la referencia en la presente realización ejemplar a "comenzar a cortar" significa un contacto entre el punzón 24 y la pieza de trabajo 12 (generación de laminado en cilindros de troquelado).

50 De forma similar, como está ilustrado en la Figura 9B, la pieza de trabajo está situada con respecto al punzón 24 de modo que un segundo extremo Xc de la base del punzón 24 esté situado más alejado del segundo lado de la chapa de metal 16 que un límite 30A entre la primera zona afectada por el calor 30 y una porción general 14A. A saber, es suficiente colocar la pieza de trabajo 12 con respecto al punzón 24 de modo que uno del primer extremo Xa de la

base o el segundo extremo Xc de la base esté situado dentro de un intervalo desde el límite 30A al límite 32A de la pieza de trabajo 12.

- 5 Es sabido que en casos en los que muchas de las piezas de trabajo 12 están formadas soldando las chapas de metal 14, 16, que tienen la misma combinación de materiales una de otra, en las mismas condiciones respectivas, las dimensiones de la anchura de la porción de soldadura 18 y de las zonas 30, 32 afectadas por el calor tienen sustancialmente la misma dimensión en las respectivas piezas de trabajo 12.
- 10 Así, la posición en la dirección del eje Y y la dimensión de la anchura de la porción de soldadura 18 y de las zonas 30, 32 afectadas por el calor pueden ser medidas previamente para una muestra representativa de la pieza de trabajo 12 para ser cortada. Los resultados de tal medición pueden entonces ser empleados para colocar la dirección del eje Y de la pieza de trabajo 12 con respecto a la porción saliente 28 del punzón 24.
- 15 En tal estado situado, el mecanismo de impulsión es operado para descender el punzón 24 y para mover el punzón 24 con relación al troquel 20. La pieza de trabajo 12 es entonces cortada por cizallado para cortar la pieza de trabajo 12 a través de la porción de soldadura 18 (proceso de corte). Hay que tener en cuenta que el troquel 20 puede ser movido con respecto al punzón 24.
- 20 En este proceso de corte, el borde de corte 28A de la porción saliente 28 hace contacto con la pieza de trabajo 12 fijada por el troquel 20 y el taco 22. Cuando esto ocurre, colocando la pieza de trabajo 12 previamente de modo que uno del primer extremo Xa de la base o el segundo extremo Xc de la base esté situado entre el límite 30A y el límite 32A de la pieza de trabajo 12, la porción saliente 28 es insertada al menos en un lugar de las zonas 30, 32 afectadas por el calor y la porción de soldadura 18 cuando el punzón 24 es descendido. La porción saliente 28 cizalla entonces
- 25 la pieza de trabajo 12 cuando la tensión actúa sobre al menos un lugar de las zonas 30, 32 afectadas por el calor y la porción de soldadura 18. Cuando esto ocurre, debido a la concentración de tensión en el borde de corte 28A de la porción saliente 28, el borde de corte 28A es insertado en la pieza de trabajo 12 mientras que presiona hacia abajo sobre la pieza de trabajo 12 en la dirección del eje X. Aunque la zona de la pieza de trabajo 12 en contacto con la porción saliente 28 es cizallada por la tensión que actúa hacia abajo en la dirección del eje X a través de la porción saliente 28, la tensión que actúa en la vecindad del lugar de cizallado es limitada y sólo hay una pequeña cantidad de deformación plástica. Las zonas de la pieza de trabajo 12 cizalladas por la porción saliente 28 son de este modo progresivamente cizalladas en un estado limitado por la pieza de trabajo 12 en su periferia. Así, la generación de grietas de fractura dúctiles es retrasada en las zonas en contacto con la porción saliente 28, extendiendo la zona de la cara de cizallado, y reduciendo la tensión de tracción residual. De esta manera, la porción saliente 28 cizalla la
- 30 pieza de trabajo 12 antes de que la porción plana 26 del punzón 24 corte la pieza de trabajo 12.
- 35 A continuación, cuando el punzón 24 es descendido, la porción plana 26 se apoya en la pieza de trabajo 12 y presiona la pieza de trabajo 12. Por lo tanto, la pieza de trabajo 12 se curva deformándose hacia abajo por la tensión generada por la presión, y la pieza de trabajo 12 recibe una acción de cizallado a partir de la porción plana 26 del punzón y el troquel 20 mientras está en un estado curvo, y es cortada.
- 40 Cuando esto ocurre, una porción de la pieza de trabajo 12 es cizallada por la porción saliente 28 antes de que la porción plana 26 corte la pieza de trabajo 12 como un conjunto, extendiendo la zona de la cara de corte. Así, en comparación con los casos en los que la pieza de trabajo 12 es cortada por la porción plana 26 del punzón 24
- 45 solamente, la tensión de tracción remanente en al menos un lugar de las zonas 30, 32 afectadas por el calor y la porción de soldadura 18 durante el cizallado puede ser suprimida en gran medida. Como resultado, la generación de grietas por fragilidad del hidrógeno y la generación de grietas de fatiga en las caras cizalladas después del cizallado pueden ser suprimidas.
- 50 Así, por ejemplo, incluso para chapas de acero de alta resistencia con una tensión de tracción que supera los 1000 MPa en donde es posible que haya una alta tensión residual en las caras cizalladas, y en los lingotes soldados a medida (TWBs), la generación de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno y la generación de grietas de fatiga pueden ser suprimidas.
- 55 Además, por ejemplo, incluso en casos en los que hay alguna gran holgura 38 entre el punzón 24 y el troquel 20, tal como, por ejemplo, un 10% o mayor, las caras cizalladas pueden ser formadas de modo que tengan unas excelentes propiedades de tracción, propiedades de fatiga, y de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno.
- 60 La dimensión W28 de la anchura en el extremo de la base de la porción saliente 28 se fija mayor que la dimensión W18 de la anchura de la porción de soldadura 18. Así, por ejemplo, como está ilustrado en la Figura 10, la porción saliente 28 puede cortar la porción de soldadura 18 y al menos una porción de la primera zona 30 afectada por el calor contigua a la porción de soldadura 18 y a al menos una porción de la segunda zona 32 afectada por el calor contigua a la porción de soldadura 18 antes de que la porción plana 26 corte la pieza de trabajo 12. Esto permite que la tensión de tracción remanente en las caras cizalladas en la porción de soldadura 18, la primera zona afectada por
- 65 el calor 30, y la segunda zona 32 afectada por el calor sean reducidas, lo que permite que la generación de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno y la generación de grietas por fatiga sean efectivamente suprimidas.

5 Hay que tener en cuenta que la tensión residual en las caras cizalladas puede ser reducida en tanto que la porción saliente 28 corta al menos una porción de la porción de soldadura 18, o de la primera zona 30 afectada por el calor, o la segunda zona 32 afectada por el calor 32 antes de cortar por la porción plana 26, permitiendo que la generación de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno y que la generación de grietas de fatiga sean suprimidas.

10 Por ejemplo, como está ilustrado en la Figura 11, la certeza de que la porción de soldadura 18 y la segunda zona 32 afectada por el calor sean cizalladas primero se consigue colocando la pieza de trabajo 12 de modo que el centro del borde de corte 28A de la porción saliente 28 esté alineado con el segundo límite 36 entre la porción de soldadura 18 y la segunda zona 32 afectada por el calor. La tensión residual en las caras cizalladas es por tanto reducida, permitiendo que la generación de grietas de fatiga en el segundo límite 36 sea suprimida.

15 Además, ilustrado por ejemplo en la Figura 12, por la porción saliente 28 del punzón 24 que cizalla una porción de, por ejemplo, la segunda zona 32 afectada por el calor antes de cortar por la porción plana 26, la tensión residual es reducida en las caras cizalladas de la segunda zona 32 afectada por el calor, permitiendo que la generación de grietas de fatiga sea suprimida.

20 La dimensión H del saliente de la porción saliente 28 desde la porción plana 26 se fija que no sea menor del 50% de la dimensión T12 del espesor de la pieza de trabajo 12 para ser cortada. El efecto de cizallado de la porción saliente 28 es por tanto elevado.

25 Hay que tener en cuenta que la presente realización ejemplar, y en una segunda realización ejemplar hasta una octava realización ejemplar explicada más adelante, aunque la dimensión H del saliente se fija que no sea menor del 50% de la dimensión T12 del espesor, se obtiene todavía alguna reducción de la tensión residual en las caras cizalladas debido a que la porción saliente 28 en tanto que la dimensión H del saliente no sea menor del 10% de la dimensión T12 del espesor.

30 Además, el ángulo α formado entre la cara 28B y la otra cara 28C de la porción saliente 28 se fija que no sea menor de 10 grados, a fin de impedir daños en el borde de corte 28A. Además, el ángulo α se fija de 10 grados a 80 grados. Esto permite que la dimensión W28 de la anchura sea asegurada en el extremo de la base de la porción saliente 28 mientras que se suprimen los daños al borde de corte 28A.

35 Hay que tener en cuenta en la presente realización ejemplar, y una segunda realización ejemplar hasta una octava realización ejemplar explicada más adelante, aunque el ángulo α se fije de 10 grados hasta 80 grados, no hay limitación a ello. Por ejemplo, el límite superior del ángulo α puede ser fijado no mayor de 120 grados, o hasta no mayor de 170 grados.

40 Además, en la presente realización ejemplar y en una segunda realización ejemplar hasta una octava realización ejemplar explicada más adelante, aunque la porción saliente 28 está configurada en una forma de cuña para facilitar la inserción del borde de corte 28A en la pieza de trabajo 12, no hay limitación a tal forma. Algún efecto de reducción de la tensión residual puede todavía ser obtenido en las caras cizalladas incluso si la porción saliente 28 está configurada, por ejemplo, en una forma rectangular.

45 Segunda Realización Ejemplar

La Figura 13 es un diagrama que ilustra una segunda realización ejemplar de la presente exposición. Unas porciones que son la misma o equivalentes a las de la primera realización ejemplar están anejas con los mismos signos de referencia y se omite su descripción. Sólo se describen las porciones que difieren de las de la primera realización ejemplar.

50 A saber, en la presente realización ejemplar la forma de la porción saliente 28 difiere de la de la primera realización ejemplar. En la porción saliente 28 de acuerdo con la presente realización ejemplar, una primera dimensión W1 de la anchura, desde un primer extremo Xa de la base en la intersección entre una cara 28B y una porción plana 26 hasta una línea PC del centro del punzón, se fija más corta que una dimensión W2 de la anchura, desde la línea PC del centro del punzón hasta un segundo extremo Xc de la base en la intersección entre otra cara 28C y la porción plana 26 ($W1 < W2$).

60 En tales casos la posición en la que se desea la supresión del agrietamiento por fragilidad del hidrógeno (una posición en la que el agrietamiento por fragilidad del hidrógeno se prevé que sea el más extremo) es preferiblemente dispuesta, cizallada, y cortada en el centro de un borde de corte 28A de la porción saliente 28.

65 Esto permite unos efectos ventajosos similares para ser obtenidos a los de la primera realización ejemplar incluso en casos en los que la primera dimensión W1 de la anchura y la segunda dimensión W2 de la anchura difieran una de otra.

Tercera Realización Ejemplar

La Figura 14 es un diagrama que ilustra una tercera realización ejemplar de la presente exposición. Unas porciones que son las mismas o equivalentes a las de la primera realización ejemplar están anejas con los mismos signos de referencia, y se omite su descripción.

5 A saber, en la presente realización ejemplar, la forma de la porción saliente 28 difiere de la de la primera realización ejemplar. La porción saliente 28 de acuerdo con la presente realización ejemplar está configurada con unas caras curvas en las que una cara 28B y otra cara 28C están retiradas hacia adentro, y se forma un borde 28A de corte agudo.

10 La presente realización ejemplar también permite obtener unos efectos ventajosos similares a los de la primera realización ejemplar. Además, con la porción saliente 28, aunque la tensión residual se reduce en posiciones en la proximidad de la punta del borde de corte 28A y la generación de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno y la generación de grietas de fatiga pudiendo ser efectivamente suprimidas, hay un gran deterioro de efectividad en posiciones en la dirección desde la punta.

Cuarta Realización Ejemplar

La Figura 15 es un diagrama que ilustra una cuarta realización ejemplar de la presente exposición. Las porciones que son la misma o equivalentes a las de la primera realización ejemplar están anejas con los mismos signos de referencia y se omite su descripción. Solamente se describen las porciones que difieren de las de la primera realización ejemplar.

20 A saber, en la presente realización ejemplar la forma de la porción saliente 28 es diferente de la de la primera realización ejemplar. La porción saliente 28 de acuerdo con la presente realización ejemplar está configurada por caras curvas en las que una cara 28B y otra cara 28C se comban hacia afuera, y un borde de corte 28A en la punta de la porción saliente 28 está configurado por una cara curva.

25 La presente realización ejemplar también permite la obtención de unos efectos ventajosos similares a los de la primera realización ejemplar.

30 Además, se puede mejorar un efecto para impedir daños en el borde de corte 28A. Además, un efecto de reducción de la tensión de tracción más uniforme se obtiene dentro del intervalo de la dimensión de la anchura W_{28} ($W_{28}=W_1+W_2$) en el extremo de la base de la porción saliente 28.

Quinta Realización Ejemplar

La Figura 16 es un diagrama que ilustra una quinta realización ejemplar de la presente exposición. Las porciones que son las mismas o equivalentes a las de la primera realización ejemplar están anejas con los mismos signos de referencia y se omite su descripción. Solamente se describen las porciones que difieren de las de la primera realización ejemplar.

40 A saber, en la presente realización ejemplar la forma de la porción saliente 28 es diferente de la de la primera realización ejemplar. La porción saliente 28 de acuerdo con la presente realización ejemplar tiene un borde de corte 28A en la punta configurada por una cara curva que sale hacia el lado de la punta y es redondeado.

45 La presente realización ejemplar también permite unos efectos ventajosos similares a los obtenidos para los de la primera realización ejemplar.

50 Además, cuanto mayor es el radio de curvatura (R) del borde de corte 28A más puede reducirse el daño al borde de corte 28A. No obstante, cuanto menor sea el radio de curvatura (R) mayor será el efecto obtenido de la reducción de la tensión de tracción residual.

Sexta Realización Ejemplar

La Figura 17 es un diagrama que ilustra una sexta realización ejemplar de la presente exposición. Las porciones que son las mismas o equivalentes a las de la primera realización ejemplar están anejas con los mismos signos de referencia y se omite su descripción. Solamente se describen las porciones que difieren de las de la primera realización ejemplar.

60 A saber, en la presente realización ejemplar una forma de una porción saliente 28 difiere de la de la primera realización ejemplar. La porción saliente 28 de acuerdo con la presente realización ejemplar tiene un borde de corte 28A biselado, y la cara extrema del borde de corte 28A está inclinada un ángulo β con respecto a una línea paralela 26A paralela a una porción plana 26.

65 La presente realización ejemplar permite también obtener unos efectos ventajosos similares a los de la primera realización ejemplar.

Además, se obtiene un efecto para suprimir el daño al borde de corte 28A independientemente del ángulo β de la cara extrema. Además, el borde de corte 28A puede ser aplicado en combinación con el redondeado como en la quinta realización ejemplar.

5 Séptima Realización Ejemplar

La Figura 18 es un diagrama que ilustra una séptima realización ejemplar de la presente exposición. Las porciones que son las mismas o equivalentes a las de la primera realización ejemplar están anejas con los mismos signos de referencia y se omite su descripción. Solamente se describen las porciones que difieren de las de la primera realización ejemplar.

10 A saber, en la presente realización ejemplar una forma de una porción saliente 28 difiere de la de la primera realización ejemplar. La porción saliente 28 de acuerdo con la presente realización ejemplar está inclinada de modo que una dimensión H saliente se hace progresivamente más pequeña alejándose del troquel 20 en la dirección del eje Z, y un ángulo de inclinación entre una línea de cresta de la porción saliente 28 y una línea paralela 26A paralela a una porción plana 26 se fija con un ángulo de inclinación γ .

15 La presente realización ejemplar también permite obtener unos efectos ventajosos similares a los de la primera realización ejemplar.

20 Además, cuanto mayor sea el ángulo γ de inclinación de la línea de cresta de la porción saliente 28 mayor es el efecto de la reducción de la tensión residual; no obstante, el riesgo de daños al borde de corte 28A es por tanto elevado.

25 Octava Realización Ejemplar

La Figura 19 es un diagrama que ilustra una octava realización ejemplar de la presente exposición. Las porciones que son las mismas o equivalentes a las de la primera realización ejemplar están anejas con los mismos signos de referencia y se omite su descripción. Solamente se describen las porciones que difieren de las de la primera realización ejemplar.

30 A saber, en la presente realización ejemplar una forma de una porción saliente 28 difiere de la de la primera realización ejemplar. La porción saliente 28 de acuerdo con la presente realización ejemplar está configurada de modo que una dimensión H saliente se hace progresivamente menor alejándose del troquel 20 en la dirección del eje Z. La tasa de reducción en la dimensión H saliente de la porción saliente 28 se hace menor progresivamente en una dirección alejándose del troquel 20, de modo que la línea de cresta de la porción saliente 28 es curva en la dirección de la longitud de la porción saliente 28, siendo ésta la dirección del eje Z.

35 La presente realización ejemplar también permite unos efectos ventajosos similares a los obtenidos por los de la primera realización ejemplar, y permite unos efectos ventajosos similares a los obtenidos por los de la séptima realización ejemplar.

40 Hay que advertir que aunque en los ejemplos de realización ejemplar primero a octavo han sido descritos de casos en los que la pieza de trabajo 12 es cortada, no hay limitación a esto. Por ejemplo, una sección de abertura puede estar dispuesta en la cara superior 20B del troquel 20 con la forma de la sección de la abertura teniendo una forma en la que un punzón 24 es insertable, y después un agujero perforado en la pieza de trabajo 12 usando la fuerza de cizallado del punzón 24 y el troquel 20. Cuando se hace esto, la pieza de trabajo 12 puede ser usada como un producto, y el miembro punzado puede ser también usado como un producto.

45 La siguiente descripción sigue con respecto a los Ejemplos de la presente exposición.

50 Ejemplos

Como pieza de trabajo 12 se puede usar una chapa de acero configurada a partir de una soldadura conjunta de una chapa de acero de grado 780 MPa y se puede usar una chapa de acero de grado 1180 MPa (referida en adelante como un "miembro 780-1180"). La dimensión T12 de la pieza de trabajo 12 era 1,6 mm.

55 La máquina de corte 10 ilustrada en la Figura 1 a la Figura 4 de la primera realización ejemplar fue empleada en el cizallado. Una máquina de servoprensado fue empleada como mecanismo de prensa de la máquina de corte 10, y una velocidad de descenso usada para el punzón 24 fue de 100 mm/s. La forma de la porción saliente 28 del punzón 24 fue una forma redondeada configurada con el borde de corte 28A teniendo la cara curva de la sexta realización ejemplar ilustrada en la Figura 16. La porción saliente 28 se fijó con $W1 = 2$ mm, $W2 = 2$ mm, $H = 2$ mm, y la holgura 38 fue el 10% de la dimensión del espesor de la pieza de trabajo 12 (1,6 mm). Hay que tener en cuenta que la pieza de trabajo 12 se describirá ahora usando los signos de referencia asignados en la Figura 6.

60 Los miembros cizallados fueron destinados a piezas de trabajo 12 desplazadas hacia el lado S1 con respecto al centro del borde de corte 28A y cizallados en un intervalo respectivo de 0,3 mm en una distancia desde una posición en la que el segundo límite 36 de la respectiva pieza de trabajo 12 estaba alineado con el centro del borde de corte

28A de la porción saliente 28 ($a=0$) hasta una posición en la que el segundo límite 36 estaba desplazado 3 mm con respecto al centro del borde de corte 28A ($a=3$).

5 Después del cizallado la tensión residual fue medida en la porción de soldadura 18 de las caras cizalladas de cada uno de los miembros cizallados. Además, se realizaron unas pruebas de inmersión en las que los miembros cizallados fueron inmersos en una solución de ácido tiocianico en una concentración de desde 1g/L a 100g/L para investigar las propiedades de fragilidad del hidrógeno después del cizallado.

10 La Figura 20 ilustra los resultados de la medida de la tensión residual en las caras cizalladas después del cizallado. El eje horizontal indica la distancia a lo largo de la dirección de la anchura de la pieza de trabajo 12 (la dirección del eje Y) entre la posición en el centro del borde de corte 28A de la porción saliente y el segundo límite 36 entre la porción de soldadura 18 y la segunda zona 32 afectada por el calor. El eje vertical indica los valores medidos de la tensión residual en las caras cizalladas en el segundo límite 36.

15 La tensión residual aquí referida es la obtenida midiendo los cambios en el espaciado del retículo en las caras cizalladas usando una difracción de rayos X.

20 Los resultados fueron que la tensión residual fue minimizada cuando cizalladas con la posición del centro del borde de corte 28A de la porción saliente 28 alineada con el segundo límite 36. Además, la tensión residual aumentó cuando el segundo límite 36 se movió alejándose desde la posición en el centro del borde de corte 28A de la porción saliente 28, y un notable efecto de reducción de la tensión residual fue evidente hasta $a=2$ mm.

La Tabla 1 ilustra los resultados de las pruebas de inmersión usando tiocianato amónico.

25

Tabla 1

Concentración de tiocianato	Sin porción saliente	Longitud entre el eje central de la porción saliente y el límite entre la zona afectada por el calor y la porción de soldadura = 0 mm	Longitud entre el eje central de la porción saliente y el límite entre la zona afectada por el calor y la porción de soldadura = 1 mm	Longitud entre el eje central de la porción saliente y el límite entre la zona afectada por el calor y la porción de soldadura = 2 mm	Longitud entre el eje central de la porción saliente y el límite entre la zona afectada por el calor y la porción de soldadura = 3 mm
1 g/L	0	0	0	0	0
10 g/L	X	0	0	0	X
50 g/L	X	0	0	0	X
100 g/L	X	0	0	X	X

0= No agrietamiento X = Agrietamiento

30

35 En las pruebas en las que no había porción saliente 28 dispuesta, y el cizallado era realizado con un punzón 24 que tiene sólo una porción plana 26, apareció agrietamiento por fragilidad del hidrógeno en el segundo límite 36 entre la porción de soldadura 18 y la segunda zona 32 afectada por el calor después de la inmersión en tiocianato amónico en una concentración de 1 g/L durante 72 horas. No obstante, la generación de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno fue suprimida disponiendo la porción saliente 28 sobre el punzón 24.

40 El efecto de la porción saliente 28 en tales casos difirió de acuerdo con la distancia entre la posición del centro del borde de corte 28A de la porción saliente 28 y el segundo límite 36. Cuanto menor sea la distancia entre la posición del centro del borde de corte 28A de la porción saliente 28 y el segundo límite 36, mayor será el efecto de supresión del agrietamiento por fragilidad del hidrógeno, y más alta será la concentración del tiocianato amónico en el cual podría ser realizada la inmersión sin la generación de agrietamiento por fragilidad del hidrógeno.

45 Hay que tener en cuenta que el efecto de la porción saliente 28 en las pruebas de inmersión con tiocianato amónico fue solamente medido por si había o no agrietamiento por fragilidad del hidrógeno en el segundo límite 36. Estos resultados de las pruebas confirmaron este efecto sobre un intervalo de 0 mm a 2 mm para la distancia entre la posición del centro del borde de corte 28A de la porción saliente 28 y el segundo límite 36.

- 50 Lista de Signos de Referencia
- 12 pieza de trabajo
 - 14 primera chapa de metal
 - 16 segunda chapa de metal

	18	porción de soldadura
	20	troquel
	24	punzón
5	26	porción plana
	28	porción saliente
	28A	borde de corte
	28B	una cara
	28C	otra cara
10	30	primera zona afectada por el calor
	32	segunda zona afectada por el calor
	α	ángulo
	T12	dimensión del espesor

Suplemento

15 Los siguientes aspectos pueden ser resumidos a partir de la presente especificación. No obstante, el alcance de la presente invención está definido por las reivindicaciones anejas.

20 Un método de corte usando una prensa de estampación, comprendiendo el método de corte: una pieza de trabajo que comprende una primera chapa de metal y una segunda chapa de metal unidas en una porción de soldadura, y una zona afectada por el calor alrededor de la porción de soldadura, colocando la pieza de trabajo en una posición relativa a un punzón, el punzón que incluye una porción saliente que sale más hacia la pieza de trabajo que una porción plana del punzón, de modo que la porción saliente comience a cortar una o más de la zona afectada por el calor o la porción de soldadura antes de que la porción plana corte la pieza de trabajo; y corte la pieza de trabajo moviendo el punzón y un troquel uno con respecto al otro en la posición en la que la pieza de trabajo está situada, para cizallar a través de la porción de soldadura de la pieza de trabajo.

30 En un método de corte de la prensa de estampación de un segundo aspecto, además del primer aspecto, la pieza de trabajo es colocada con relación al punzón en una posición en la que la porción saliente comienza a cizallar la zona afectada por el calor y la porción de soldadura, que son mutuamente adyacentes, antes de que la porción plana corte la pieza de trabajo, de modo que la pieza de trabajo sea cizallada y cortada.

35 En un método de corte de la prensa de estampación de un tercer aspecto, además del primer aspecto o del segundo aspecto, la pieza de trabajo es colocada con relación al punzón en una posición en la que la porción saliente comienza a cizallar la porción de soldadura y la zona afectada por el calor, la cual está formada en ambos lados de la porción de soldadura, antes de que la porción plana corte la pieza de trabajo, de modo que la pieza de trabajo sea cizallada y cortada.

40 En un método de corte de la prensa de estampación de un cuarto aspecto, además de cualquiera del primer aspecto al tercer aspecto, la porción saliente del punzón tiene una dimensión del saliente desde la porción plana de no menos del 10% de una dimensión del espesor de la pieza de trabajo.

45 En un método de corte de la prensa de estampación de un quinto aspecto, además de cualquiera del primer aspecto al cuarto aspecto, la porción saliente del punzón tiene una dimensión del saliente desde la porción plana de no menos del 50% de una dimensión del espesor de la pieza de trabajo.

50 En un método de corte de la prensa de estampación de un sexto aspecto, además de cualquiera del primer aspecto al quinto aspecto, la porción saliente del punzón tiene una forma de cuña con una dimensión de la anchura que progresivamente se estrecha hacia la dirección del saliente con un ángulo formado entre una cara en un lado en la dirección de la anchura de la porción saliente y otra cara en otro lado de la porción saliente de desde 10 grados a 170 grados; y el corte se realiza con la dirección de la anchura orientada en una dirección a lo largo de la cual la primera chapa de metal y la segunda chapa de metal están dispuestas.

55 En un método de corte de la prensa de estampación de un séptimo aspecto, además del sexto aspecto, en el punzón, el ángulo formado entre una cara y la otra cara no es mayor de 120 grados.

En un método de corte de la prensa de estampación de un octavo aspecto, además del sexto aspecto o del séptimo aspecto, la porción saliente del punzón tiene una punta configurada por una cara curva.

60 En un método de corte de la prensa de estampación de un noveno aspecto, además de cualquiera del primer aspecto al octavo aspecto, la porción saliente del punzón incluye una línea de cresta que se extiende a lo largo de la porción plana, y una dimensión saliente de la porción saliente disminuye progresivamente en una dirección alejándose del troquel.

65 Además, los otros siguientes aspectos pueden ser resumidos a partir de la presente especificación.

- 5 Un primer aspecto es “un método de cizallado para chapa de metal, siendo el método de cizallado un método que emplea un punzón que incluye una porción saliente con un borde de corte en forma de cuña y un troquel en el que se inserta el punzón, y que cizalla una pieza de trabajo que incluye una porción de soldadura apoyando la porción saliente contra la porción de soldadura de la pieza de trabajo y dividiendo la pieza de trabajo”.
- 10 Un segundo aspecto es “el método de cizallado para chapa de metal del primer aspecto, en donde la porción saliente incluye un par de caras cónicas que se acercan a un eje central en una dirección de la longitud del punzón, en avance desde una porción extrema de la base hacia un borde de corte”.
- 15 Un tercer aspecto es “el primero o el segundo de los otros aspectos, en donde un ángulo α formado entre el par de caras cónicas es de 10 grados a 80 grados”.
- Un cuarto aspecto es “el método de cizallado de la chapa de metal de cualquiera del primero al tercero de los otros aspectos, en donde la holgura entre el punzón y el troquel es del 0,5% al 20% del espesor de la pieza de trabajo”.
- 20 Un quinto aspecto es “el método de cizallado de la chapa de metal de cualquiera del primero al cuarto de los otros aspectos, en donde el borde de corte es una porción plana que se extiende en una dirección ortogonal a una dirección de perforación del agujero”.
- Otro quinto aspecto es “el método de cizallado de la chapa de metal de cualquiera del primero al cuarto de los otros aspectos, en donde una forma del borde de corte es una forma redondeada”.

REIVINDICACIONES

1. Un método de corte que usa una prensa de estampación, comprendiendo el método de corte:
- 5 para una pieza de trabajo (12) que comprende una primera chapa de metal (14) y una segunda chapa de metal (16) unidas en una porción de soldadura (18) y una zona (30, 32) afectada por el calor alrededor de la porción de soldadura, colocando la pieza de trabajo en una posición relativa a un punzón (24) y cortando la pieza de trabajo (12) moviendo el punzón y un troquel (20) uno con relación al otro en la posición en la que la pieza de trabajo está situada, para cizallar a lo largo de la porción de soldadura de la pieza de trabajo (12),
- 10 caracterizado porque el punzón (24) incluye una porción saliente (28) que sale hacia la pieza de trabajo (12) para que una porción plana (26) del punzón (24), tal como la porción saliente (28) comience a cortar una o más de la zona (30, 32) afectada por el calor o la porción de soldadura (18) antes de que la porción plana (26) corte la pieza de trabajo (12).
- 15 2. El método de corte por estampación de la reivindicación 1, en donde la pieza de trabajo está situada con relación al punzón (24) en una posición en la que la porción saliente (28) comienza a cizallar la zona (30, 32) afectada por el calor y la porción de soldadura (18), que son mutuamente contiguas, antes de que la porción plana (26) corte la pieza de trabajo, de modo que la pieza de trabajo sea cizallada y cortada.
- 20 3. El método de corte por estampación de la reivindicación 1, o la reivindicación 2, en donde la pieza de trabajo está situada con relación al punzón (24) en una posición en la que la porción saliente (28) comienza a cizallar la porción de soldadura (18) y la zona (30, 32) afectada por el calor, que está formada a ambos lados de la porción de soldadura, antes de que la porción plana corte la pieza de trabajo, de modo que la pieza de trabajo sea cizallada y cortada.
- 25 4. El método de corte por estampación de cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 3, en donde la porción saliente (28) del punzón tiene una dimensión del saliente desde la porción plana (26) de no menos del 10% de una dimensión (T12) del espesor de la pieza de trabajo.
- 30 5. El método de corte por estampación de cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 4, en donde la porción saliente (28) del punzón tiene una dimensión del saliente desde la porción plana de no menos del 50% de una dimensión (T12) del espesor de la pieza de trabajo.
- 35 6. El método de corte por estampación de cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 5, en donde:
- 40 la porción saliente (28) del punzón tiene una forma de cuña con una dimensión (W28) de la anchura que progresivamente se estrecha hacia la dirección del saliente, con un ángulo (α) formado entre una cara (28) en un lado en la dirección de la anchura de la porción saliente y otra cara (28C) en otro lado de la porción saliente de desde 10 grados a 170 grados; y el corte es realizado con la dirección de la anchura orientada en una dirección a lo largo de la cual la primera chapa de metal (14) y la segunda chapa de metal (16) están colocadas.
- 45 7. El método de corte por estampación de la reivindicación 6, en donde, en el punzón (24), el ángulo (α) formado entre una cara (28B) y la otra cara (28C) no es mayor de 120 grados.
8. El método de corte por estampación de la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en donde la porción saliente (28) del punzón (24) tiene una punta configurada por una cara curva.
- 50 9. El método de corte por estampación de cualquiera de la reivindicación 1 a la reivindicación 8, en donde la porción saliente (28) del punzón incluye una línea de cresta que se extiende a lo largo de la porción plana (26), y una dimensión del saliente de la porción saliente (28) disminuye progresivamente en una dirección alejándose del troquel (20).

FIG.1

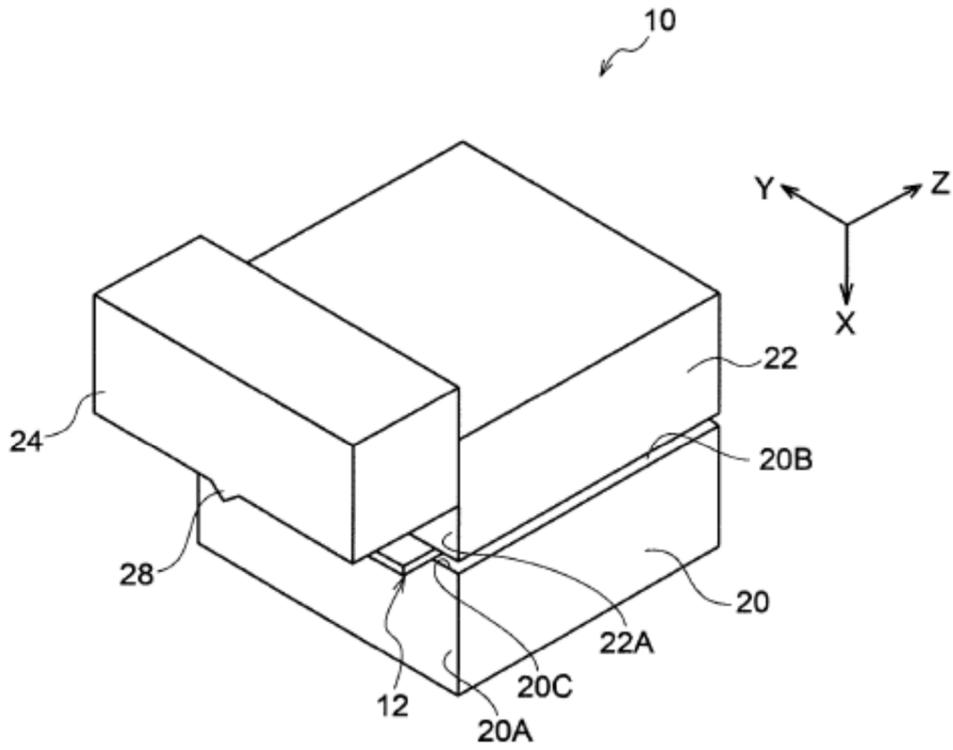


FIG.2

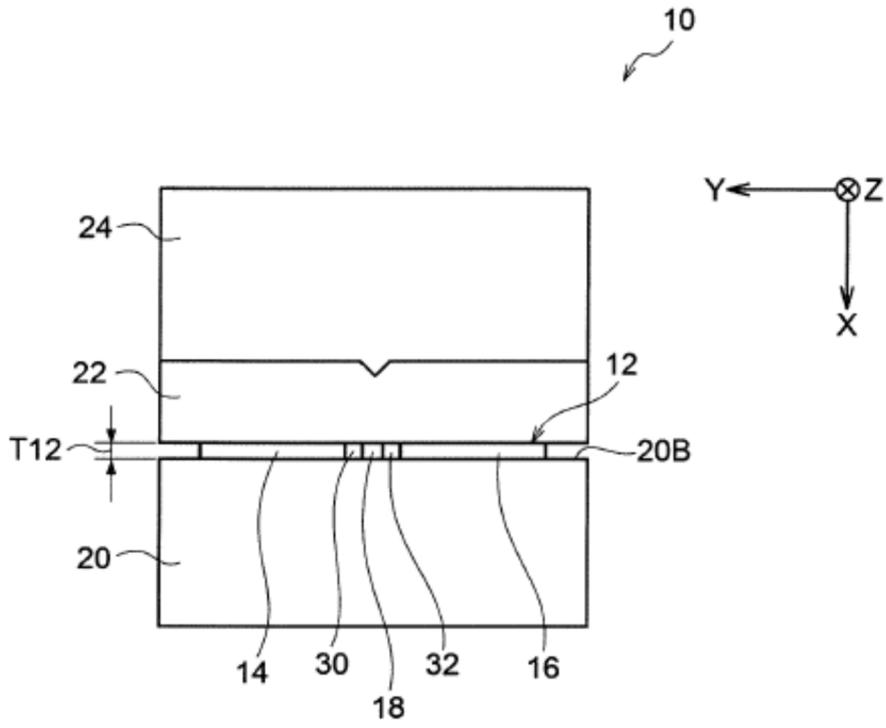


FIG.3

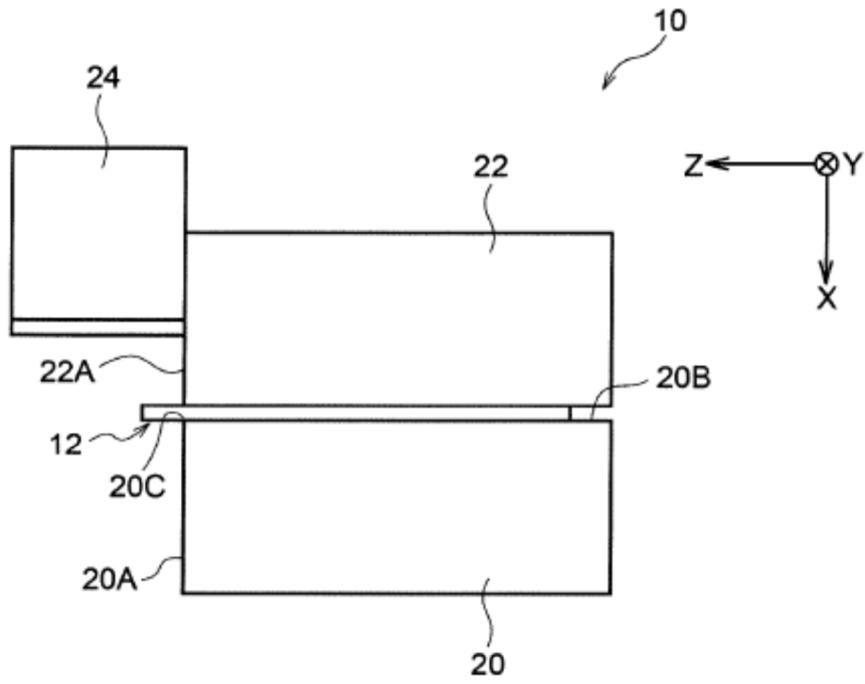


FIG.4

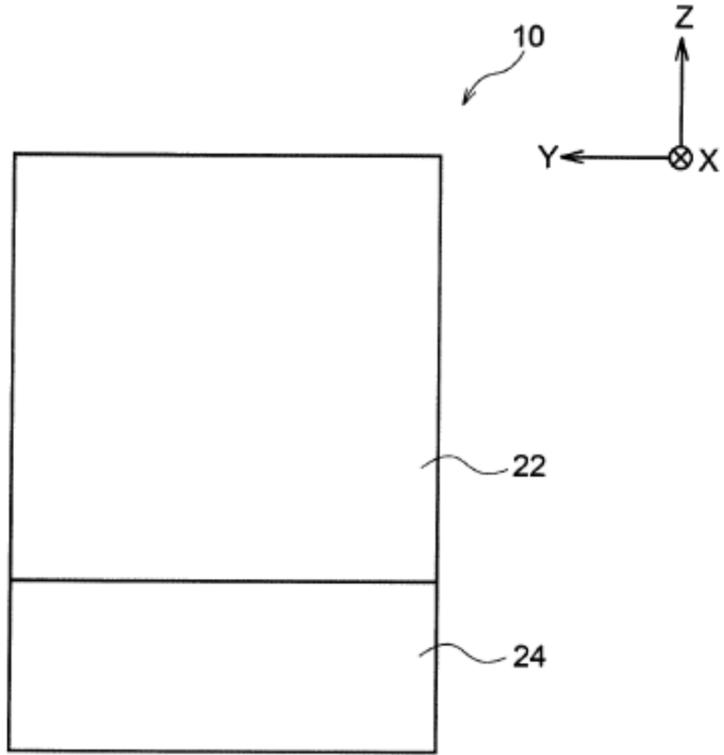


FIG.5

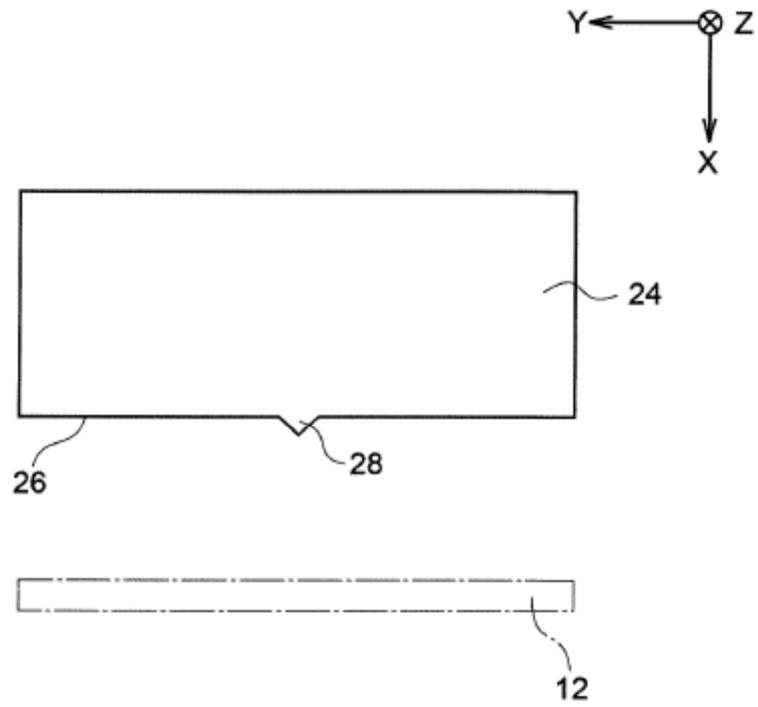


FIG.8

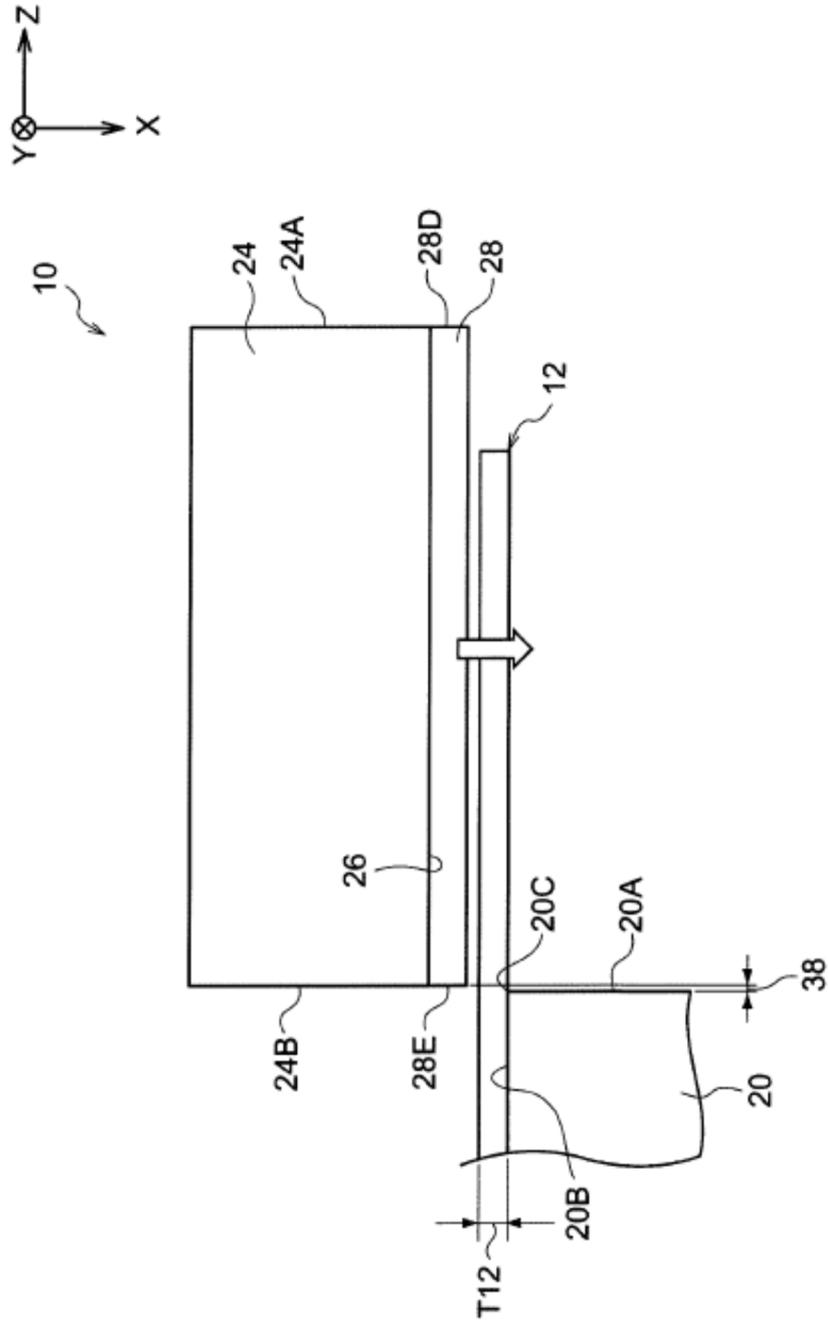


FIG.9A

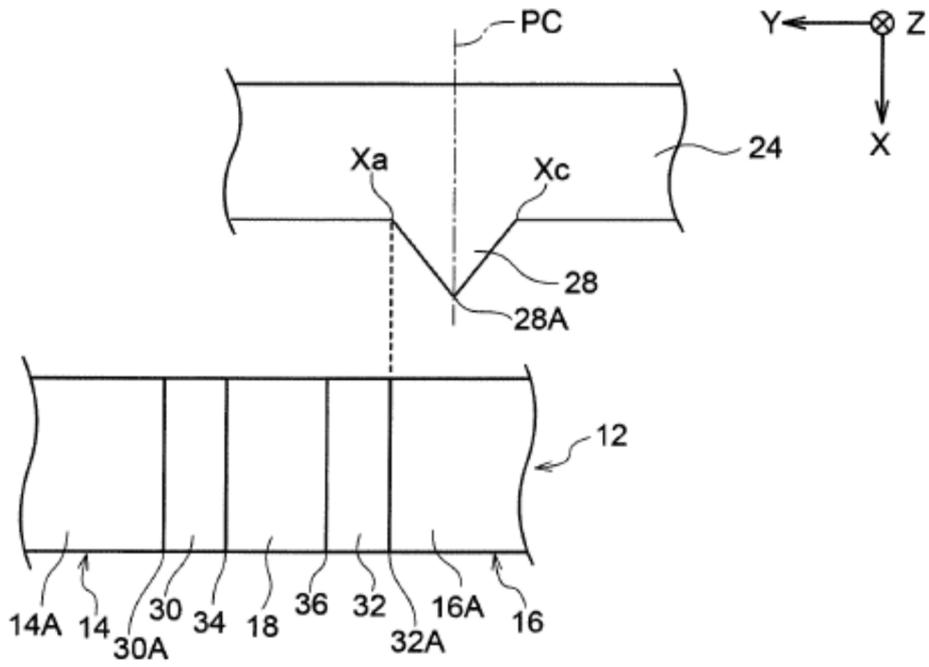
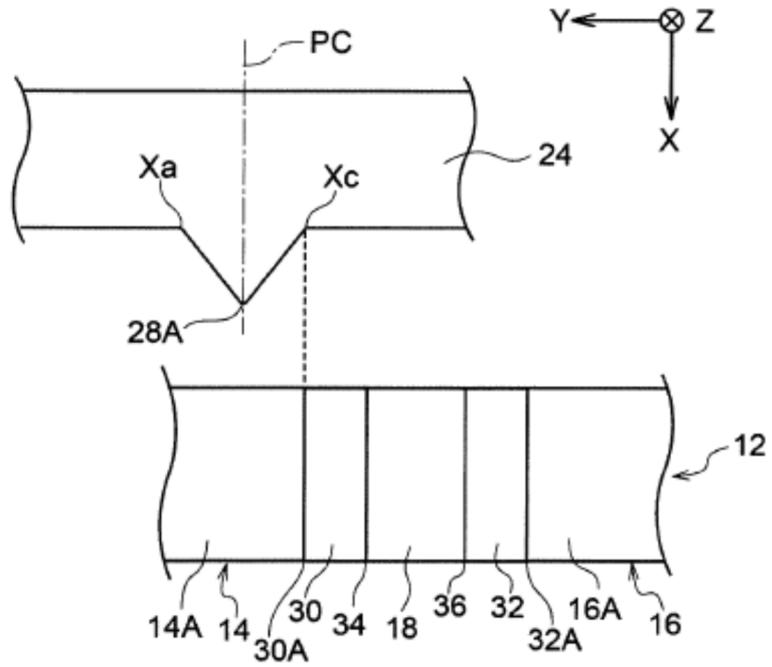


FIG.9B



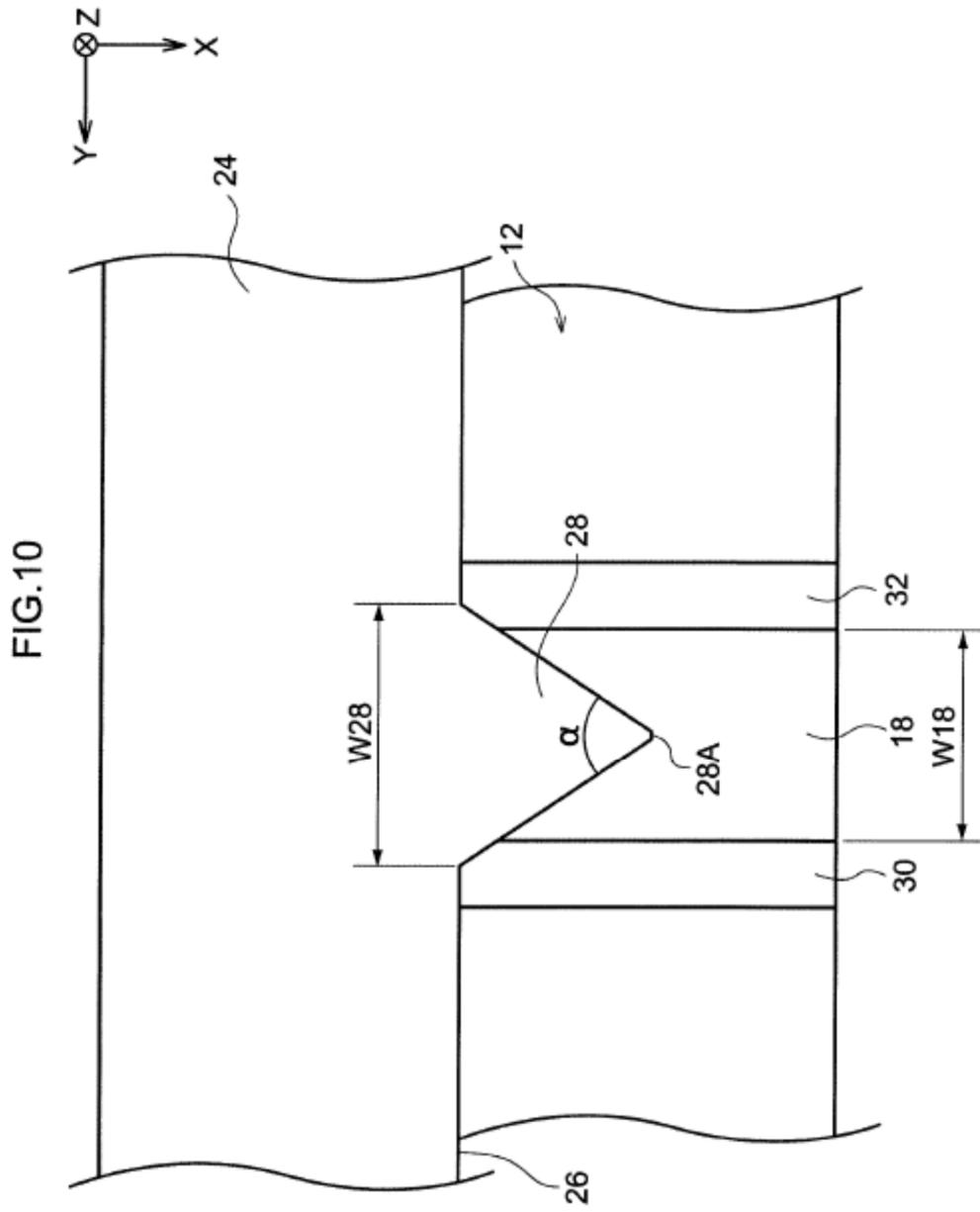


FIG.11

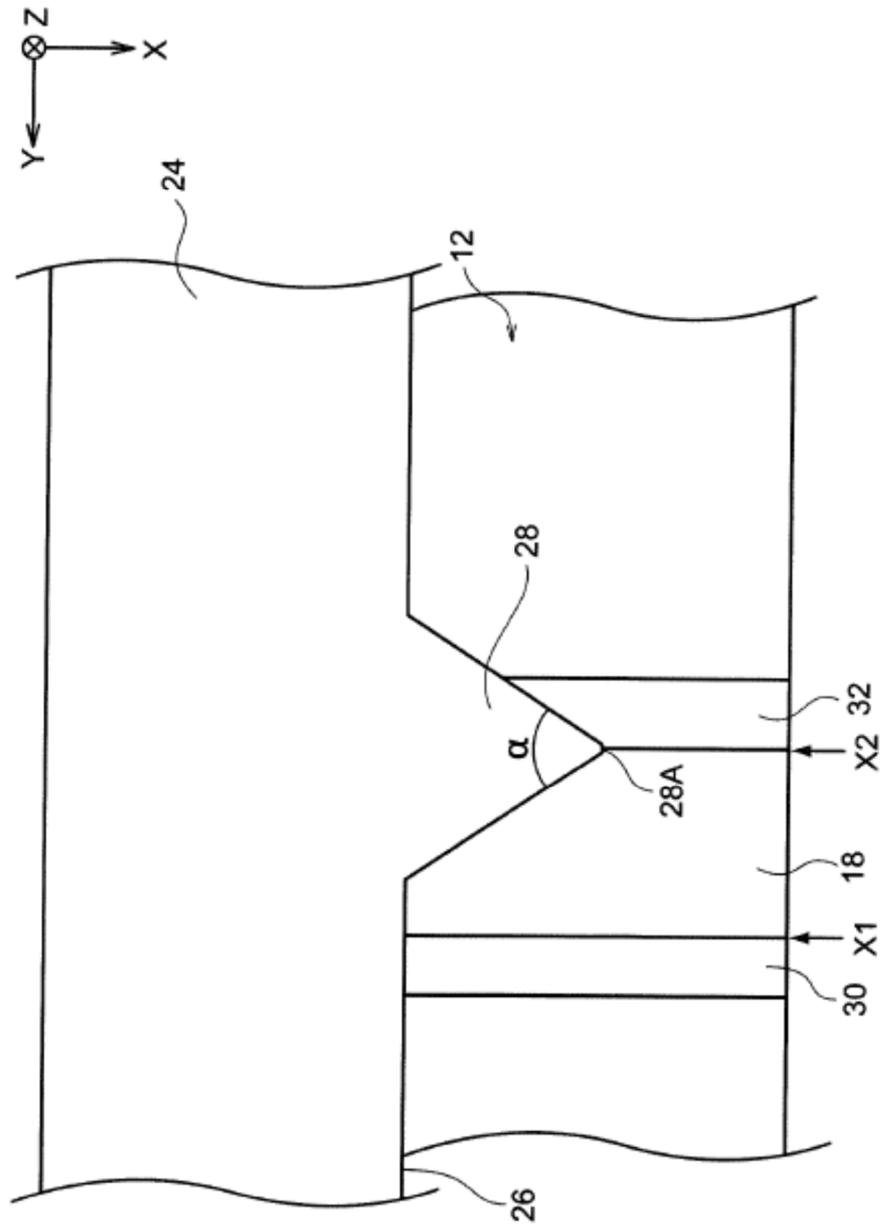


FIG.12

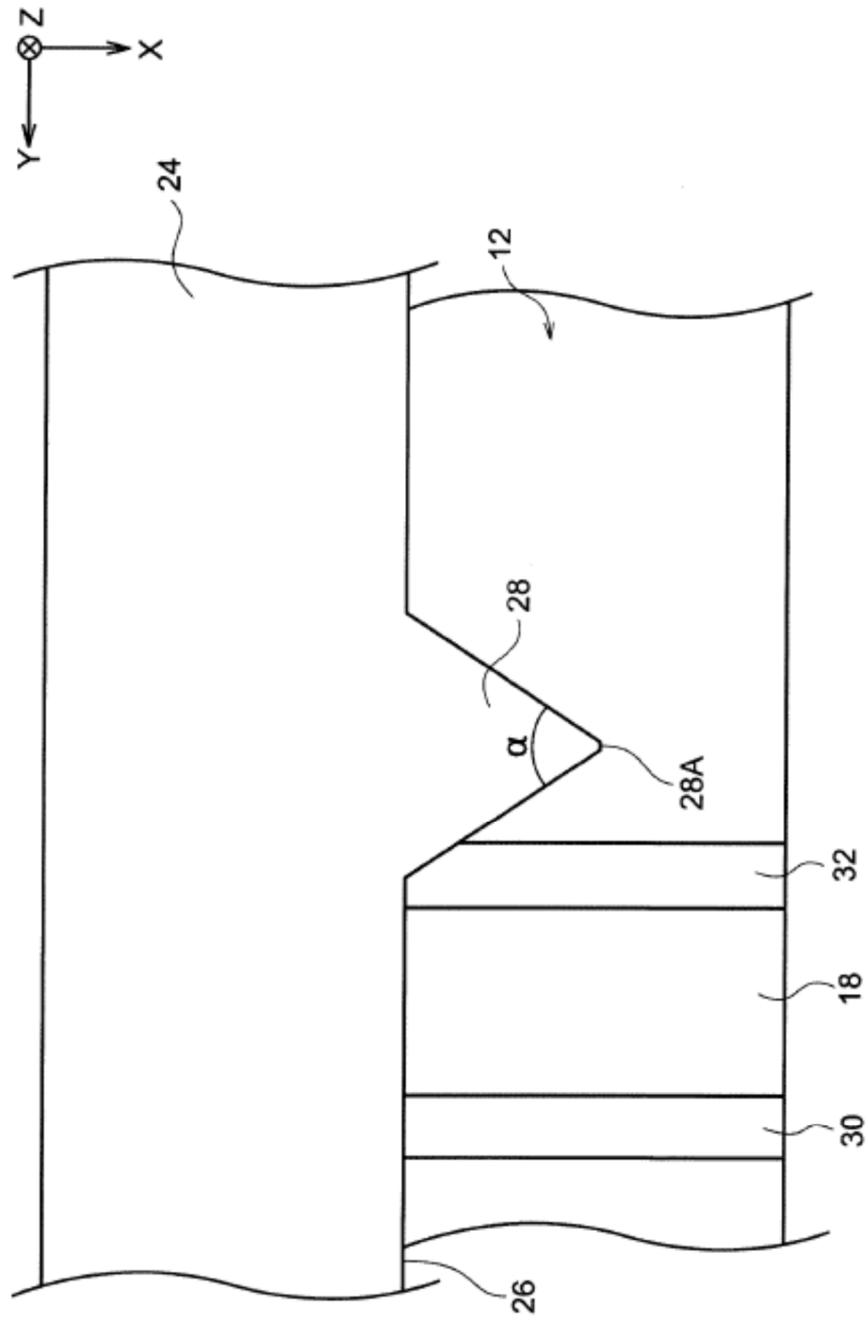


FIG.13

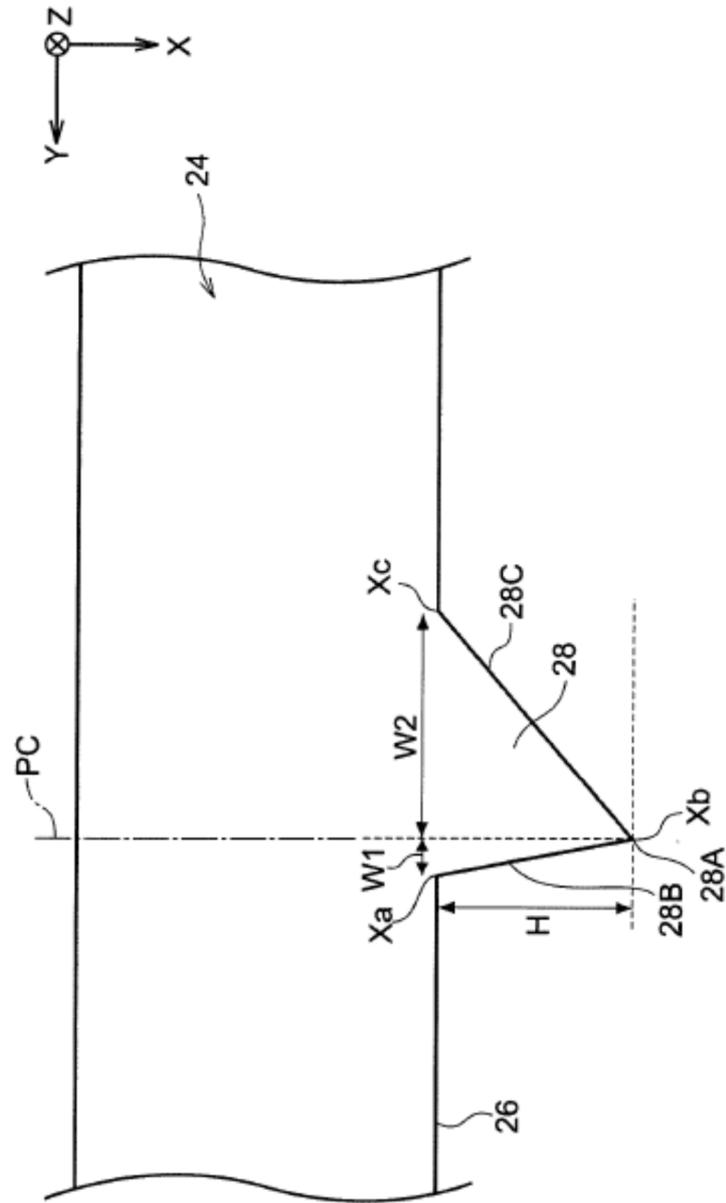


FIG.14

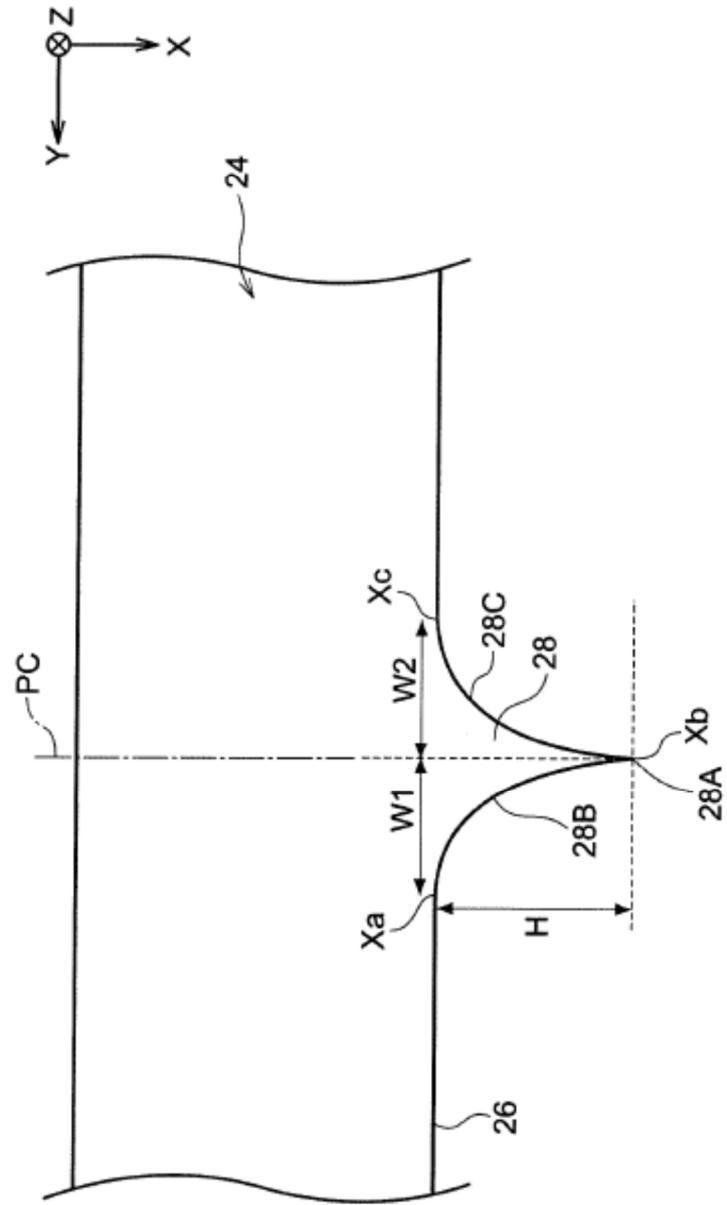


FIG.15

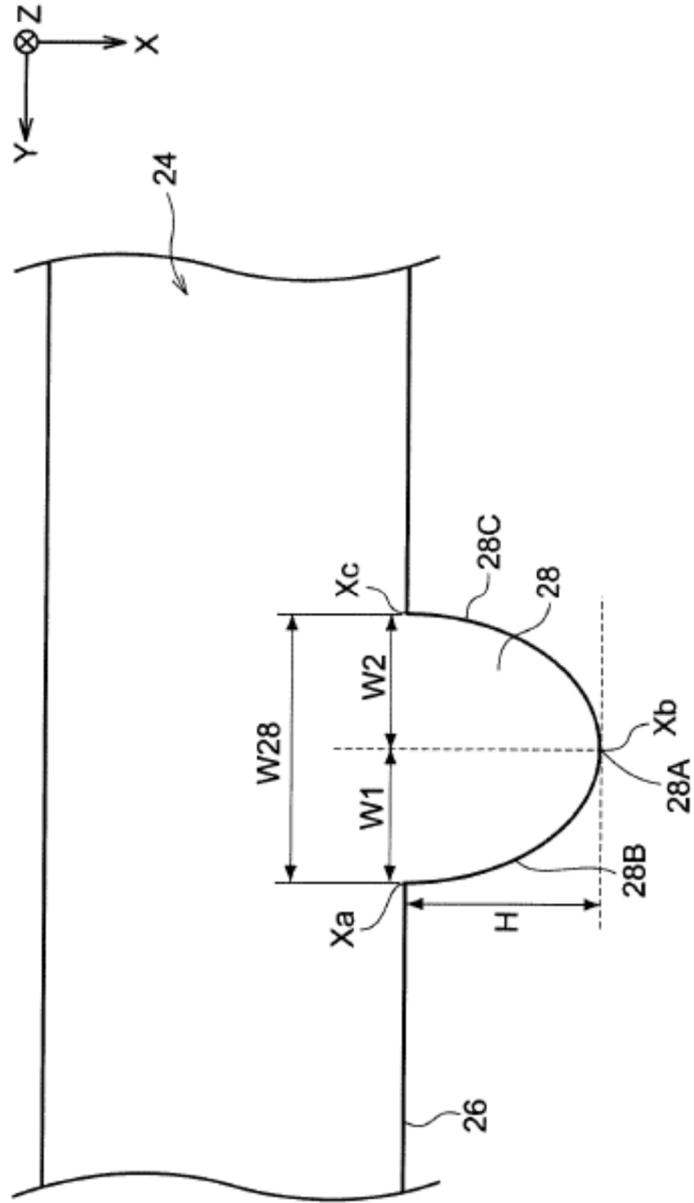


FIG.16

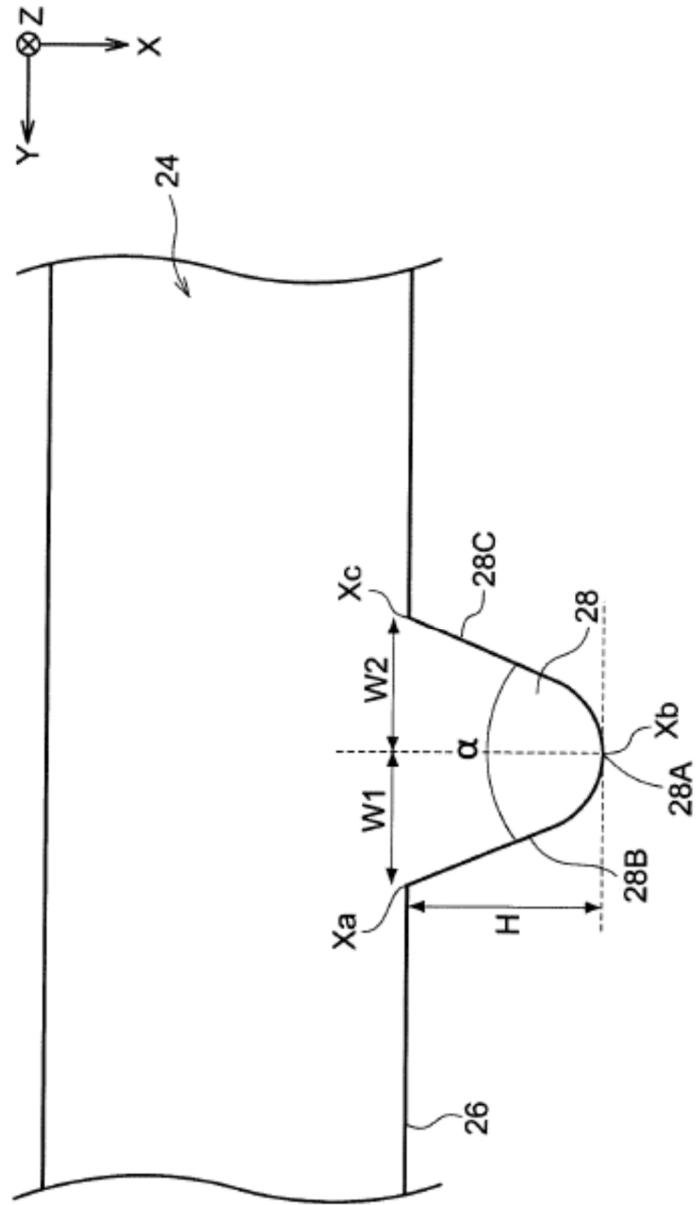


FIG.18

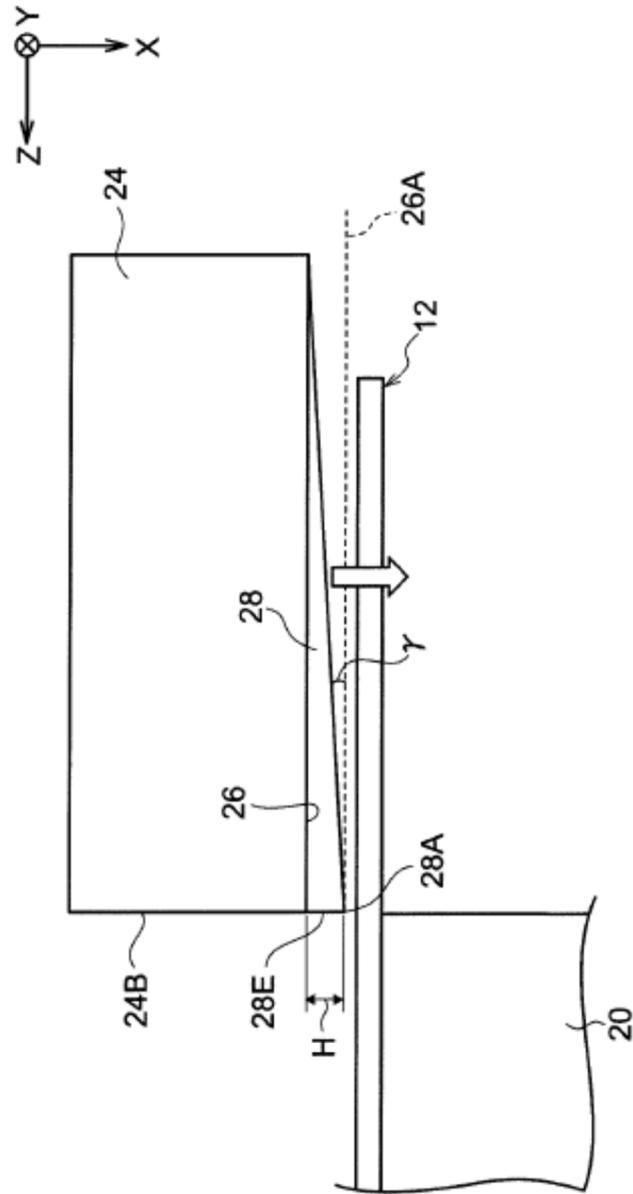


FIG.19

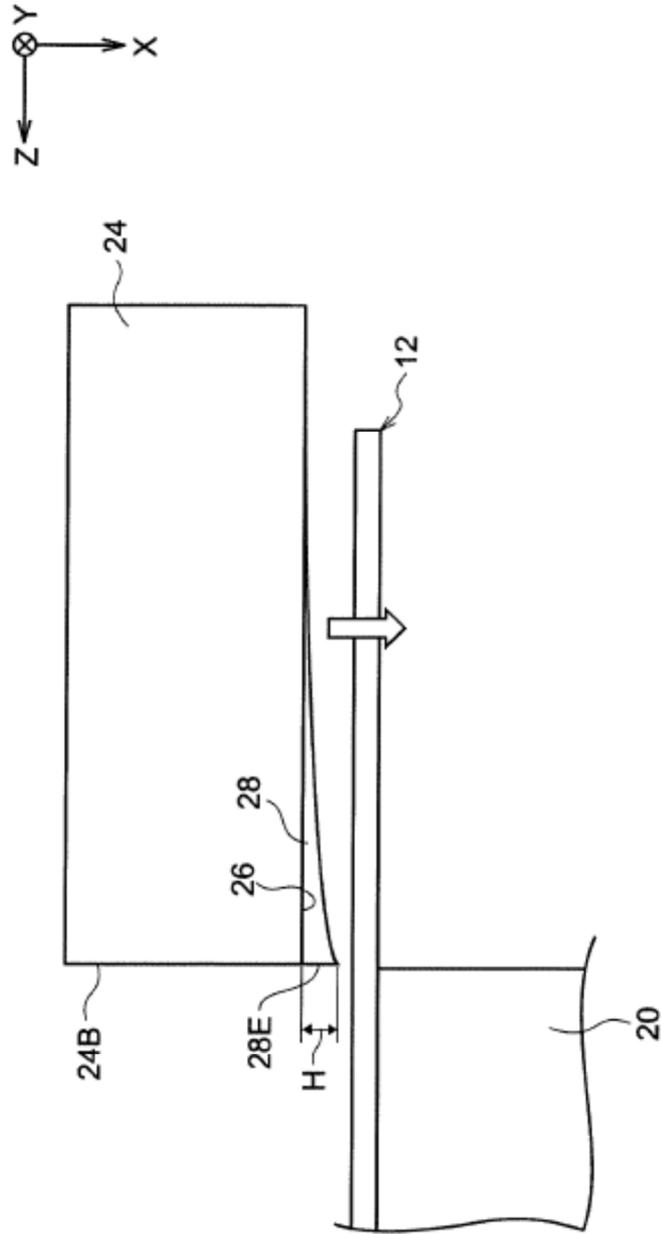


FIG.20

