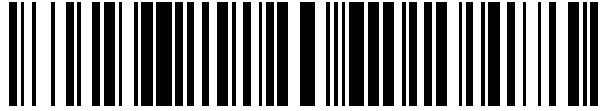


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 442 629**

51 Int. Cl.:

**B21D 7/16** (2006.01)

**B21D 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2010 E 10799868 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2359949**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para fabricar un elemento curvado**

30 Prioridad:

**14.07.2009 JP 2009165626**

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

**12.02.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**TOMIZAWA, ATSUSHI;  
SHIMADA, NAOAKI;  
KUWAYAMA, SHINJIRO;  
INOUE, SABURO;  
OKAHISA, MANABU;  
KINOSHITA, YUSUKE y  
SUYAMA, TAKASHI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 442 629 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

Dispositivo y procedimiento para fabricar un elemento curvado

**Campo técnico**

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para fabricar un elemento curvado. Específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento y un aparato para fabricar un elemento curvado realizando una flexión bidimensional o tridimensional de una pieza en bruto de metal larga que tiene una sección transversal cerrada.

**Antecedentes de la técnica**

- 10 Los elementos resistentes, elementos de refuerzo, o elementos estructurales de metal que se usan en los automóviles y diversos tipos de equipos y que tienen una forma curvada (denominados en lo sucesivo elementos curvados) necesitan tener una resistencia alta, un peso bajo y un tamaño pequeño. En el pasado, los elementos curvados se han fabricado mediante, por ejemplo, la soldadura de elementos formados en prensa, la perforación de placas, o la forja. El grado en el que un elemento curvado logrado mediante estos procedimientos de fabricación puede hacerse más ligero o más pequeño en tamaño ha alcanzado un límite.

- 15 En los últimos años, se ha estudiado activamente la fabricación de elementos curvados mediante la denominada técnica de hidroformación de tubos (véase, por ejemplo, el documento 1 no de patente). En la página 28 del documento 1 no de patente, se indica que hay diversos problemas asociados con la técnica de hidroformación de tubos, tales como el desarrollo de materiales que deben procesarse o el aumento del grado de libertad de la forma que puede formarse, por lo que es necesario un mayor desarrollo técnico de la técnica de hidroformación de tubos.

- 20 Además, ha habido muchas divulgaciones de técnicas para fabricar un elemento curvado flexionando un tubo de metal recto.

- 25 El documento 1 de patente desvela una técnica para flexionar un tubo de metal mientras que se le somete a tratamiento térmico. El documento 2 de patente desvela una técnica para fabricar una barra o sección espiral curvada que tiene una sección transversal conformada. El documento 3 de patente desvela un aparato de flexión que utiliza el calentamiento por inducción de alta frecuencia. El documento 4 de patente desvela un aparato de flexión para un elemento de metal.

En el documento 5 de patente, el presente solicitante desvela un procedimiento de flexión y un aparato de flexión para una pieza en bruto de metal. La figura 19 es una vista explicativa que muestra un contorno de este aparato 0 de flexión.

- 30 Como se muestra en la figura 19, un tubo 1 de acero está soportado por un medio 2 de soporte, de manera que el tubo 1 de acero puede moverse en su dirección axial. Un dispositivo 3 de alimentación tiene un tornillo de bola, por ejemplo, como un componente. El dispositivo 3 de alimentación alimenta el tubo 1 de acero desde un lado aguas arriba a un lado aguas abajo.

- 35 Una bobina 5 de calentamiento por inducción está dispuesta aguas abajo del medio 2 de soporte. La bobina 5 de calentamiento por inducción calienta rápidamente una parte del tubo 1 de acero mediante calentamiento por inducción a un intervalo de temperatura en el que es posible el endurecimiento por temple. Un dispositivo 6 de enfriamiento por agua está dispuesto aguas abajo de la bobina 5 de calentamiento de alta frecuencia. El dispositivo 6 de enfriamiento enfría rápidamente el tubo 1 de acero. Como resultado, la temperatura del tubo 1 de acero se convierte en una temperatura a la que es posible el endurecimiento por temple solo entre la bobina 5 de calentamiento por inducción y el dispositivo 6 de enfriamiento por agua (en lo sucesivo, una parte del tubo 1 de acero que está a una temperatura a la que es posible el endurecimiento por temple se denominará área de alta temperatura).

- 40 Una matriz 4 de rodillos amovible está dispuesta de manera amovible en el lado aguas abajo del dispositivo 6 de enfriamiento por agua. La matriz 4 de rodillos amovible tiene al menos un conjunto de pares 4a de rodillos. Los pares 4a de rodillos pueden soportar el tubo 1 de acero mientras que se alimenta. La matriz 4 de rodillos amovible se mueve de manera bidimensional o tridimensional. Como resultado del movimiento, se transmite un momento flector al área de alta temperatura del tubo 1 de acero, de manera que se somete a flexión el tubo 1 de acero. De esta manera, se fabrica un elemento 8 curvado con una alta eficacia de funcionamiento, a la vez que mantiene una precisión de flexión suficiente.

- 50 El documento JP 2009-050903 A describe un dispositivo para flexionar un tubo de metal que incluye un medio de fijación para retener un extremo de un tubo de metal, un medio de calentamiento, y un brazo giratorio para retener el otro extremo del tubo de metal. El medio de fijación es capaz de moverse en la dirección axial del tubo de metal mientras que el medio de calentamiento permanece fijo en su lugar.

El documento WO 2008/123505 A1 describe un aparato para la flexión tridimensional de un material de metal. El

5 aparato incluye un medio de alimentación para alimentar un material de metal, un medio de calentamiento para calentar el material de metal que se alimenta a través del medio de calentamiento, y una matriz de rodillos amovible que está dispuesta aguas abajo del medio de calentamiento para transmitir un momento flector a una parte del material de metal que se ha calentado mediante el medio de calentamiento. Una guía de soporte soporta la parte curvada y evita flexiones no deseadas del material de metal.

El documento JP 63 043727 A describe un aparato para la torsión de un material en forma de barra. El aparato incluye un mandril fijo, un mandril rotatorio, y una base de desplazamiento para mover un dispositivo de calentamiento y de enfriamiento.

**Documentos de la técnica anterior**

10 Documentos de patente:

- Documento de patente 1- JP 50-59263 A
- Documento de patente 2- JP 2816000 B
- Documento de patente 3- JP 2000-158048 A
- Documento de patente 4- JP 3195083 B
- 15 Documento de patente 5- JP 2007-83304 A

Documentos no de patente

Documento 1 no de patente - Jidosha Gijutsu (Diario de la Sociedad de Ingenieros Automotrices de Japón), volumen 57, número 6, 2003, páginas 23 - 28.

**Divulgación de la invención**

20 **Problema a resolver por la invención**

En la solicitud de patente japonesa N° 2008-276494, el presente solicitante desvela un aparato de fabricación mejorado para realizar una flexión.

25 Una pieza en bruto de metal larga que tiene una forma transversal cerrada se alimenta en su dirección longitudinal y se soporta en una primera posición. La pieza en bruto de metal se calienta localmente en una segunda posición aguas abajo de la primera posición en la dirección de alimentación de la pieza en bruto de metal. La parte de la pieza en bruto de metal que se ha calentado en la segunda posición se enfría en una tercera posición aguas abajo de la segunda posición en la dirección de alimentación. Como resultado, se forma un área de alta temperatura en la parte de la pieza en bruto de metal entre la segunda posición y la tercera posición.

30 La pieza en bruto de metal se sujeta mediante un medio de sujeción en una zona aguas abajo de la tercera posición en la dirección de alimentación de la pieza en bruto de metal. El medio de sujeción está dispuesto de tal manera que puede insertarse en el interior del extremo frontal de la pieza en bruto de metal, o puede ponerse en contacto con la superficie externa del extremo frontal de la pieza en bruto de metal.

35 La posición del medio de sujeción se varía de manera bidimensional o tridimensional en un espacio de trabajo que incluye un espacio aguas arriba de la tercera posición en la dirección de alimentación. Como resultado, se transmite un momento flector al área de alta temperatura para realizar la flexión.

Las figuras 20(a) - 20(e) son vistas explicativas que muestran el estado en varios puntos en el tiempo durante la fabricación de un elemento 13 curvado usando este aparato de fabricación.

40 La dirección de alimentación de una pieza 9 en bruto de metal que se procesa es la dirección axial de la pieza 9 en bruto de metal, no solo en este aparato de fabricación, sino en las técnicas desveladas en los documentos 1 - 5 de patente, y no varía durante la flexión. Esto hace que el espacio de instalación de un aparato para realizar la flexión se vuelva grande, y el aparato de flexión se vuelva grande también. La razón se explicará en detalle a continuación.

45 Como se muestra en las figuras 20(a) - 20(d), un dispositivo 10 de alimentación alimenta la pieza 9 en bruto de metal en su dirección axial. Un dispositivo 11 de calentamiento y de enfriamiento calienta y enfría rápidamente la pieza 9 en bruto de metal. Un medio 12 de sujeción está soportado por un robot 14 industrial que es, por ejemplo, un robot articulado. Como se muestra por la flecha de línea discontinua, a medida que el medio 12 de sujeción se mueve de manera bidimensional o tridimensional, se transmite un momento flector al área de alta temperatura de la pieza 9 en bruto de metal. De esta manera, se fabrica un elemento 13 curvado.

50 Puesto que el medio 12 de sujeción se mueve inevitablemente a través de un amplio intervalo con el fin de fabricar el elemento 13 curvado, la longitud del manipulador del robot 14 industrial que soporta el medio 12 de sujeción (en lo sucesivo, denominada la longitud del brazo) debe ser larga. Por lo tanto, el aparato de flexión se hace grande en tamaño.

Además, el medio 12 de sujeción necesita moverse a través de un amplio intervalo de velocidades. Para este fin, el

manipulador del robot 14 industrial se mueve a través de un amplio intervalo de velocidades desde una velocidad alta a una velocidad baja. Como resultado, las variaciones en la velocidad de movimiento del manipulador del robot 14 industrial se hacen grandes, y desarrollan fácilmente vibraciones en el momento del funcionamiento del manipulador del robot 14 industrial, llevando a una disminución en la precisión dimensional del elemento 13 curvado.  
 5 Las vibraciones del manipulador del robot 14 industrial pueden reducirse estableciendo la velocidad de funcionamiento en un valor bajo, pero al hacerlo disminuye la productividad del aparato de fabricación.

Además, en este aparato de fabricación, es necesario proporcionar un gran espacio de instalación para un dispositivo de suministro para la pieza 9 en bruto de metal.

Un primer objeto de la presente invención es (a) reducir el tamaño y los costes de equipamiento de un aparato de flexión reduciendo el intervalo de movimiento de un medio de sujeción en el aparato de flexión propuesto en la solicitud de patente japonesa N° 2008-276494, por ejemplo, y (b) reducir las variaciones en la velocidad de funcionamiento del brazo y las vibraciones del brazo durante el funcionamiento de un robot industrial que soporta el medio de sujeción reduciendo la velocidad de movimiento del medio de sujeción.  
 10

Un segundo objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento y un aparato para fabricar un elemento curvado capaz de fabricar un elemento curvado que tenga una precisión dimensional excelente con una alta productividad y a un bajo coste, a la vez que lograr una disminución en el tamaño global del aparato.  
 15

**Medios para resolver el problema**

La presente invención es un procedimiento de fabricación de un elemento curvado caracterizado por realizar la flexión de una pieza en bruto de metal hueca que tiene una sección transversal cerrada cumpliendo las condiciones 1-6 siguientes:  
 20

Condición 1: un primer manipulador sujeta una primera parte de la pieza en bruto de metal localizada en el lado de un primer extremo de la misma;

Condición 2: un segundo manipulador soporta un mecanismo de formación de área de alta temperatura que calienta una zona de la pieza en bruto de metal que está localizada entre la primera parte y una segunda parte localizada en el lado de un segundo extremo de la pieza en bruto de metal y, a continuación, realiza el enfriamiento, formando de este modo un área de alta temperatura en un parte de la zona;  
 25

Condición 3: un tercer manipulador sujeta la segunda parte de la pieza en bruto de metal;

Condición 4: el primer manipulador se mueve intermitentemente en la dirección axial de la primera parte de la pieza en bruto de metal y/o se mueve de manera bidimensional o tridimensional, de manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura;  
 30

Condición 5: el tercer manipulador (28) se mueve intermitentemente en la dirección axial de la segunda parte de la pieza en bruto de metal y/o se mueve de manera bidimensional o tridimensional, de manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura; y

Condición 6: cumplir las condiciones 4 y 5, de manera que se transmita un momento flector al área de alta temperatura a la vez que se produce un movimiento relativo del mecanismo de formación de área de alta temperatura con respecto a la pieza en bruto de metal en su dirección axial.  
 35

En la presente invención, el primer manipulador funciona, preferentemente, con el fin de producir un movimiento de torsión de la pieza en bruto de metal alrededor de su eje y/o el tercer manipulador funciona, preferentemente, con el fin de producir un movimiento de torsión de la pieza en bruto de metal alrededor de su eje. La presente invención abarca una realización en la que una pieza en bruto de metal hueca y recta que tiene una sección transversal cerrada se somete a una torsión alrededor de su eje.  
 40

En la presente invención, el primer manipulador se mueve, preferentemente, de manera continua en la dirección axial en la primera parte de la pieza en bruto de metal, el tercer manipulador no se mueve, preferentemente, en la dirección axial en la segunda parte de la pieza en bruto de metal, y el mecanismo de formación de área de alta temperatura cambia, preferentemente, su ángulo de instalación de acuerdo con los cambios en la dirección de desplazamiento de la primera parte. En este caso, la posición de instalación del mecanismo de formación de área de alta temperatura se mueve más preferentemente hacia una posición más cercana a la primera parte.  
 45

En la presente invención, cuando el tercer manipulador se mueve de manera bidimensional o tridimensional, y/o cuando el primer manipulador se mueve de manera bidimensional o tridimensional, el segundo manipulador mueve preferentemente el mecanismo de formación de área de alta temperatura en la dirección axial de la pieza en bruto de metal.  
 50

En la presente invención, el mecanismo de formación de área de alta temperatura tiene, preferentemente, un medio de calentamiento para calentar la pieza en bruto de metal y un medio de enfriamiento para formar un área de alta temperatura enfriando la pieza en bruto de metal que se ha calentado mediante este medio de calentamiento.

En la presente invención, se prefiere que el primer manipulador esté dispuesto en una primera posición, que el medio de calentamiento esté dispuesto en una segunda posición aguas abajo de la primera posición en la dirección axial de la pieza en bruto de metal, que el medio de enfriamiento esté dispuesto en una tercera posición aguas abajo  
 55

de la segunda posición en la dirección axial de la pieza en bruto de metal, y que el tercer manipulador esté dispuesto en una cuarta posición aguas abajo de la tercera posición en la dirección axial de la pieza en bruto de metal.

Desde otro punto de vista, la presente invención es un aparato para fabricar un elemento curvado, comprendiendo el aparato un primer manipulador, un segundo manipulador, y un tercer manipulador como se describe a continuación, y siendo capaz de fabricar un elemento curvado mediante la realización de una flexión en una pieza en bruto de metal hueca que tiene una sección transversal cerrada con el fin de cumplir las condiciones 1 a 3 siguientes:

el primer manipulador: sujetar una primera parte de una pieza en bruto de metal localizada en el lado de un primer extremo de la misma;

el segundo manipulador: soportar un mecanismo de formación de área de alta temperatura que calienta una zona de la pieza en bruto de metal que está localizada entre la primera parte y una segunda parte localizada en el lado de un segundo extremo de la pieza en bruto de metal y que, a continuación, realiza el enfriamiento, formando de este modo un área de alta temperatura en una parte de la zona;

el tercer manipulador: sujetar la segunda parte de la pieza en bruto de metal;

Condición 1: el primer manipulador se mueve intermitentemente en la dirección axial en la primera parte de la pieza en bruto de metal y/o se mueve de manera bidimensional o tridimensional, de tal manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura;

Condición 2: el tercer manipulador se mueve intermitentemente en la dirección axial de la segunda parte de la pieza en bruto de metal y/o se mueve de manera bidimensional o tridimensional, de tal manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura; y

Condición 3: cumplir las condiciones 1 y 2, de tal manera que se transmita un momento flector al área de alta temperatura a la vez que se produce un movimiento relativo del mecanismo de formación de área de alta temperatura con respecto a la pieza en bruto de metal en su dirección axial.

La presente invención también es un aparato para fabricar un elemento curvado a partir de una pieza en bruto de metal, que comprende un medio de alimentación que está dispuesto en una primera posición con el fin de ser capaz de moverse de manera bidimensional o tridimensional, y que puede alimentar una pieza en bruto de metal hueca que tiene una sección transversal cerrada a la vez que cambia la dirección de alimentación, un medio de calentamiento que está colocado en una segunda posición aguas abajo de la primera posición en la dirección de alimentación de la pieza en bruto de metal y que calienta la totalidad o una parte de la circunferencia de la pieza en bruto de metal que se alimenta, un medio de enfriamiento que está dispuesto en una tercera posición aguas abajo de la segunda posición en la dirección de alimentación de la pieza en bruto de metal y que enfría la parte de la pieza en bruto de metal que se alimenta que se ha calentado mediante el medio de calentamiento, y un medio de flexión que está dispuesto en una cuarta posición aguas abajo de la tercera posición en la dirección de alimentación de la pieza en bruto de metal, con el fin de ser capaz de moverse de manera bidimensional o tridimensional, y que junto con el medio de alimentación transmite un momento flector a la parte calentada de la pieza en bruto de metal sujetando al menos una localización de la pieza en bruto de metal que se alimenta y flexiona, de este modo, la pieza en bruto de metal en una forma deseada, caracterizado porque el medio de calentamiento y el medio de enfriamiento tienen la función de que sus ángulos de instalación pueden cambiarse de acuerdo con los cambios en la dirección de alimentación de la pieza en bruto de metal mediante el medio de alimentación.

En la presente invención, el medio de calentamiento y el medio de enfriamiento tienen, preferentemente, la función de que sus posiciones de instalación pueden cambiarse a posiciones más cercanas a la posición del medio de alimentación.

En la presente invención, se prefiere que el medio de alimentación esté soportado por un primer manipulador, que el medio de calentamiento y el medio de enfriamiento estén soportados por un segundo manipulador, y que el medio de flexión esté soportado por un tercer manipulador.

En este caso, (A) el primer manipulador es, preferentemente, un manipulador de un primer robot industrial articulado verticalmente, el segundo manipulador es, preferentemente, un manipulador de un segundo robot industrial articulado verticalmente, y el tercer manipulador es, preferentemente, un manipulador de un tercer robot industrial articulado verticalmente, o (B) el primer manipulador y el tercer manipulador son, preferentemente, manipuladores de un primer robot industrial de doble brazo como se desvela, por ejemplo, en el documento JP 2008-272883 A, y el segundo manipulador es, preferentemente, un manipulador de un segundo robot industrial articulado verticalmente.

En la presente invención, (C) el tercer manipulador soporta, preferentemente, una pieza en bruto de metal que se ha sometido a flexión con el fin de evitar una disminución en la precisión dimensional de la pieza en bruto de metal o (D) se proporciona, preferentemente, un cuarto manipulador para soportar una pieza en bruto de metal que se ha sometido a flexión y evitar de este modo una disminución en la precisión dimensional de la pieza en bruto de metal. El cuarto manipulador es, preferentemente, un manipulador de un cuarto robot industrial articulado verticalmente.

En la presente invención, los robots industriales articulados verticalmente tienen, preferentemente, al menos cinco ejes.

En la presente invención, un medio de soporte que guía la pieza en bruto de metal hacia el medio de calentamiento

se proporciona, preferentemente, en el lado de entrada del medio de calentamiento.

5 En la presente invención, la dirección de alimentación en el lado de entrada de la pieza en bruto de metal que se procesa (el lado de suministro de la pieza en bruto) no se limita a la dirección axial de la pieza en bruto de metal, sino que puede variarse. Es decir, el ángulo de incidencia de la pieza en bruto de metal es variable, y los ángulos de instalación del medio de calentamiento y el medio de enfriamiento son variables de acuerdo con los cambios en el ángulo de incidencia de la pieza en bruto de metal. Como resultado, el intervalo de movimiento del medio de flexión que está compuesto, por ejemplo, por un robot industrial, se reduce a un intervalo estrecho.

10 Por lo tanto, puede seleccionarse un robot industrial que tenga una longitud de brazo menor, por lo que el aparato de flexión puede hacerse compacto y pueden reducirse los costes de equipamiento. Además, se reduce la velocidad de funcionamiento del robot industrial, y se reducen los cambios tanto en la velocidad de funcionamiento como en las vibraciones generadas durante el funcionamiento. Como resultado, puede fabricarse un elemento curvado que tenga una precisión dimensional mejorada con una alta productividad y a un bajo coste.

#### Efectos de la invención

15 De acuerdo con la presente invención, reduciendo tanto como sea posible el intervalo de movimiento del medio de sujeción en la invención propuesta en la solicitud de patente japonesa N° 2008-276494, un aparato de flexión puede hacerse compacto y pueden reducirse sus costes de equipamiento, a la vez que disminuir el espacio de instalación del aparato en su conjunto, y reduciendo la velocidad de movimiento del medio de sujeción tanto como sea posible, pueden reducirse las variaciones en la velocidad de funcionamiento y las vibraciones generadas durante el funcionamiento. Como resultado, de acuerdo con la presente invención, puede fabricarse un elemento curvado que  
20 tenga una precisión dimensional mejorada con una alta productividad, a la vez que evitar tanto como sea posible un aumento en los costes de equipamiento.

En consecuencia, la presente invención hace posible proporcionar un elemento resistente, un elemento de refuerzo, o un elemento estructural para un automóvil, por ejemplo, que está hecho de metal y tiene una forma curvada con una precisión dimensional mejorada a un bajo coste.

#### Breve explicación de los dibujos

Las figuras 1(a) - 1(d) son vistas explicativas que muestran el estado en varios puntos en el tiempo durante la fabricación de un elemento curvado mediante un aparato de fabricación de acuerdo con la presente invención.

30 La figura 2 es una vista explicativa que muestra el estado en el que un medio de alimentación y un medio de flexión se soportan por los dos manipuladores de un robot industrial de doble brazo, y un medio de calentamiento y de enfriamiento se soporta por un robot industrial articulado.

35 La figura 3(a) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un mandril largo para su uso como un efector final para el caso en el que una primera parte de un tubo de acero localizada en el lado de un primer extremo del mismo se sujeta por un primer manipulador, o para su uso como un efector final para el caso en el que una segunda parte del tubo de acero localizada en el lado de un segundo extremo del mismo se sujeta por un tercer manipulador, la figura 3(b) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un mandril corto para su uso como un efector final en esta situación, y la figura 3(c) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un mandril largo para su uso como un efector final en esta situación.

La figura 4 es una vista explicativa que muestra que un mandril puede reducir una carga de flexión.

40 La figura 5(a) es una vista explicativa que muestra únicamente un mandril de un tipo que está dispuesto en el exterior de un tubo de acero y sujeta el extremo del tubo de acero mediante el contacto con la superficie externa del tubo de acero, la figura 5(b) es una vista explicativa que muestra únicamente un mandril de un tipo que se inserta en un tubo de acero y sujeta el extremo del tubo de acero mediante el contacto con la superficie interna del tubo de acero, y la figura 5(c) es una vista explicativa que muestra diversos tipos de mandriles.

45 La figura 6 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un ejemplo de un mandril que puede usarse en el primer manipulador o en el tercer manipulador.

La figura 7 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un ejemplo de un mandril que puede usarse en el primer manipulador o en el tercer manipulador.

50 Las figuras 8(a) - 8(c) son vistas explicativas que muestran esquemáticamente un mecanismo para ampliar las dimensiones externas de un mandril que se inserta en un tubo de acero y sujeta el extremo del tubo de acero mediante el contacto con la superficie interna del tubo de acero.

La figura 9(a) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un ejemplo de la estructura de un mandril que es adecuado para su uso en un aparato de fabricación de acuerdo con la presente invención, la figura 9(b) muestra un ejemplo comparativo de un mandril, y la figura 9(c) muestra un ejemplo de un mandril de la presente invención.

La figura 10 es una vista explicativa que muestra la estructura de un mandril del tipo manguito que tiene rendijas que es adecuado para su uso en un aparato de flexión de acuerdo con la presente invención.

5 La figura 11(a) es una vista explicativa que muestra la estructura de un mandril de tipo manguito hidráulico que es adecuado para su uso en un aparato de flexión de acuerdo con la presente invención, y la figura 11(b) es una vista explicativa que muestra una modificación del mismo.

La figura 12 es una vista explicativa que muestra un mecanismo para producir una presión positiva dentro de un tubo de acero.

La figura 13 es una vista explicativa que muestra la forma de un elemento curvado fabricado en el ejemplo 1.

La figura 14 es una gráfica que muestra los resultados del ejemplo 1.

10 La figura 15 es una gráfica que muestra los resultados del ejemplo 1.

La figura 16 es una gráfica que muestra los resultados del ejemplo 1.

La figura 17 es una gráfica que muestra los resultados del ejemplo 1.

15 La figura 18(a) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente la forma de un elemento curvado fabricado en el ejemplo 2, la figura 18(b) es una gráfica que muestra el desplazamiento y la aceleración en la dirección X y la dirección Y de los manipuladores primero a tercero cuando se ha fabricado un elemento curvado mientras que solo se mueve el primer manipulador en la dirección axial de un tubo de acero, y la figura 18(c) es una gráfica que muestra el desplazamiento y la aceleración en las direcciones X e Y de los manipuladores primero a tercero cuando se ha fabricado un elemento curvado mientras que se mueve cada uno de los manipuladores primero a tercero en la dirección axial y la dirección de flexión de un tubo de acero.

20 La figura 19 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente la estructura de un aparato de flexión desvelado en el documento 1 de patente.

Las figuras 20(a) - 20(d) son vistas explicativas que muestran el estado en varios puntos en el tiempo durante la fabricación de un elemento curvado por la invención propuesta en la solicitud de patente japonesa N° 2008-276494.

25 **Explicación de los símbolos**

- 0 aparato de flexión
- 1 tubo de acero
- 2 medio de soporte
- 3 dispositivo de alimentación
- 30 4 matriz de rodillos amovible
- 4a par de rodillos
- 5 bobina de calentamiento de alta frecuencia
- 6 dispositivo de enfriamiento por agua
- 8 elemento curvado
- 35 9 pieza en bruto de metal
- 10 dispositivo de alimentación
- 11 dispositivo de calentamiento y de enfriamiento
- 12 medio de sujeción
- 13 elemento curvado
- 40 14 robot industrial
- 20 aparato de fabricación de acuerdo con la presente invención
- 21 elemento curvado

- 22 medio de alimentación
- 23 mecanismo de formación de área de alta temperatura
- 24 medio de flexión
- 25 tubo de acero
- 5 26 robot industrial de doble brazo
- 27 primer manipulador
- 28 tercer manipulador
- 29 robot industrial
- 29a segundo manipulador

10 **Mejor modo de realizar la invención**

En la siguiente explicación, se dará un ejemplo del caso en el que “un elemento de metal hueco que tiene una sección transversal cerrada” de acuerdo con la presente invención es un tubo de acero. La presente invención puede aplicarse de la misma manera a un elemento de metal hueco que tenga una sección transversal cerrada distinta a un tubo de acero.

- 15 Las figuras 1(a) - 1(d) son vistas explicativas que muestran el estado en varios puntos en el tiempo durante la fabricación de un elemento 21 curvado por un aparato 20 de fabricación de acuerdo con la presente invención. El aparato 20 de fabricación tiene un medio 22 de alimentación, un mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura que calienta y enfría un tubo 25 de acero para formar un área de alta temperatura, y un medio 24 de flexión.

20 [Medio 22 de alimentación]

El medio 22 de alimentación está dispuesto en una primera posición A con el fin de ser capaz de moverse de manera bidimensional o tridimensional. El medio 22 de alimentación alimenta el tubo 25 de acero mientras cambia su dirección de alimentación. El medio 22 de alimentación coopera con el medio 24 de flexión descrito a continuación con el fin de flexionar un tubo 25 de acero en una forma deseada transmitiendo un momento flector a un área de alta temperatura del tubo 25 de acero.

- 25 El medio 22 de alimentación está soportado por un primer manipulador 27. Como resultado, se logra una reducción en el espacio del medio 22 de alimentación y una reducción en el espacio de un aparato de suministro de material. El primer manipulador 27 es, preferentemente, un manipulador articulado verticalmente o un manipulador de doble brazo como se desvela, por ejemplo, por el documento JP 2008-272883 A.

- 30 La figura 2 es una vista explicativa que muestra el estado en el que el medio 22 de alimentación está soportado por un primer manipulador 27 de los dos manipuladores articulados verticalmente de un robot 26 industrial de doble brazo, el medio 24 de flexión está soportado por un tercer manipulador 28 del robot, y el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura está soportado por un segundo manipulador 29a de un robot 29 industrial articulado verticalmente de seis ejes.

- 35 El robot 26 industrial de doble brazo mostrado en la figura 2 tiene un primer manipulador 27 de siete ejes y un tercer manipulador 28 de siete ejes. El primer manipulador 27 y el tercer manipulador 28 están instalados en una base (no mostrada) que tiene un eje pivotante que puede pivotar alrededor de un eje perpendicular a una superficie fija. En conjunto, el robot 26 industrial tiene un grado de libertad que consiste en 15 ejes.

- 40 El robot 26 industrial hace funcionar el medio 22 de alimentación y el medio 24 de flexión soportados por los manipuladores 27 y 28, respectivamente, con seis grados de libertad que consisten en tres ejes de traslación y tres ejes de rotación. Como resultado, el robot 26 industrial puede procesar un elemento curvado que tiene una forma tridimensional complicada. Cada uno de los manipuladores 27 y 28 tiene siete ejes, y además en los seis grados de libertad descritos anteriormente, los manipuladores 27 y 28 pueden plegarse en una forma compacta. Como resultado, el robot 26 industrial puede suministrar un material que debe procesarse en la forma de un tubo 25 de
- 45 acero en un espacio compacto.

- Los manipuladores articulados verticalmente tienen de un primer a un sexto eje. El primer eje permite que un brazo superior gire en un plano horizontal. El segundo eje permite que el brazo superior gire hacia delante y hacia atrás. El tercer eje permite que un antebrazo gire hacia arriba y hacia abajo. Un cuarto eje permite que rote el antebrazo. El quinto eje permite que una muñeca gire hacia arriba y hacia abajo. El sexto eje permite que rote la muñeca. Si es necesario, además de los ejes primero a sexto, el manipulador puede tener un séptimo eje que permite que pivote el
- 50 brazo superior. El movimiento de los ejes primero a séptimo se acciona mediante servomotores de CA.



Los robots industriales articulados verticalmente no necesitan tener seis o siete ejes y pueden tener cinco ejes. Es decir, los robots industriales articulados verticalmente pueden tener cualquier número de ejes que puedan realizar la operación de procesamiento necesaria.

5 Los efectores finales adecuados para sujetar el medio 22 de alimentación, el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura, y el medio 24 de flexión se proporcionan en la puntas de las muñecas de los robots industriales. Los efectores finales se describirán a continuación.

De esta manera, el primer manipulador 27 sujeta una primera parte localizada en el lado de un primer extremo del tubo 25 de acero.

[Mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura]

10 El mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura está dispuesto en una segunda posición B aguas abajo de la primera posición A en la dirección de alimentación del tubo 25 de acero. El mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura tiene un medio de calentamiento y un medio de enfriamiento. El medio de calentamiento calienta la totalidad o una parte de la circunferencia del tubo 25 de acero. El medio de enfriamiento está dispuesto en una tercera posición C aguas abajo de la segunda posición B en la dirección de alimentación del tubo 25 de  
15 acero. El medio de enfriamiento enfría la parte del tubo 25 de acero que se ha calentado mediante el medio de calentamiento.

Con el fin de simplificar la explicación, se describirá el caso en el que el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura comprende un único elemento. Sin embargo, el medio de calentamiento y el medio de enfriamiento pueden, por supuesto, ser dispositivos diferentes.

20 El medio de calentamiento calienta la totalidad o una parte de la circunferencia del tubo 25 de acero que se alimenta. Un aparato de calentamiento de alta frecuencia que tiene una bobina de calentamiento dispuesta alrededor y separada del tubo 25 de acero se usa como el medio de calentamiento. Una bobina de calentamiento de alta frecuencia se conoce bien y se usa convencionalmente por los expertos en la materia, por lo que se omitirá una explicación adicional del medio de calentamiento.

25 El medio de enfriamiento enfría la parte del tubo 25 de acero que se ha calentado mediante el medio de calentamiento. Un dispositivo de enfriamiento por agua que tiene una boquilla de pulverización de agua de enfriamiento separada de la superficie externa del tubo 25 de acero se usa como el medio de enfriamiento. Este tipo de boquilla de pulverización de agua de enfriamiento se conoce bien y se usa convencionalmente por los expertos en la materia, por lo que se omitirá una explicación adicional del medio de enfriamiento.

30 El mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura está soportado por un mecanismo de movimiento adecuado por medio del que el ángulo de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura puede variarse de acuerdo con los cambios en la dirección de alimentación del tubo 25 de acero por el medio 22 de alimentación. Como resultado, el aparato 20 de fabricación puede fabricar un elemento 21 curvado mientras que se  
35 varía el ángulo de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura de acuerdo con los cambios en la dirección de alimentación del tubo 25 de acero por el medio 22 de alimentación.

Además, puede fabricarse un elemento 21 curvado mientras que se varía la posición del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura a las proximidades del medio 22 de alimentación. Es decir, la posición de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura puede cambiarse a una posición más cercana al medio 22 de alimentación. Como resultado, puede lograrse una reducción en el espacio del aparato 20 de  
40 fabricación. Aunque depende de la forma del producto, moviendo el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura en la dirección axial puede reducirse, aproximadamente, de la mitad a dos tercios del espacio de instalación del aparato 20 de fabricación.

El mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura está soportado por el segundo manipulador 29a, por lo que se disminuye el espacio de instalación del aparato 20 de fabricación. En concreto, el segundo manipulador 29a  
45 es, preferentemente, un manipulador de un segundo robot industrial articulados verticalmente que tiene, preferentemente, al menos cinco ejes.

De esta manera, el segundo manipulador 29a soporta el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura. El mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura calienta una zona localizada entre la primera parte del tubo 25 de acero y una segunda parte localizada en el lado de un segundo extremo del tubo 25 de acero y, a  
50 continuación, realiza el enfriamiento para formar una área de alta temperatura en una parte de esta zona.

[Medio 24 de flexión]

El medio 24 de flexión está dispuesto en una cuarta posición D aguas abajo de la tercera posición C en la dirección de alimentación del tubo 25 de acero. El medio 24 de flexión está dispuesto con el fin de que sea capaz de moverse de manera bidimensional o tridimensional. El medio 24 de flexión sujeta el tubo 25 de acero que se alimenta en, al  
55 menos, una localización. El medio 24 de flexión transmite un momento flector al área de alta temperatura del tubo 25

de acero en cooperación con el medio 22 de alimentación, y flexiona el tubo 25 de acero en una forma deseada.

Con el fin de aumentar la eficacia del espacio, el medio 24 de flexión está compuesto, preferentemente, por un tercer manipulador 28. Específicamente, el tercer manipulador 28 es, preferentemente, un manipulador de un tercer robot industrial articulado verticalmente o el otro manipulador del primer robot industrial de doble brazo descrito anteriormente.

5 El tercer manipulador 28 puede tener una estructura tal que soporte un tubo 25 de acero que se ha sometido a flexión, por lo que se reduce una disminución en la precisión dimensional del tubo 25 de acero. Como alternativa, puede haber un cuarto manipulador que evita una disminución en la precisión dimensional del tubo 25 de acero soportando el tubo 25 de acero que se ha sometido a flexión. Este cuarto manipulador es, preferentemente, un manipulador de un cuarto robot industrial articulado verticalmente que tiene, preferentemente, al menos cinco ejes.

10 De esta manera, el tercer manipulador 28 sujeta la segunda parte localizada en el lado del segundo extremo del tubo 25 de acero.

A continuación, se explicará el efector final.

15 La figura 3(a) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un mandril 30 alargado, la figura 3(b) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un mandril 31 corto, y la figura 3(c) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un mandril 32 alargado. Los mandriles 30 - 32 son efectores finales para el caso en el que una primera parte localizada en el lado del primer extremo del tubo 25 de acero se sujeta mediante el primer manipulador 27, o una segunda parte localizada en el lado del segundo extremo del tubo 25 de acero se sujeta mediante el tercer manipulador 28.

20 Cada uno de los mandriles 30 - 32 tiene un cuerpo tubular para sujetar la primera o la segunda parte del tubo 25 de acero.

El mandril 30 está dispuesto en el exterior del tubo 25 de acero, y sujeta un extremo del tubo 25 de acero poniéndose en contacto con la superficie 25b externa del tubo 25 de acero. El mandril 30 tiene una estructura tal que su diámetro interno puede aumentarse mediante un mecanismo adecuado como el que se describe a continuación.

25 Cada uno de los mandriles 31 y 32 puede insertarse en el tubo 25 de acero. Los mandriles 31 y 32 sujetan un extremo del tubo 25 de acero poniéndose en contacto con la superficie interna del tubo 25 de acero. Los mandriles 31 y 32 tienen una estructura tal que su diámetro externo puede ampliarse mediante un mecanismo adecuado como el que se describe a continuación.

30 Estos mandriles 30 - 32 retienen apropiadamente un extremo del tubo 25 de acero que se alimenta en la dirección axial, por lo que el aparato 20 de flexión puede realizar la flexión del tubo 25 de acero con una precisión de trabajo adecuada.

35 Cada uno de los mandriles 30 - 32 tiene un mecanismo de sellado de extremo de tubo que está en contacto con una superficie de sellado formada en el extremo del tubo o un mecanismo de sellado de superficie interna que está en contacto con una superficie de sellado formada en la superficie interna del tubo. Como resultado, los mandriles 30 - 32 sellan el tubo 25 de acero poniéndose en contacto directamente con la parte terminal o la superficie interna del tubo 25 de acero. Debido a que los mandriles 30 - 32 evitan que el agua penetre en el tubo 25 de acero, la temperatura del tubo 25 de acero se aumenta apropiadamente mediante el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura. Como resultado, el aparato 20 de fabricación puede realizar la flexión del tubo 25 de acero con una precisión de trabajo suficiente.

40 El mandril 30 está compuesto por un elemento tubular alargado. Por lo tanto, el mandril 30 puede rebajar una carga  $W$  de flexión a un nivel bajo y puede evitar la interferencia entre el primer manipulador 27 o el tercer manipulador 28 y los equipos instalados en su periferia, incluso cuando la flexión se inicia en las proximidades de la parte terminal del tubo 25 de acero.

45 El mandril 31 está compuesto por un elemento tubular corto. El endurecimiento por temple del tubo 25 de acero puede realizarse desde las partes terminales del tubo 25 de acero, por lo que se aumenta la elasticidad del producto.

50 El mandril 32 está compuesto por un elemento tubular alargado. Por lo tanto, el mandril 32 puede rebajar la carga  $W$  de flexión a un valor bajo y puede evitar la interferencia entre el primer manipulador 27 o el tercer manipulador 28 y los equipos instalados en su periferia, incluso cuando la flexión se inicia en las proximidades de la parte terminal del tubo 25 de acero. El mandril 32 también permite que el endurecimiento por temple del tubo 25 de acero se realice desde sus partes terminales, por lo que puede aumentarse la elasticidad del producto.

La figura 4 es una vista explicativa que muestra cómo los mandriles 30 y 32 pueden rebajar una carga  $W$  de flexión a un valor bajo.

El símbolo  $W$  en la figura 4 indica una carga de flexión. El símbolo  $M$  indica el momento necesario para flexionar el tubo 25 de acero. El símbolo  $l_1$  indica la longitud del mandril.  $l_2$  indica la superposición del mandril. El símbolo  $l_3$

indica la distancia desde el extremo del tubo 25 de acero hasta el punto de inicio de la flexión.

La carga de flexión se da por  $W = M/L = M/(l_1 + l_3)$ . Cuanto más larga es L, más pequeña puede ser W. Con el fin de aumentar la elasticidad de un producto, la flexión se inicia, preferentemente, desde las proximidades de la parte terminal del tubo 25 de acero. Es decir,  $l_3$  se hace preferentemente pequeña. Cuando hay un límite en la carga admisible de la máquina de flexión,  $l_3$  puede acortarse aumentando  $l_1$ .

A modo de ejemplo, el momento flector necesario para realizar la flexión con un radio de curvatura de 200 mm en un tubo 25 de acero que tiene un diámetro externo de 25 mm y un espesor de pared de 1,0 mm es de aproximadamente 36 Nm.

Cuando la carga de flexión admisible es de 500 N, cuando  $L = d$  (siendo d el diámetro externo),  $W = 1440 \text{ N} > 500 \text{ N}$ , y cuando  $L = 2d$ ,  $W = 720 \text{ N} > 500 \text{ N}$ . En cualquier caso, no puede realizarse la flexión. En contraste, cuando  $L = 3d$ ,  $W = 480 \text{ N} < 500 \text{ N}$ , y cuando  $L = 4d$ ,  $W = 360 \text{ N} < 500 \text{ N}$ , y cuando  $L = 5d$ ,  $W = 288 \text{ N} < 500 \text{ N}$ , de este modo en cada caso puede realizarse la flexión.

Por las razones anteriores, en las condiciones anteriores, es deseable cumplir la relación  $L > 3d$ .

La figura 5(a) es una vista explicativa que muestra un mandril 33, y la figura 5(b) es una vista explicativa que muestra otro mandril 34.

El mandril 33 está dispuesto en el exterior de un tubo 25 de acero y sujeta la parte terminal del tubo de acero poniéndose en contacto con la superficie externa del tubo 25 de acero. El mandril 34 se inserta en un tubo 25 de acero y sujeta la parte terminal del tubo 25 de acero poniéndose en contacto con la superficie interna del tubo 25 de acero.

El mandril 34 se prefiere al mandril 33 porque puede centrar fácilmente el tubo 25 de acero y puede obtener fácilmente una fuerza de sujeción mediante la tensión ejercida por el tubo 25 de acero en la dirección circunferencial.

La figura 5(c) es una vista explicativa de diversos tipos de mandriles 35 - 43.

Los mandriles 35 y 36 están dispuestos en el exterior de un tubo 25 de acero y en contacto con la superficie externa del tubo 25 de acero.

Los mandriles 37 y 38 se insertan en un tubo 25 de acero y se ponen en contacto con la superficie interna del tubo 25 de acero.

Los mandriles 39 y 40 están dispuestos en el exterior de un tubo 25 de acero y en contacto con la superficie externa del tubo 25 de acero, y también se insertan en el tubo 25 de acero y se ponen en contacto con la superficie interna del tubo 25 de acero.

Todos los mandriles 41 - 43 son mandriles para tubos rectangulares. Con el fin de obtener una fuerza de retención adecuada con respecto a un tubo rectangular y sujetar un tubo rectangular con precisión, los mandriles 41 - 43 se insertan, preferentemente, en el interior de un tubo rectangular y están en contacto, preferentemente, tanto con la superficie interna como con las esquinas internas de un tubo de acero.

Cada uno de los tipos de mandriles descritos anteriormente está dispuesto, preferentemente, de manera que su eje central coincida con el eje central del tubo 25 de acero con el fin de obtener una alta precisión de trabajo.

La figura 6 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un ejemplo de un mandril 44 usado en el primer manipulador 27 o en el tercer manipulador 28. El símbolo 45 en la figura 6 indica un cilindro.

La figura 6 muestra el caso en el que un tubo 25 de acero se somete a flexión mientras que se endurece por temple desde las proximidades de su extremo frontal. En este caso, el mandril 44 es, preferentemente, un mandril alargado que tiene un diámetro externo que coincide aproximadamente con el diámetro externo del tubo 25 de acero.

La figura 7 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un ejemplo de un mandril 46 usado en el primer manipulador 27 o en el tercer manipulador 28.

La figura 7 muestra el caso en el que la flexión se realiza durante la realización del endurecimiento por temple hasta las proximidades del extremo posterior del tubo 25 de acero. También en este caso, el mandril 46 es, preferentemente, un mandril alargado que tiene un diámetro externo que coincide aproximadamente con el diámetro externo del tubo 25 de acero.

Las figuras 8(a) - 8(c) son vistas explicativas que muestran esquemáticamente mecanismos para ampliar las dimensiones externas de los mandriles 48, 49, y 48-1. Cada uno de los mandriles 48, 49, y 48-1 se insertan en el interior de un tubo 25 de acero y sujetan la parte terminal del tubo 25 de acero poniéndose en contacto con la superficie interna del tubo 25 de acero.

- 5 El mandril 48 tiene un árbol 51 y una barra 52 de funcionamiento en el interior de un cuerpo 50 cilíndrico. El árbol 51 puede extenderse y retraerse mediante un cilindro o similares (no mostrado). La barra 52 de funcionamiento está dispuesta en el extremo del árbol 51. Cuatro garras 53 de mandril están dispuestas en una superficie inclinada de la barra 52 de funcionamiento y se colocan en la dirección axial del cuerpo 50. Mover el árbol 51 en la dirección axial del cuerpo 50 hace que las garras 53 de mandril se muevan en la dirección radial y, como resultado, se amplían o se reducen las dimensiones externas del mandril 48.
- 10 El mandril 49 tiene un árbol 51 y una barra 54 cónica en el interior de un cuerpo 50 cilíndrico. El árbol 51 puede extenderse o retraerse mediante un cilindro no ilustrado o similar. La barra 50 cónica está dispuesta en el extremo del árbol 51. Un gran número de segmentos 55 y una garra 56 elástica están dispuestos en la pendiente de la barra 54 cónica. Cuando el árbol 51 se mueve en la dirección axial del cuerpo 50, los segmentos 55 se mueven en la dirección radial y, como resultado, se amplían o disminuyen las dimensiones externas del mandril 49.
- 15 En el mandril 48-1, que es una variante del mandril 48, la barra 52 de funcionamiento del mandril 48 se ahúsa en su extremo. La barra 52 de funcionamiento ahusada aumenta el área transversal de la conexión al árbol 51, por lo que se aumenta la resistencia de la barra 52 de funcionamiento.
- 20 Las garras 53 de mandril tienen, preferentemente, ranuras de cola de milano que se extienden en la dirección axial del cuerpo 50 con el fin de realizar el desbloqueo con precisión.
- 25 Un ejemplo del material de las garras 53 de mandril y la barra 52 de funcionamiento es un acero inoxidable austenítico o un acero para herramientas. Un acero inoxidable austenítico no es magnético, lo que lo hace adecuado porque es difícil someterlo a un calentamiento inductivo. Sin embargo, su resistencia al desgaste (resistencia al rayado) y su resistencia al agarrotamiento son algo pobres. Por otro lado, un acero para herramientas es magnético y se ve fácilmente afectado por el calentamiento por inducción, pero si el calentamiento por inducción no se realiza hasta las proximidades de las garras 53 de mandril, el acero para herramientas no experimenta problemas en la aplicación práctica. El cuerpo 50 está hecho, preferentemente, de un material no magnético tal como un acero inoxidable austenítico.
- 30 La figura 9(a) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente un ejemplo de la estructura de un mandril 57 adecuado para su uso en un aparato 20 de fabricación de acuerdo con la presente invención, la figura 9(b) muestra un mandril 58 de un ejemplo comparativo, y la figura 9(c) muestra un mandril 57 de un ejemplo de la presente invención.
- 35 Como se muestra en la figura 9(a) y la figura 9(c), el mandril 57 comprende unos elementos 57a y 57b componentes y unos elementos 59 aislantes. Los elementos 57a y 57b componentes se dividen en una pluralidad de partes (dos en el ejemplo ilustrado) en la dirección circunferencial. Los elementos 59 aislantes están dispuestos entre los elementos 57a y 57b componentes adyacentes. Los elementos 59 aislantes están hechos, por ejemplo, de politetrafluoroetileno o similares.
- 40 Como se muestra en la figura 9(c), disponiendo los elementos 59 aislantes entre la pluralidad de componentes 57a y 57b del mandril 57, la corriente que fluye a través de un elemento 57a o 57b componente se suprime dentro de cada elemento. Como resultado, se evita que las corrientes inducidas provocadas por la bobina 33 de calentamiento de alta frecuencia fluyan alrededor de los componentes 57a y 57b y el mandril 57 de calentamiento.
- 45 La figura 10 es una vista explicativa que muestra la estructura de un mandril 60 de tipo manguito con rendijas que es adecuado para su uso en un aparato de flexión de acuerdo con la presente invención.
- 50 El mandril 60 tiene un árbol 51 y una palanca 52 de funcionamiento en el interior de un cuerpo 50 cilíndrico. El árbol 51 puede extenderse o retraerse mediante un cilindro no ilustrado o similar. La barra 52 de funcionamiento está dispuesta en el extremo del árbol 51. Un manguito 61, que tiene unas rendijas 62 y un anillo 63 de sellado, se proporciona en la superficie inclinada de la barra 52 de funcionamiento con el fin de colocarse en la dirección axial del cuerpo 50. El manguito 61 que tiene rendijas se deforma elásticamente por el movimiento del árbol 51 en la dirección axial del cuerpo 50 y se expande o se contrae en diámetro. Como resultado, se aumentan o disminuyen las dimensiones externas del mandril 60.
- 55 Debido a que el manguito 61 tiene una pluralidad de rendijas 62, incluso cuando el manguito está hecho de metal, puede deformarse elásticamente con una pequeña fuerza y su temperatura no se aumenta fácilmente mediante calentamiento inductivo.
- 50 Puede evitarse de manera adecuada que el manguito 61 se someta a calentamiento inductivo simplemente haciendo el manguito 61 de un material no magnético. Las rendijas 62 se proporcionan, preferentemente, cuando se mantiene de manera adecuada la resistencia del manguito 61.
- 55 La figura 11(a) es una vista explicativa que muestra la estructura de un mandril 70 que tiene un manguito hidráulico que es adecuado para su uso en un aparato de flexión de acuerdo con la presente invención, y la figura 11(b) es una vista explicativa que muestra una variante 70-1 del mismo.

Un canal 72 para un fluido 71 de alta presión que se ha producido usando una bomba de alta presión no ilustrada se forma en el interior del mandril 70. Un manguito 73 que está formado a partir de un material elástico se proporciona en la periferia externa de la punta del cuerpo del mandril 70. El manguito 73 se deforma con el fin de expandirse haciendo pasar el fluido 71 de alta presión a través del canal 72. El mandril 70 puede disminuir el diámetro externo de la punta del cuerpo, por lo que puede usarse como un mandril que tiene un diámetro interno pequeño. El manguito 73 está hecho, preferentemente, de un metal resistente al calor.

En el mandril 70-1, un cilindro 74 produce un fluido 71 de alta presión. Haciendo el área  $A_1$  transversal de la parte de funcionamiento del cilindro 74 más grande que el área  $A_2$  transversal de un canal 72, la presión  $P_2$  en el canal 72 puede ser alta incluso cuando la presión  $P_1$  de trabajo del cilindro 74 es baja.

La figura 12 es una vista explicativa de un mecanismo para producir una presión positiva en el interior de un tubo 25 de acero.

Si un elemento de sellado en el extremo del tubo 25 de acero está hecho de un material flexible, tal como caucho, la durabilidad del elemento de sellado es a veces insuficiente. Si el elemento de sellado está hecho de metal, a veces no es posible evitar la penetración de agua en el tubo 25 de acero.

Por lo tanto, se usa un mandril 76 en el lado de alimentación como un mecanismo para producir una presión positiva en el interior de un tubo 25 de acero. El mandril 76 en el lado de alimentación tiene un canal 75 para suministrar aire comprimido o un gas inerte comprimido en el interior de la barra de funcionamiento. El aire comprimido o el gas inerte comprimido se suministra, preferentemente, en el interior del tubo 25 de acero a través del canal 75 en el mandril 76 en el lado de alimentación y se descarga, preferentemente, desde el lado en el que está dispuesto un mandril 77 de lado de salida. Como resultado, se mantiene una presión positiva en el interior del tubo 25 de acero, y puede evitarse por completo que el agua de enfriamiento del dispositivo 14 de enfriamiento penetre en el interior del tubo 25 de acero.

Un gas inerte tal como el gas nitrógeno se suministra, preferentemente, al interior del tubo 25 de acero con el fin de evitar la oxidación del interior del tubo 25 de acero.

Cuando los mandriles descritos anteriormente sujetan la superficie interna de una pieza en bruto que se procesa que tiene una sección transversal poligonal tal como una sección transversal rectangular, o cuando sujetan la superficie interna de una pieza en bruto que se procesa que tiene una forma de sección transversal especial que tiene esquinas, si la sujeción se realiza de manera que el mandril esté en contacto con cada una de las esquinas de la superficie periférica interna de la pieza en bruto que se procesa, puede aumentarse la fuerza de sujeción, y puede centrarse con precisión la pieza en bruto que se procesa.

El aparato 20 de fabricación se constituye como se ha descrito anteriormente. A continuación, se explicará la fabricación de un elemento 21 curvado mediante el aparato 20 de fabricación.

Como se muestra en la figura 1(a), un tubo 25 de acero se calienta y se enfría localmente con rapidez mediante el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura, y se sujeta mediante el medio 24 de flexión mientras que el tubo 25 de acero se alimenta por el medio 22 de alimentación.

En este momento, como se muestra por la flecha de línea discontinua en la figura 1(a), la posición del medio 22 de alimentación se cambia de manera bidimensional o tridimensional, y la posición del medio 24 de flexión se cambia de manera bidimensional o tridimensional. Además, el ángulo de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura se cambia de acuerdo con los cambios en la dirección de alimentación del tubo 25 de acero por el medio 22 de alimentación. De esta manera, como se muestra en la figura 1(b), se realiza una primera operación de flexión en el tubo 25 de acero.

Por lo tanto, la dirección de alimentación en el lado de entrada del tubo 25 de acero (el lado de suministro de la pieza en bruto) puede variarse libremente sin que se limite a la dirección axial. Es decir, el ángulo de incidencia del tubo 25 de acero puede variarse libremente, y el ángulo de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura se varía de acuerdo con los cambios en el ángulo de incidencia del tubo de acero. Por lo tanto, es posible limitar el intervalo de funcionamiento del medio 24 de flexión que está soportado por el tercer manipulador.

A continuación, como se muestra en la figura 1(b), la posición de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura se cambia a una posición más cercana al medio 22 de alimentación, y como se muestra en la figura 1(c) y 1(d), la posición del medio 22 de alimentación se varía de manera bidimensional o tridimensional y la posición del medio 24 de flexión se varía de manera bidimensional o tridimensional. Como resultado, se realiza una segunda operación de flexión en el tubo 25 de acero.

De esta manera, (i) el primer manipulador 27 se mueve intermitentemente en la dirección axial de la primera parte del tubo 25 de acero y/o se mueve de manera bidimensional o tridimensional en una dirección que puede transmitir un momento flector al área de alta temperatura formada en el tubo 25 de acero, (ii) el tercer manipulador 28 se mueve intermitentemente en la dirección axial de la segunda parte del tubo 25 de acero y/o se mueve de manera bidimensional o tridimensional en una dirección que puede transmitir un momento flector al área de alta temperatura

, y (iii) el segundo manipulador 29a se mueve de forma continua o intermitente en la dirección axial del área de alta temperatura del tubo 25 de acero.

5 Como resultado, la posición de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura se cambia a una posición en las proximidades del medio 22 de alimentación y, a continuación, la posición del medio 22 de alimentación, que está soportado por el primer manipulador 27, se cambia para realizar una segunda operación de flexión, por lo que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura mientras que se mueve el área de alta temperatura en la dirección axial del tubo 25 de acero. Como resultado, puede reducirse el intervalo de movimiento del medio 24 de flexión que está soportado por el tercer manipulador 28.

10 Con este aparato 20 de fabricación, el medio 24 de flexión puede soportarse por un robot industrial que tiene un tercer manipulador 28 con un corto alcance. Por lo tanto, es posible aumentar la compacidad del aparato, reducir los costes de equipamiento y reducir las vibraciones en el momento de los cambios en la velocidad de funcionamiento y en el momento del movimiento reduciendo tanto como sea posible la velocidad de funcionamiento del robot industrial. Como resultado, puede fabricarse un elemento 21 curvado que tiene una precisión dimensional mejorada con una alta productividad y a un bajo coste.

15 Cuando se realiza la flexión con el aparato 20 de fabricación, retorciendo el tubo 25 de acero alrededor de su eje definido en el primer manipulador 27 y/o retorciendo el tubo 25 de acero alrededor de su eje definido en el tercer manipulador 28, puede hacerse girar el tubo 25 de acero alrededor de su eje y puede realizarse una rotación de torsión relativa. Como resultado, se hace posible la torsión, y se obtiene un producto que tiene una parte retorcida, lo que es deseable.

20 Girando de manera simultánea el tubo 25 de acero alrededor de su eje en la misma dirección en el primer manipulador 27 y el tercer 28 manipulador en el momento de la flexión, puede reducirse el intervalo de funcionamiento del primer manipulador 27 y el tercer manipulador 28, y pueden preferentemente minimizarse.

25 Cuando el segundo manipulador 29a se mueve en la dirección axial del tubo 25 de acero en la dirección desde el primer manipulador 27 hacia el tercer manipulador 28, y el tubo 25 de acero se retuerce alrededor de su eje en el primer manipulador 27, el segundo manipulador 29a y el tercer manipulador 28 se hacen funcionar preferentemente en sincronía, de manera que sus direcciones de movimiento y sus velocidades de movimiento son las mismas, con el fin de mejorar la precisión dimensional del elemento 21 curvado resultante.

30 De esta manera, reduciendo el espacio de instalación global del aparato 20 de fabricación y, en particular, reduciendo tanto como sea posible el intervalo de funcionamiento del medio 24 de sujeción en la invención propuesta en la solicitud de patente japonesa N° 2008-276494, es posible aumentar la compacidad del aparato y reducir los costes de equipamiento, para evitar un cambio en la velocidad y la vibración de funcionamiento durante el funcionamiento y acortar el tiempo de producción reduciendo tanto como sea posible la velocidad de funcionamiento del medio 24 de sujeción. Como resultado, puede fabricarse un elemento 21 curvado que tiene una precisión dimensional mejorada con una alta productividad, reduciendo a la vez, tanto como sea posible, un aumento en los  
35 costes de equipamiento.

Por lo tanto, la presente invención puede suministrar un elemento resistente, un elemento de refuerzo, o un elemento estructural de metal que tenga una forma curvada para un automóvil, por ejemplo, con una excelente precisión dimensional y a un bajo coste.

### Ejemplo 1

40 La presente invención se describirá más concretamente haciendo referencia a los ejemplos.

Usando un aparato 20 de fabricación de acuerdo con la presente invención, como se muestra en la figura 1, y un aparato de acuerdo con la invención propuesta en la solicitud de patente japonesa N° 2008-276494 (ejemplo comparativo), se fabricó una parte que tiene la forma mostrada en la figura 13 usando un tubo rectangular recto (dimensiones externas: 50 mm x 25 mm, espesor de pared de 1,0 mm) como el material de pieza en bruto de  
45 partida. La velocidad de alimentación fue de 80 mm/segundo y la temperatura de calentamiento fue de 930° C en el punto más alto.

En el ejemplo de la presente invención, el medio 22 de alimentación estaba soportado por un robot industrial articulado que tenía un manipulador con 6 ejes. El medio 24 de flexión estaba soportado por un robot industrial articulado que tenía un manipulador con 7 ejes. El mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura estaba  
50 soportado por un robot industrial articulado que tenía un manipulador con 6 ejes. Solo el ángulo de instalación del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura se varió de acuerdo con los cambios en la dirección de alimentación del medio 22 de alimentación.

En el aparato del ejemplo comparativo, el medio de alimentación en el lado de entrada era del tipo en el que se acciona un tornillo de bola mediante un servomotor. La operación de alimentación se realizó solo en la dirección  
55 axial del tubo rectangular, y se fijó la posición de instalación del mecanismo de formación de área de alta temperatura. El medio 24 de flexión estaba soportado por un robot industrial articulado que tenía un manipulador con

7 ejes.

Los resultados del ejemplo comparativo se muestran en la gráfica de la figura 14, los resultados de la presente invención se muestran en la gráfica de la figura 15, las velocidades en la dirección transversal de los robots que soportaron el medio de flexión (el robot de lado de salida) en el ejemplo de la presente invención y en el ejemplo comparativo se comparan en la gráfica de la figura 16, y las trayectorias de los robots se comparan en la gráfica de la figura 17. En las gráficas de las figuras 14 - 17, la dirección de alimentación del tubo rectangular se muestra mediante el eje X y la dirección de flexión perpendicular a la dirección de alimentación (la dirección lateral) se muestra mediante el eje Y.

A partir de las gráficas de las figuras 14 - 17, puede observarse que

- (a) de acuerdo con la presente invención, el intervalo de funcionamiento del robot que soportaba el medio de flexión se redujo a aproximadamente 1/2, y
- (b) de acuerdo con la presente invención, la variación en la velocidad de funcionamiento del robot que soportaba el medio de flexión se redujo a aproximadamente 1/2, por lo que se redujeron en gran medida las vibraciones que tienen un efecto adverso en la precisión de un producto.

## Ejemplo 2

En este ejemplo, las vibraciones que se generan en un tubo de acero durante la operación de flexión se reducen aún más en comparación con el ejemplo 1, por lo que se fabrica un elemento curvado que tiene incluso una mayor precisión dimensional.

En este ejemplo, cuando se realiza la flexión de un tubo de acero hueco que tiene una sección transversal cerrada cumpliendo las condiciones 1-6 descritas anteriormente de acuerdo con la presente invención para fabricar un elemento curvado, el primer manipulador no se mueve en la dirección axial mientras que el tercer manipulador se mueve de manera bidimensional o tridimensional, y/o el tercer manipulador no se mueve en la dirección axial mientras que el primer manipulador se mueve de manera bidimensional o tridimensional.

Como resultado, se reducen notablemente tanto las vibraciones que se desarrollan en un tubo de acero durante la flexión debido al movimiento del primer manipulador en la dirección axial que se obstruye por el tercer manipulador que se mueve de manera bidimensional o tridimensional, como las vibraciones que se desarrollan en un tubo de acero durante la flexión debido al movimiento del tercer manipulador en la dirección axial que se obstruye por el primer manipulador que se mueve de manera bidimensional o tridimensional.

La figura 18(a) es una vista explicativa que muestra esquemáticamente la forma de un elemento curvado fabricado en el ejemplo 2, la figura 18(b) es una gráfica que muestra los desplazamientos, la aceleración en la dirección X, y la aceleración en la dirección Y de los manipuladores primero a tercero cuando se fabrica un elemento curvado mientras solo se mueve el primer manipulador en la dirección axial de un tubo de acero, y la figura 18(c) es una gráfica que muestra el desplazamiento, la aceleración en la dirección X, y la aceleración en la dirección Y de los manipuladores primero a tercero cuando se fabrica un elemento curvado mientras que cada uno de los manipuladores primero a tercero se mueve en la dirección axial y la dirección de flexión de un tubo de acero.

Como se muestra en la figura 18(b), cuando se fabrica un elemento curvado mientras solo se mueve el primer manipulador en la dirección axial de un tubo de acero, el movimiento del primer manipulador en la dirección axial se obstruye por el tercer manipulador que se mueve de manera bidimensional o tridimensional. Por lo tanto, se desarrollan vibraciones en el tubo de acero que se somete a flexión, las aceleraciones del tercer manipulador tanto en la dirección X como en la dirección Y se hacen extremadamente grandes, y disminuye la precisión dimensional del elemento curvado que se fabrica.

En contraste, en el ejemplo de la presente invención, como se muestra en la figura 18(c), en primer lugar, en un estado en el que un tubo de acero se retiene por el primer manipulador y el tercer manipulador, se hace funcionar el segundo manipulador para mover el medio 23 de calentamiento y de enfriamiento en la dirección axial del tubo de acero (la dirección X). A continuación, en el momento de la flexión de las curvas 1 - 4, el primer manipulador y el tercer manipulador se mueven simultáneamente en la dirección de flexión (la dirección Y en este caso) y se transmite un momento flector al tubo de acero. En este momento, el segundo manipulador varía la posición y dirección del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura de acuerdo con la forma del tubo de acero.

De esta manera, moviendo el mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura en la dirección axial de un tubo de acero sin alimentar el tubo de acero retenido por el primer manipulador y el tercer manipulador en la dirección axial, se realiza la flexión mientras que se produce un movimiento relativo del mecanismo 23 de formación de área de alta temperatura y el tubo de acero en la dirección axial. Como resultado, la aceleración del propio tubo de acero en la dirección X se vuelve sustancialmente cero, y se reducen las variaciones en la aceleración en la dirección X y se disminuyen las vibraciones cuando se transmite un esfuerzo de flexión por el primer manipulador y/o el tercer manipulador.

En comparación con el ejemplo 1, este ejemplo elimina la obstrucción del movimiento del primer manipulador en la

dirección axial por el tercer manipulador que se mueve de manera bidimensional o tridimensional. Por lo tanto, se reducen las vibraciones del tubo de acero en el momento de la flexión, las aceleraciones en la dirección X y en la dirección Y de los manipuladores primero a tercero se vuelven extremadamente pequeñas, y se aumenta la precisión dimensional de un elemento curvado fabricado.

5



REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de un elemento (21) curvado mediante la realización de la flexión de una pieza (25) en bruto de metal hueca que tiene una sección transversal cerrada cumpliendo las condiciones 1 - 6 siguientes:

- 5 Condición 1: un primer manipulador (27) sujeta una primera parte de la pieza (25) en bruto de metal localizada en el lado de un primer extremo de la misma;
- Condición 2: un segundo manipulador (29a) soporta un mecanismo (23) de formación de área de alta temperatura que calienta una zona de la pieza (25) en bruto de metal que está localizada entre la primera parte y una segunda parte localizada en el lado de un segundo extremo de la pieza (25) en bruto de metal y, a continuación, realiza el enfriamiento, formando de este modo un área de alta temperatura en una parte de la zona;
- 10 Condición 3: un tercer manipulador (28) sujeta la segunda parte de la pieza (25) en bruto de metal;
- Condición 4: el primer manipulador (27) se mueve de manera bidimensional o tridimensional de manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura;
- 15 Condición 5: el tercer manipulador (28) se mueve de manera bidimensional o tridimensional de manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura; y
- Condición 6: cumplir las condiciones 4 y 5, de manera que se transmita un momento flector al área de alta temperatura a la vez que se produce un movimiento relativo del mecanismo (23) de formación de área de alta temperatura con respecto a la pieza (25) en bruto de metal en su dirección axial.

20 2. Un procedimiento de fabricación de un elemento curvado como se establece en la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer manipulador (27) funciona con el fin de producir un movimiento de torsión de la pieza (25) en bruto de metal alrededor de su eje y/o el tercer manipulador (28) funciona con el fin de producir un movimiento de torsión de la pieza (25) en bruto de metal alrededor de su eje.

25 3. Un procedimiento de fabricación de un elemento curvado como se establece en la reivindicación 2, **caracterizado porque** la posición de instalación del mecanismo de formación de área de alta temperatura se mueve a una posición más cercana a la primera parte.

4. Un procedimiento de fabricación de un elemento curvado como se establece en la reivindicación 1, **caracterizado porque** cuando el tercer manipulador se mueve de manera bidimensional o tridimensional, y/o cuando el primer manipulador se mueve de manera bidimensional o tridimensional, el segundo manipulador mueve el mecanismo de formación de área de alta temperatura en la dirección axial de la pieza en bruto de metal.

30 5. Un procedimiento de fabricación de un elemento curvado como se establece en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 **caracterizado porque** el mecanismo (23) de formación de área de alta temperatura tiene un medio de calentamiento para calentar la pieza (25) en bruto de metal y un medio de enfriamiento para formar un área de alta temperatura enfriando la pieza (25) en bruto de metal que se ha calentado mediante este medio de calentamiento.

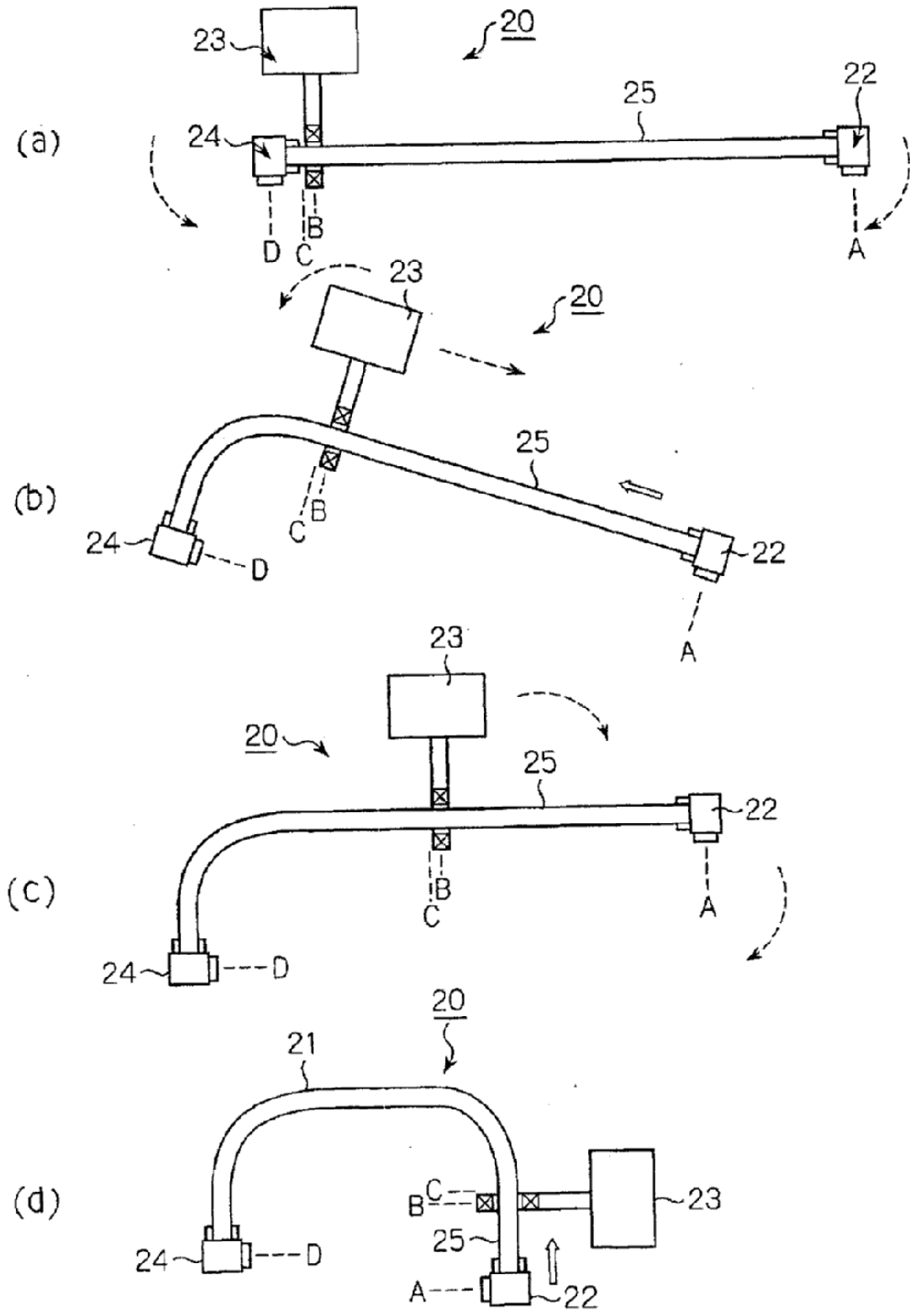
35 6. Un aparato de fabricación de un elemento (21) curvado, que comprende un primer manipulador (27), un segundo manipulador (29a), y un tercer manipulador (28) como se describe a continuación y que es capaz de fabricar un elemento curvado realizando la flexión en una pieza (25) en bruto de metal hueca que tiene una sección transversal cerrada con el fin de cumplir las condiciones 1 a 3 siguientes:

- 40 el primer manipulador (27): configurado para sujetar una primera parte de una pieza (25) en bruto de metal localizada en el lado de un primer extremo de la misma;
- el segundo manipulador (29a): soportar un mecanismo (23) de formación de área de alta temperatura para calentar una zona de la pieza (25) en bruto de metal que está localizada entre la primera parte y una segunda parte localizada en el lado de un segundo extremo de la pieza en bruto de metal y a continuación realizar el enfriamiento, formando de este modo un área de alta temperatura en un parte de la zona;
- 45 el tercer manipulador (28): configurado para sujetar la segunda parte de la pieza (25) en bruto de metal;
- Condición 1: el primer manipulador (27) se mueve de manera bidimensional o tridimensional de manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura;
- Condición 2: el tercer manipulador (28) se mueve de manera bidimensional o tridimensional de manera que puede transmitirse un momento flector al área de alta temperatura; y
- 50 Condición 3: al cumplir las condiciones 1 y 2, se transmite un momento flector al área de alta temperatura a la vez que se produce un movimiento relativo del mecanismo (23) de formación de área de alta temperatura con respecto a la pieza (25) en bruto de metal en su dirección axial.

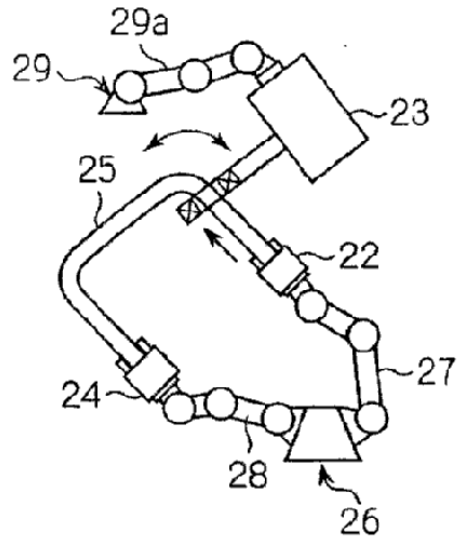
55 7. Un aparato de fabricación de un elemento (21) curvado como se establece en la reivindicación 6, que comprende además un medio (22) de alimentación que está dispuesto en una primera posición con el fin de ser capaz de moverse de manera bidimensional o tridimensional y que puede alimentar la pieza (25) en bruto de metal que tiene una sección transversal cerrada a la vez que cambiar la dirección de alimentación, un medio (23) de calentamiento que está colocado en una segunda posición aguas abajo de la primera posición en la dirección de alimentación de la pieza (25) en bruto de metal y que está configurado para calentar la totalidad o

- una parte de la circunferencia de la pieza (25) en bruto de metal que se alimenta, y un medio (23) de enfriamiento que está dispuesto en una tercera posición aguas abajo de la segunda posición en la dirección de alimentación de la pieza (25) en bruto de metal y que está configurado para enfriar la parte de la pieza en bruto de metal que se alimenta que se ha calentado mediante el medio de calentamiento, y
- 5 un medio (24) de flexión que está dispuesto en una cuarta posición aguas abajo de la tercera posición en la dirección de alimentación de la pieza (25) en bruto de metal con el fin de ser capaz de moverse de manera bidimensional o tridimensional y que junto con el medio (22) de alimentación está configurado para transmitir un momento flector a la parte calentada de la pieza (25) en bruto de metal sujetando al menos una localización de la pieza (25) en bruto de metal que se alimenta y flexionar, de este modo, la pieza (25) en bruto de metal en una forma deseada, en el que el medio (23) de calentamiento y el medio (23) de enfriamiento tienen la función de que sus ángulos de instalación pueden cambiarse de acuerdo con los cambios en la dirección de alimentación de la pieza (25) en bruto de metal mediante el medio (22) de alimentación.
- 10
8. Un aparato de fabricación de un elemento curvado como se establece en la reivindicación 7, **caracterizado porque** el medio (23) de calentamiento y el medio (6) enfriamiento tienen la función de que sus posiciones de instalación pueden cambiarse a posiciones más cercanas a la posición del medio (22) de alimentación.
- 15
9. Un aparato de fabricación de un elemento curvado como se establece en la reivindicación 8, **caracterizado porque** el medio de alimentación está soportado por un primer manipulador, el medio de calentamiento y el medio (23) de enfriamiento están soportados por un segundo manipulador (29a), y el medio de flexión está soportado por un tercer manipulador.
- 20
10. Un aparato de fabricación de un elemento curvado como se establece en cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el primer manipulador (27) está configurado para funcionar con el fin de producir un movimiento de torsión de la pieza (25) en bruto de metal alrededor de su eje y/o el tercer manipulador (28) está configurado para funcionar con el fin de producir un movimiento de torsión de la pieza (25) en bruto de metal alrededor de su eje.
- 25
11. Un aparato de fabricación de un elemento curvado como se establece en una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, **caracterizado porque** el primer manipulador (27) es un manipulador de un primer robot industrial articulado verticalmente, el segundo manipulador (29a) es un manipulador de un segundo robot industrial articulado verticalmente, y el tercer manipulador (28) es un manipulador de un tercer robot industrial articulado verticalmente.
- 30
12. Un aparato de fabricación de un elemento curvado como se establece en una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, **caracterizado porque** el primer manipulador (27) y el tercer manipulador (28) son manipuladores de un primer robot (26) industrial de doble brazo y el segundo manipulador es un manipulador de un segundo robot (29) industrial articulado verticalmente.
- 35
13. Un aparato de fabricación de un elemento curvado como se establece en una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, **caracterizado porque** además se proporciona un cuarto manipulador para soportar una pieza en bruto de metal que se ha sometido a flexión y evitar de este modo una disminución en la precisión dimensional de la pieza en bruto de metal.

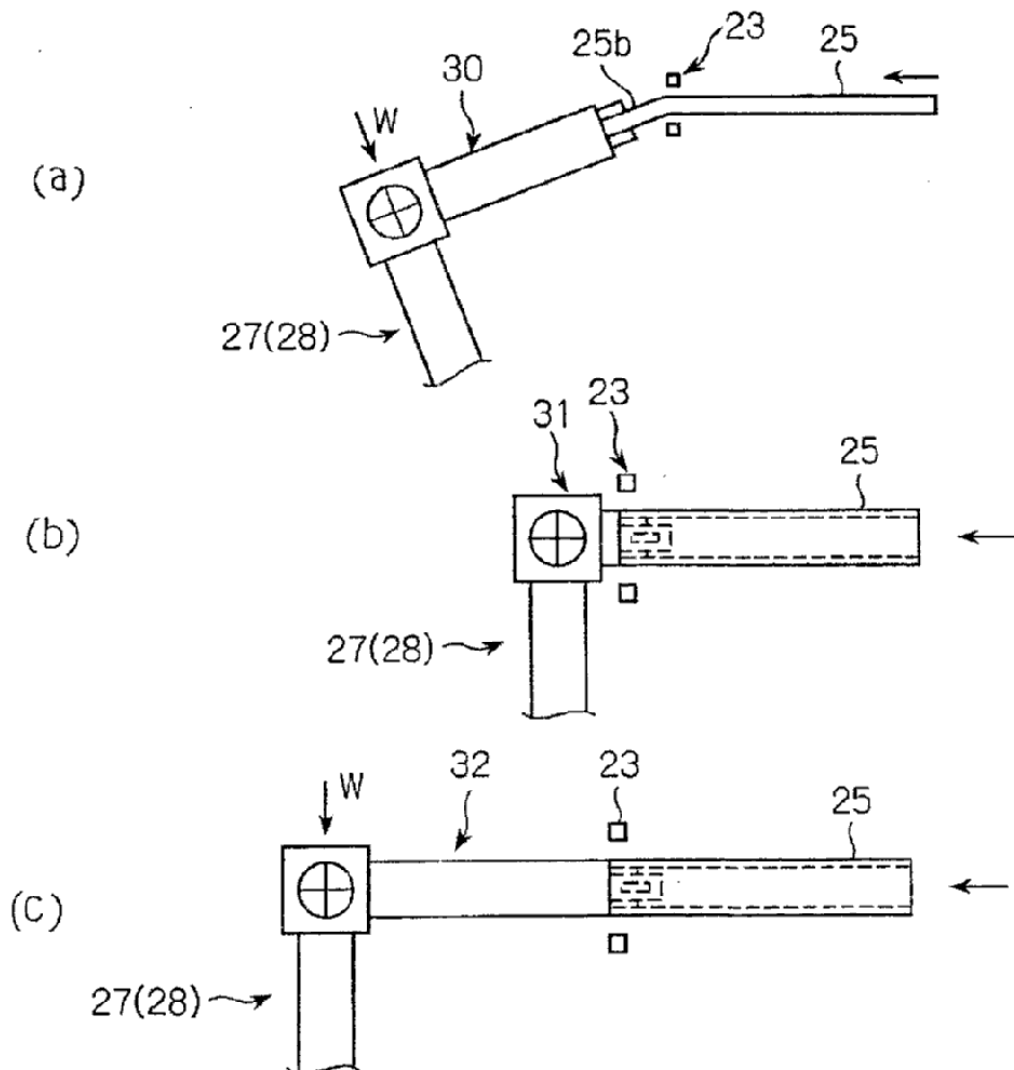
FIG. 1



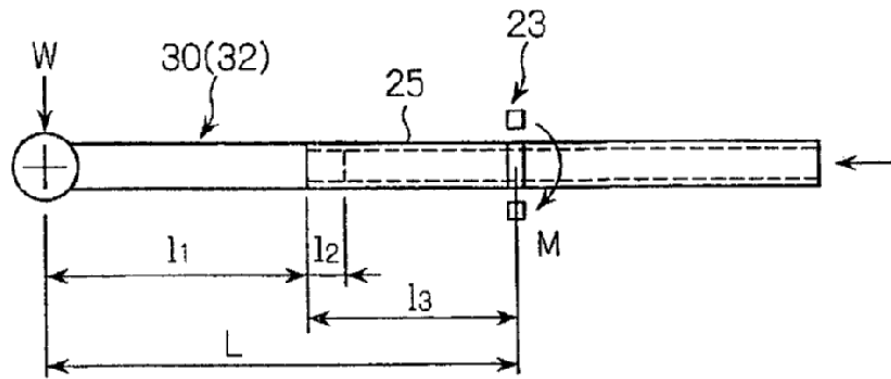
**FIG. 2**



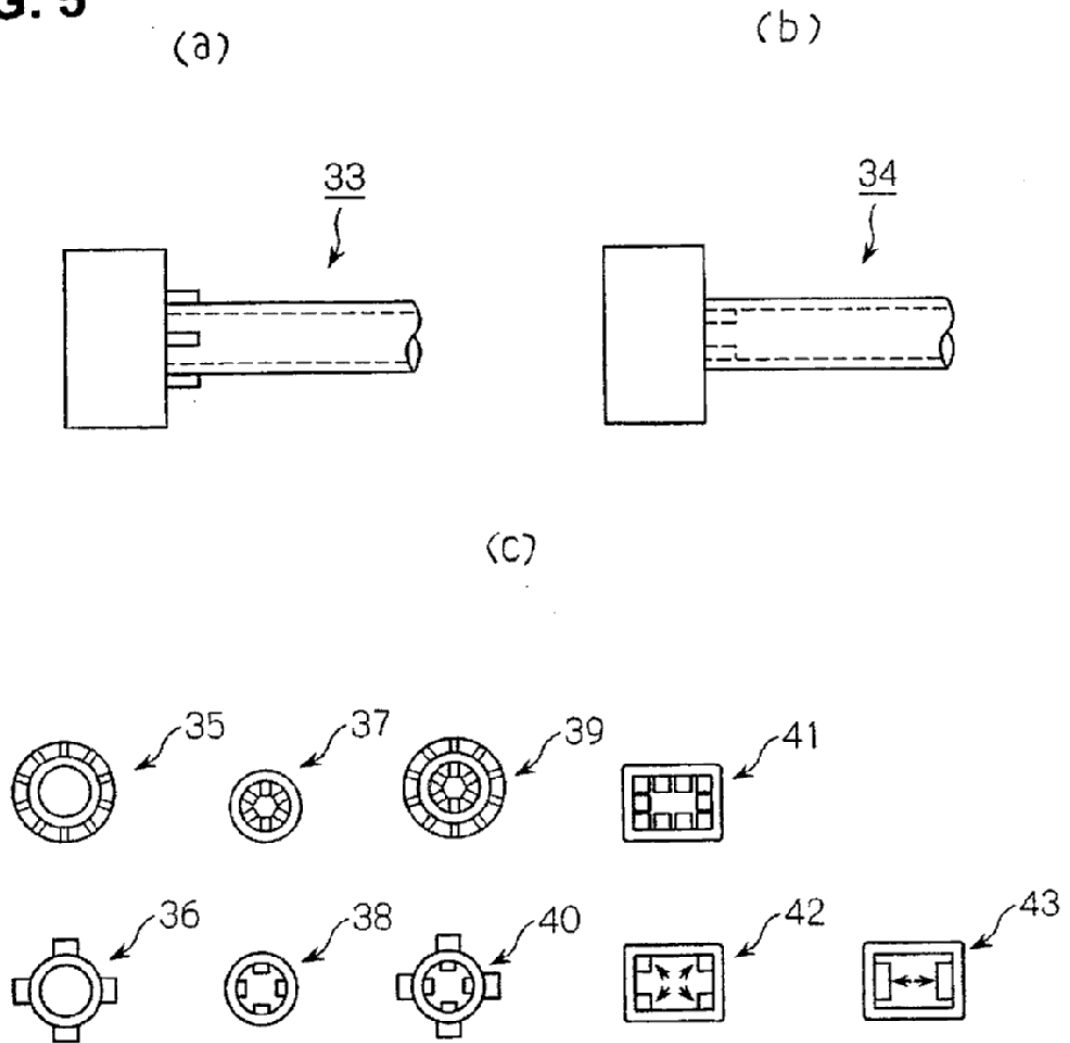
**FIG. 3**



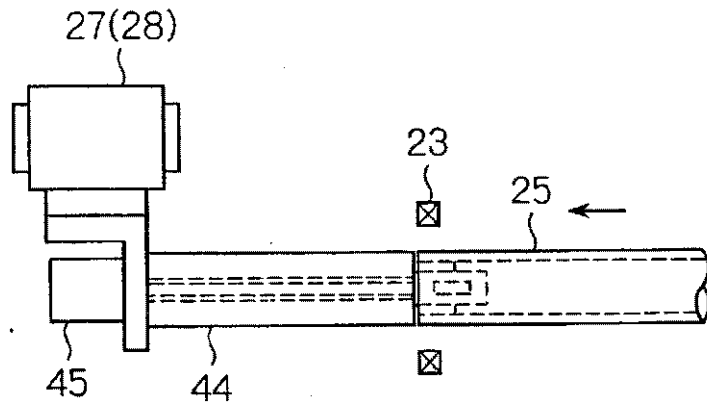
**FIG. 4**



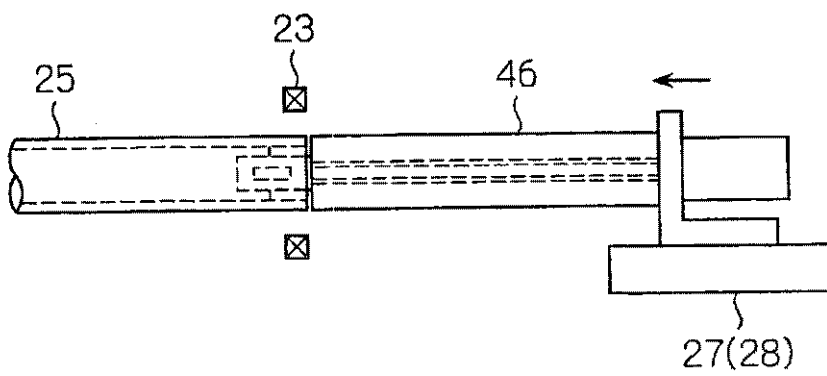
**FIG. 5**



**FIG. 6**

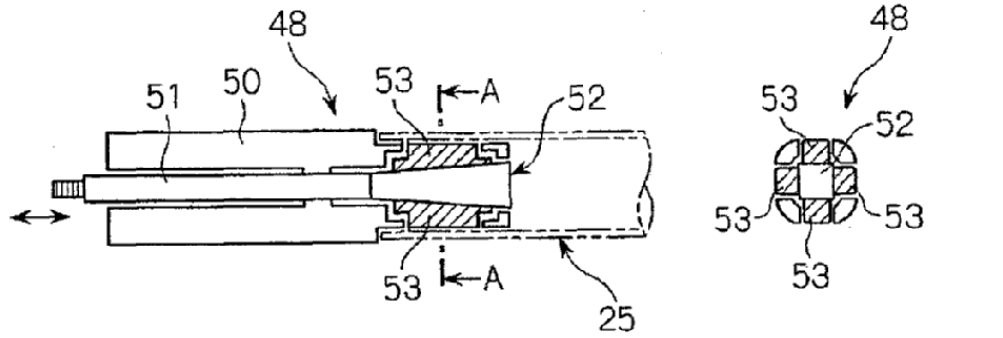


**FIG. 7**

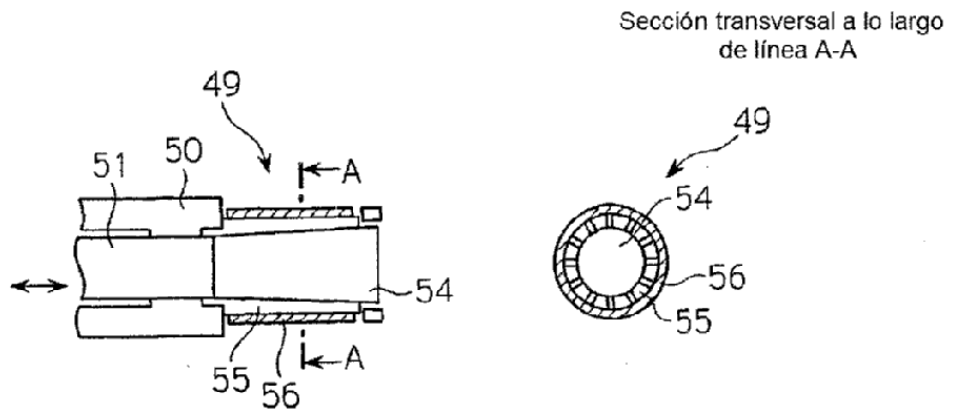


**FIG. 8**

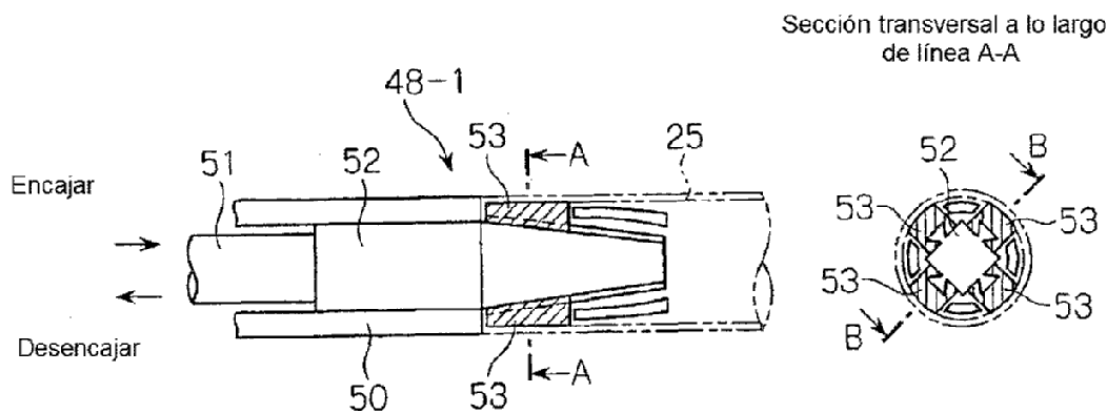
(a)



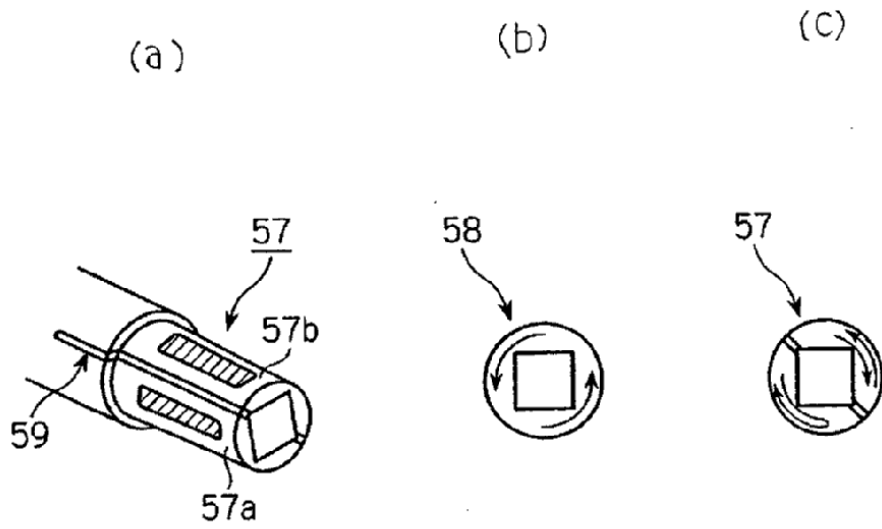
(b)



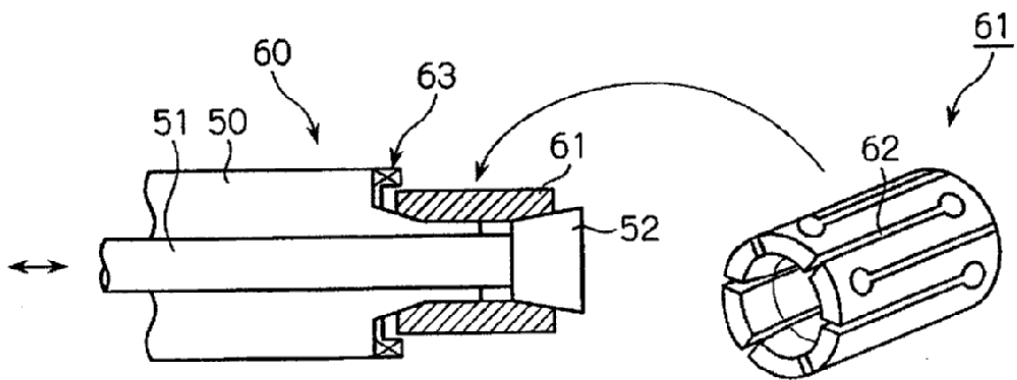
(c)



**FIG. 9**

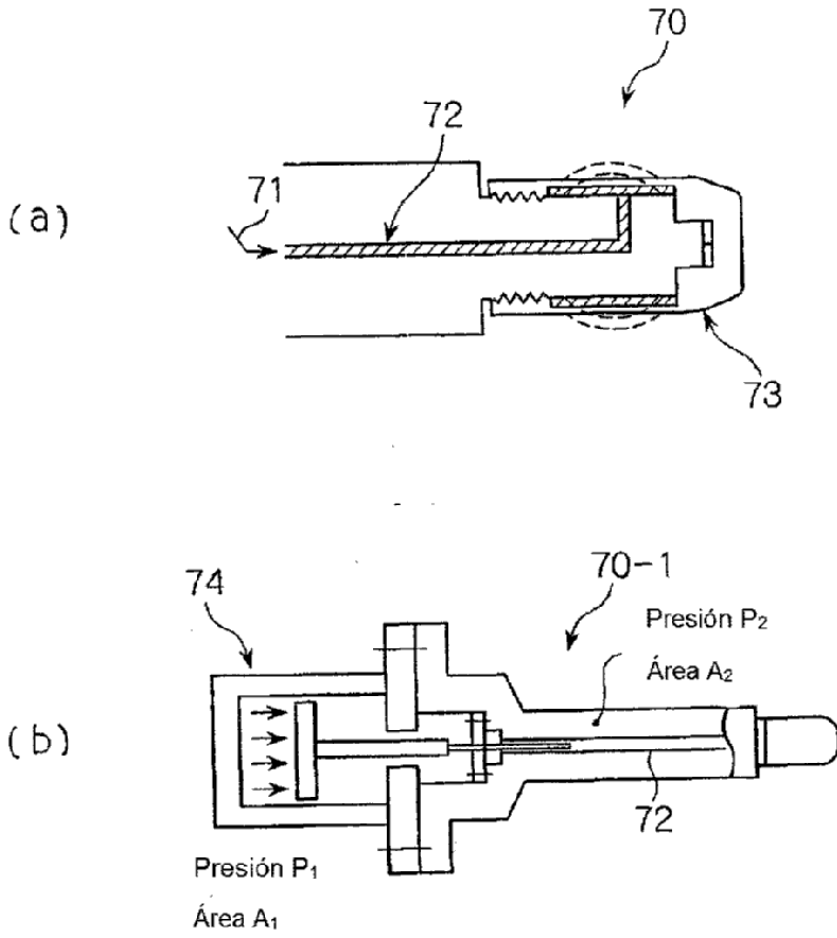


**FIG. 10**





**FIG. 11**



**FIG. 12**

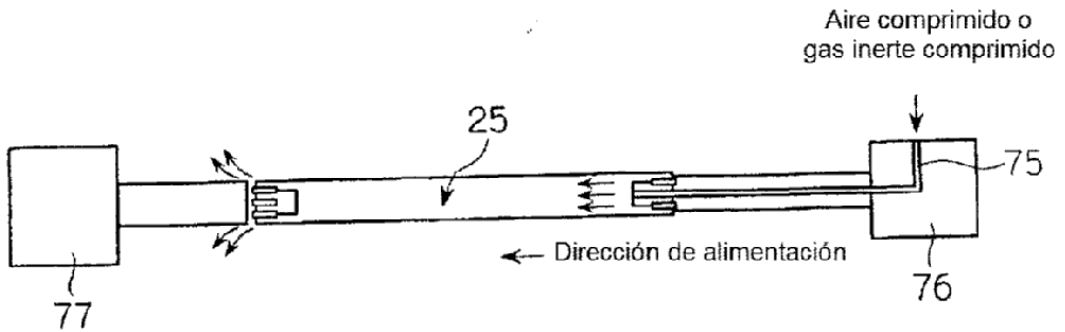


FIG. 13

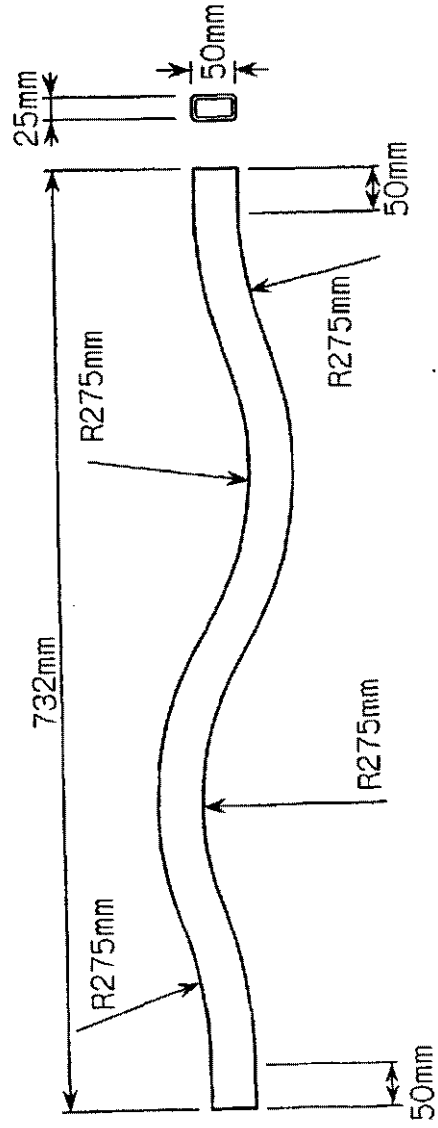


FIG. 14

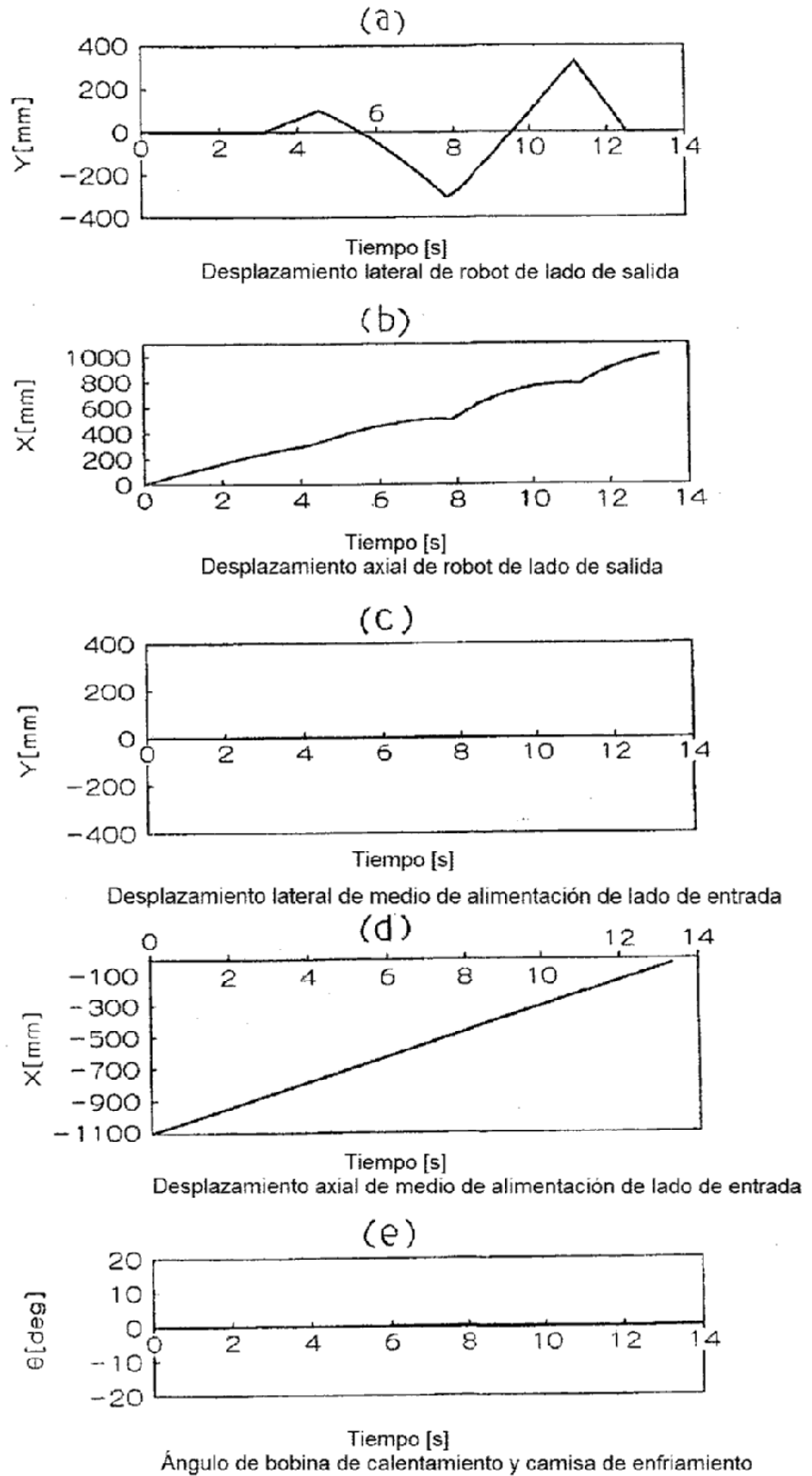
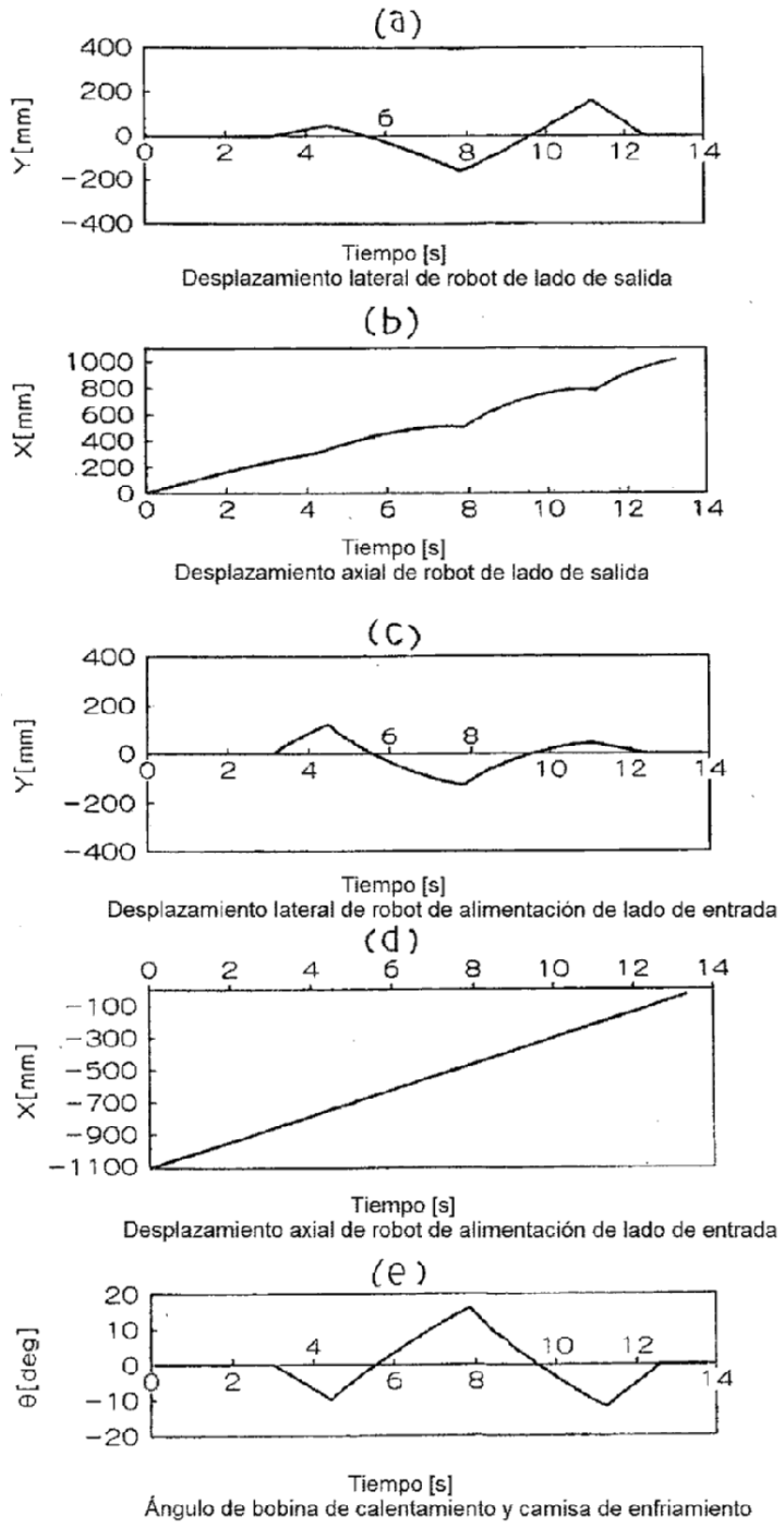
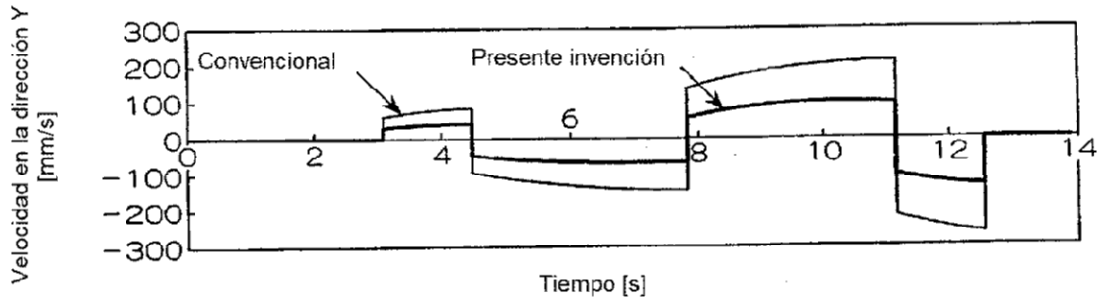


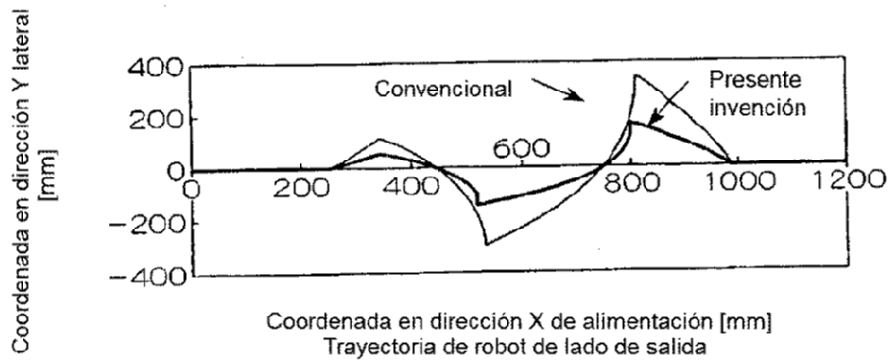
FIG. 15



**FIG. 16**



**FIG. 17**



**FIG. 18**

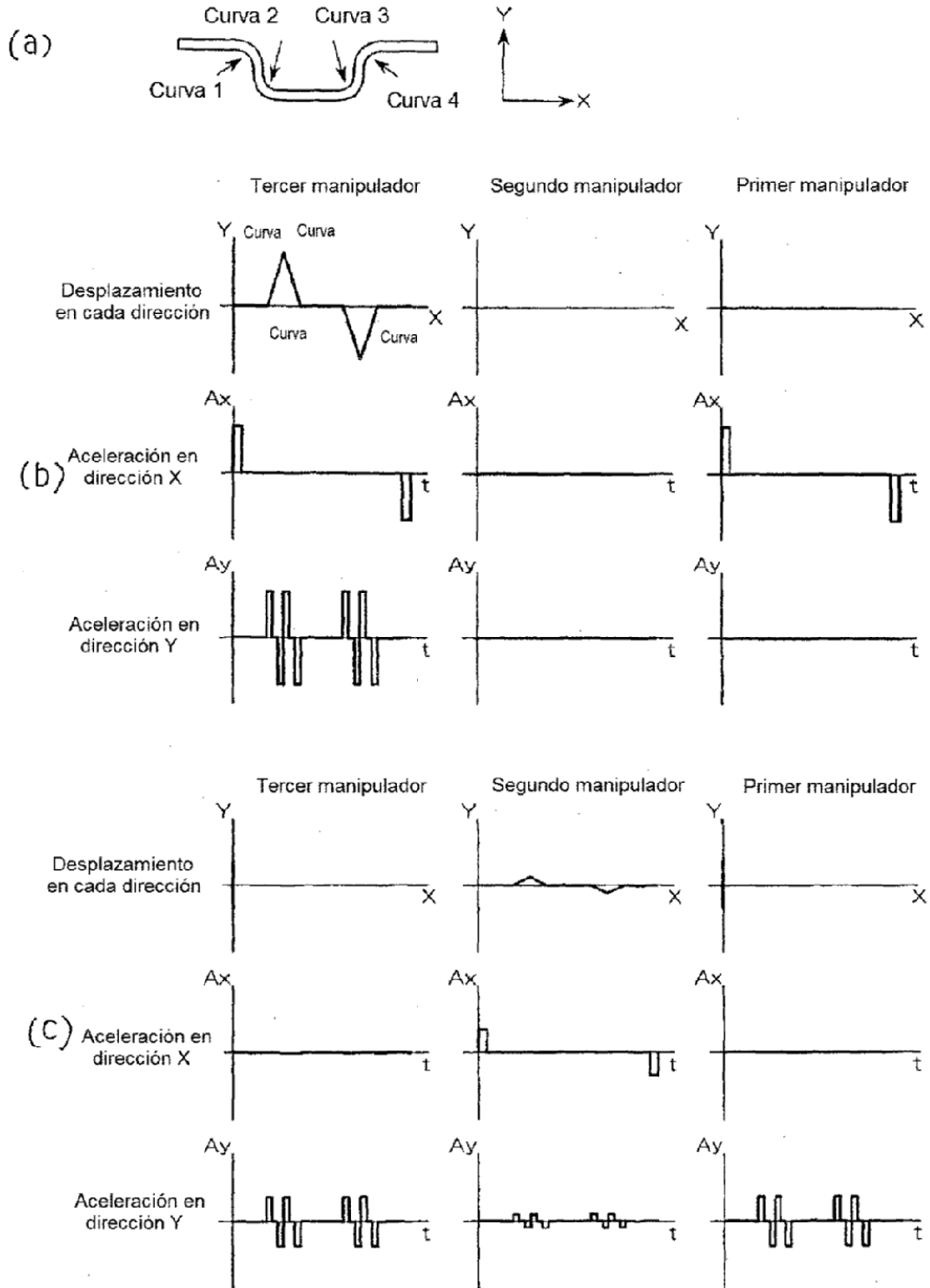


FIG. 19

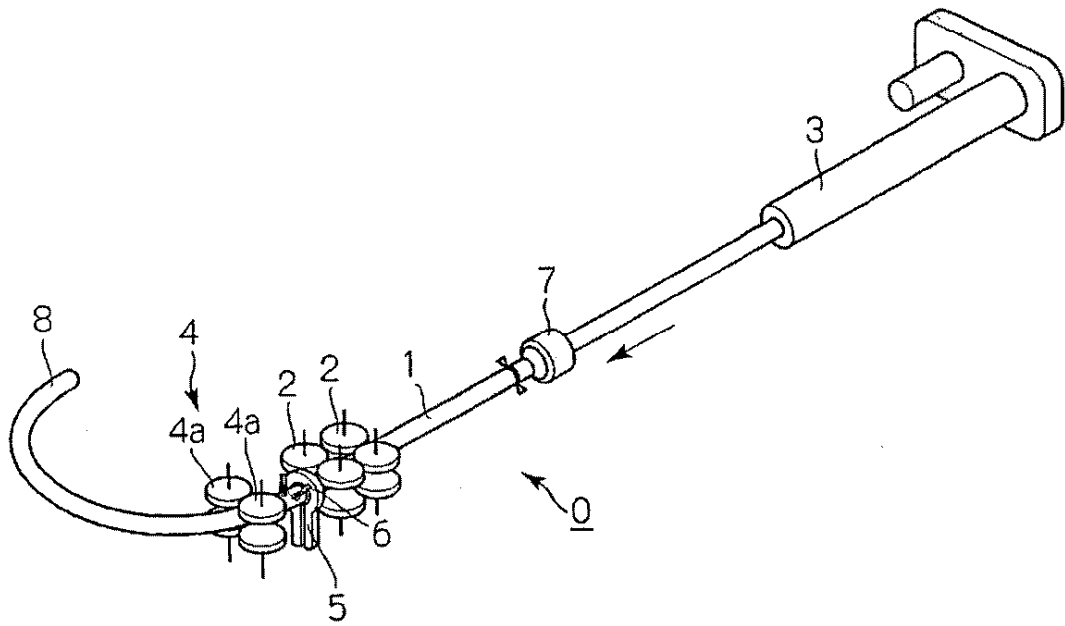


FIG. 20

