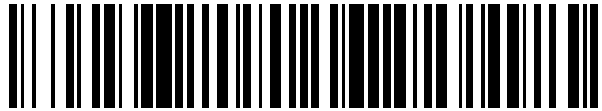


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 517 315**

51 Int. Cl.:

B21D 7/16

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2010 E 10777729 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014 EP 2433723**

54 Título: **Dispositivo de curvado**

30 Prioridad:

19.05.2009 JP 2009120845

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

03.11.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KUWAYAMA, SHINJIRO;
TOMIZAWA, ATSUSHI y
INOUE, SABURO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 517 315 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 de curvado

Campo técnico

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

Antecedentes de la técnica

- 10 Los elementos de resistencia, los elementos de refuerzo, o los elementos estructurales fabricados de metal y que tienen una forma doblada se usan en automóviles y diversos tipos de máquinas y similares. Estos elementos curvados necesitan tener una resistencia alta, un peso ligero, y un tamaño pequeño. Este tipo de elemento curvado se ha fabricado mediante la soldadura de elementos formados en prensa, el punzonado de una placa, la forja, y similares. Sin embargo, es difícil reducir aún más el peso y el tamaño de los elementos curvados fabricados mediante estos procedimientos de fabricación.

- 15 En los últimos años, la fabricación de este tipo de elemento curvado mediante la denominada técnica de hidroconformado de tubos se ha estudiado activamente (véase, por ejemplo, el documento 1 no de patente). Como se describe en la página 28 del documento 1 no de patente, hay diversos desafíos en la técnica de hidroconformado de tubos, tales como el desarrollo de materiales para su uso en el procedimiento y el aumento del grado de libertad de las formas que pueden formarse y, por lo tanto, son necesarios más avances tecnológicos en el futuro.

- 20 En el documento 1 de patente, el presente solicitante desvela un aparato de curvado. La figura 3 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente tal aparato 0 de curvado.

- 25 Como se muestra en la figura 3, el aparato 0 de curvado fabrica un elemento 8 curvado que de manera intermitente o continua tiene una parte doblada que se dobla bidimensional o tridimensionalmente y una parte endurecida por temple en su dirección longitudinal y/o en la dirección circunferencial en una superficie que interseca la dirección longitudinal, con una alta eficacia de funcionamiento, a la vez que mantiene una adecuada precisión de curvado. Con este fin, el aparato 0 de curvado realiza las siguientes operaciones en un tubo 1 de acero que es una pieza en bruto (un material a procesar) y que está soportado por unos medios 2 de soporte con el fin de que pueda moverse en su dirección axial durante la alimentación del tubo 1 de acero desde un lado corriente arriba hacia un lado corriente abajo usando un dispositivo 3 de alimentación, tal como un tornillo de bolas:

- 30 (a) calentar rápidamente una parte del tubo 1 de acero con un serpentín 5 de calentamiento de alta frecuencia localizado corriente abajo de los medios 2 de soporte en un intervalo de temperatura en el que sea posible un endurecimiento por temple,
 (b) refrigerar rápidamente el tubo 1 de acero con un dispositivo 6 de refrigeración de agua dispuesto corriente abajo del serpentín 5 de calentamiento de alta frecuencia, y
 35 (c) aplicar un momento de flexión a la parte calentada del tubo 1 de acero para realizar el curvado variando de manera bidimensional o tridimensional la posición de una matriz 4 de rodillos móvil que tiene al menos un conjunto de pares 4a de rodillos que pueden soportar el tubo 1 de acero durante su alimentación.

- 40 El documento 2 de patente describe otro aparato para doblar tridimensionalmente un material metálico. En el mismo, el material metálico está soportado por unos medios de soporte, durante la alimentación del mismo de arriba hacia abajo. La posición de una matriz de rodillos móvil que tiene una pluralidad de rodillos para alimentar el material metálico en la dirección axial se cambia tridimensionalmente.

Lista de documentos de la técnica anterior

- 45 Documento 1 de patente: WO 2006/093006
 Documento 2 de patente: WO 2008/123505
 Documento 1 no de patente: Jidosha Gijustsu (Journal of Society of Automotive Engineers of Japan), volumen 57, nº 6, 2003, páginas 23-28.

Divulgación de la invención

Como resultado de las diligentes investigaciones dirigidas a mejorar aún más el aparato 0 de curvado, los presentes inventores han descubierto que el aparato 0 de curvado tiene los siguientes problemas.

- 50 (a) Un dispositivo 3 de alimentación que usa un tornillo de bolas o similares necesita configurarse de acuerdo con el tipo de tubo 1 de acero. La configuración requiere un tiempo considerable. Como resultado, se incrementa el tiempo de ciclo del aparato 0 de curvado y se degrada su productividad. Además, cuando se cambia la línea de trayectoria del tubo 1 de acero, es necesario ajustar la posición de instalación del dispositivo 3 de alimentación de acuerdo con el cambio en la línea de trayectoria, lo que lleva a una disminución en la productividad del

aparato 0 de curvado.

(b) Un dispositivo 3 de alimentación que usa un tornillo de bolas o similares alimenta un tubo 1 de acero accionando el tornillo de bolas después de que se haya colocado el tubo 1 de acero en el dispositivo de alimentación. Por lo tanto, es difícil reducir el intervalo de producción.

(c) Es necesario sincronizar la temporización de funcionamiento de un dispositivo 3 de alimentación que usa un tornillo de bolas o similares y una matriz 4 de rodillos móvil. Sin embargo, es difícil sincronizarlos con precisión, y si no se sincronizan con precisión, empeora la precisión dimensional de un elemento de curvado.

(d) Se requiere un gran espacio de instalación para un dispositivo 3 de alimentación que usa un tornillo de bolas o similares y un dispositivo de soporte para soportar una matriz 4 de rodillos de manera que la matriz 4 pueda moverse tridimensionalmente. Esto crea limitaciones sobre dónde puede instalarse el aparato 0 de curvado.

(e) En el caso de un tubo 1 de acero que es un tubo de acero soldado, un dispositivo 3 de alimentación que usa un tornillo de bolas o similares no puede realizar operaciones distintas de la alimentación cuando el tubo 1 de acero se coloca en el mismo (tal como la rotación de un tubo 1 de acero alrededor de su eje) de manera que la posición del cordón de soldadura en el tubo 1 de acero se ajusta en una posición que no provoque problemas durante el curvado, ajustando cualquier desplazamiento del eje longitudinal del tubo 1 de acero cuando se coloca en el mismo, y ajustando la trayectoria de alimentación, lo que lleva a una disminución en la productividad del aparato 0 de curvado.

(f) Un dispositivo 3 de alimentación que usa un tornillo de bolas o similares y una matriz 4 de rodillos móvil que tiene al menos un conjunto de pares 4a de rodillos requieren un funcionamiento muy preciso, lo que hace necesario realizar periódicamente la limpieza y la reparación de estos componentes. Sin embargo, la facilidad de mantenimiento del dispositivo 3 de alimentación y la matriz 4 de rodillos móvil no es buena. Por lo tanto, la reparación y la limpieza del dispositivo 3 de alimentación y la matriz 4 de rodillos móvil requieren una cantidad considerable de tiempo y de horas-hombre.

Como resultado de diligentes investigaciones para resolver los problemas descritos anteriormente, los presentes inventores han descubierto que los problemas (a) - (f) descritos anteriormente pueden resolverse usando un robot industrial del tipo articulado verticalmente, por ejemplo, como al menos un dispositivo de alimentación y, si fuera necesario, usando un robot industrial del tipo articulado verticalmente, por ejemplo, como un dispositivo de soporte para una matriz de rodillos móvil o como un dispositivo para evitar una reducción de la precisión dimensional instalado en el lado de salida de la matriz de rodillos móvil con el fin de aumentar la precisión dimensional. Como resultado de investigaciones adicionales, completaron la presente invención.

La presente invención es un aparato de curvado que comprende un mecanismo de alimentación, un primer mecanismo de soporte, un mecanismo de calentamiento, un mecanismo de refrigeración, un segundo mecanismo de soporte, y un mecanismo para evitar la deformación, cumpliendo cada uno las siguientes condiciones:

el mecanismo de alimentación se compone de un primer robot industrial y es capaz de alimentar un tubo de acero en su dirección longitudinal,

el primer mecanismo de soporte está fijo en una primera posición y es capaz de soportar el tubo de acero durante su alimentación,

el mecanismo de calentamiento está fijo en una segunda posición que está localizada corriente abajo de la primera posición en la dirección de alimentación del tubo de acero, y es capaz de calentar una parte o la totalidad del tubo de acero alimentado,

el mecanismo de refrigeración está fijo en una tercera posición que está localizada corriente abajo de la segunda posición en la dirección de alimentación del tubo de acero, y es capaz de refrigerar la parte del tubo de acero alimentado que se ha calentado por el mecanismo de calentamiento,

el segundo mecanismo de soporte está dispuesto en una cuarta posición que está localizada corriente abajo de la tercera posición en la dirección de alimentación del tubo de acero, y es capaz de aplicar un momento de flexión a la parte calentada del tubo de acero mediante un movimiento bidimensional o tridimensional mientras que soporta el tubo de acero alimentado en al menos una localización, procesando de este modo el tubo de acero con el fin de que pueda doblarse en una forma requerida, y

el mecanismo para evitar la deformación está dispuesto en una quinta posición que está localizada corriente abajo de la cuarta posición en la dirección de alimentación del tubo de acero, y es capaz de evitar la deformación del tubo de acero alimentado.

De acuerdo con la presente invención, pueden resolverse los problemas (a) - (f) descritos anteriormente del aparato 0 de curvado. Por lo tanto, la presente invención puede proporcionar un aparato de curvado que tiene una productividad mucho mayor, ocupa menos espacio, y es más fácil de mantener que el aparato 0 de curvado, y puede fabricar elementos curvados de metal largos que tienen una sección transversal cerrada con una alta precisión dimensional.

Breve explicación de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra la estructura de un aparato de curvado de acuerdo con la presente invención.

La figura 2 es una vista explicativa que muestra un ejemplo de la estructura de unos robots industriales primero a tercero.

La figura 3 es una vista explicativa que muestra esquemáticamente la estructura de un aparato de curvado desvelado en el documento 1 de patente.

Lista de números de referencia

- 0: aparato de curvado desvelado en el documento 1 de patente
- 5 1: tubo de acero
- 2: medios de soporte
- 3: dispositivo de alimentación
- 4: matriz de rodillos móvil
- 4a: par de rodillos
- 10 5: serpentín de calentamiento de alta frecuencia
- 6: dispositivo de refrigeración
- 10: aparato de curvado de acuerdo con la presente invención
- 11: mecanismo de alimentación
- 12: primer mecanismo de soporte
- 15 12a - 12f: rodillos
- 13: mecanismo de calentamiento
- 13a, 13b: serpentines de calentamiento
- 14: mecanismo de refrigeración
- 14a, 14b: boquillas de pulverización de refrigerante
- 20 15: segundo mecanismo de soporte
- 16: mecanismo para evitar la deformación
- 17: tubo de acero
- 17-1: otra pieza en bruto a procesar
- 17a: parte de extremo delantera
- 25 18, 18-1: primeros robots industriales
- 19: brazo superior
- 20: antebrazo
- 20a: muñeca
- 21: controlador
- 30 22: unidad de entrada
- 23: contenedor
- 24, 24-1: efector de extremo
- 25: matriz de rodillos móvil
- 25a, 25b: pares de rodillos
- 35 27: segundo robot industrial
- 27a: pinza
- 28: tercer robot industrial
- 29: pinza
- 29-1: pinza de sustitución
- 40 30: plataforma para herramienta de sustitución
- 31: base de soporte
- 32: robot de soporte de serpentín de calentamiento
- 33: plataforma para serpentín de calentamiento de sustitución
- 34: plataforma para herramienta de sustitución
- 45 35: producto curvado
- 36: pinza
- 37: robot de manipulación
- 38: plataforma para los productos

Realización de la invención

- 50 A continuación, se explicará una realización de un aparato de curvado de acuerdo con la presente invención. En la siguiente explicación, se dará un ejemplo del caso en el que una "pieza en bruto de metal hueca que tiene una sección transversal cerrada" en la presente invención es un tubo 17 de acero. La presente invención no se limita al curvado de un tubo de acero, y puede aplicarse de la misma manera a cualquier pieza en bruto de metal hueca que tenga una sección transversal cerrada.
- 55 La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra esquemáticamente la estructura de un aparato 10 de curvado de acuerdo con la presente invención en forma parcialmente simplificada y abreviada. En la figura 1, un total de 6 robots industriales, incluyendo un primer robot 18 industrial a un tercer robot 28 industrial, se muestran con sus manipuladores y similares ilustrados en forma esquemática y simplificada.
- 60 El aparato 10 de curvado comprende un mecanismo 11 de alimentación, un primer mecanismo 12 de soporte, un mecanismo 13 de calentamiento, un mecanismo 14 de refrigeración, un segundo mecanismo 15 de soporte, y un mecanismo 16 para evitar la deformación. Estos componentes se explicarán en este orden.

[Mecanismo 11 de alimentación]

El mecanismo 11 de alimentación alimenta un tubo 17 de acero en su dirección longitudinal. El mecanismo 11 de alimentación consiste en un primer robot 18 industrial.

5 En la siguiente explicación, se dará un ejemplo del caso en el que el mismo tipo de robot que se usa en un segundo robot 27 industrial se usa como un primer robot 18 industrial y un tercer robot 28 industrial.

La figura 2 muestra esquemáticamente un ejemplo de la estructura del primer robot 18 industrial, el segundo robot 27 industrial, y el tercer robot 28 industrial (denominados en lo sucesivo “robots 18, 27 y 28 industriales”).

Cada uno de los robots 18, 27 y 28 industriales se denomina robot articulado verticalmente. Cada uno de los robots 18, 27 y 28 industriales tiene unos ejes primero a sexto.

10 El primer eje permite que un brazo 19 superior oscile en un plano horizontal. El segundo eje permite que el brazo 19 superior oscile hacia delante y hacia atrás. El tercer eje permite que un antebrazo 20 oscile hacia arriba y hacia abajo. Un cuarto eje permite que gire el antebrazo 20. El quinto eje permite que una muñeca 20a oscile hacia arriba y hacia abajo. El sexto eje permite que gire la muñeca 20a.

15 Si fuera necesario, además de los ejes primero a sexto, los robots 18, 27 y 28 industriales podrían tener un séptimo eje que permite que pivote el brazo 19 superior. El movimiento de los ejes primero a séptimo se acciona por unos servomotores CA.

Los robots 18, 27 y 28 industriales no necesitan tener seis o siete ejes y pueden tener cinco ejes. El número de ejes de estos robots industriales puede seleccionarse de tal manera que pueda realizarse el movimiento necesario para el procesamiento.

20 Al igual que otros robots industriales de uso general, cada uno de los robots 18, 27 y 28 industriales tiene un controlador 21 que realiza el control general del movimiento de los ejes y una unidad 22 de entrada para recibir instrucciones relativas al movimiento.

25 Se proporciona un efector 24 de extremo en el extremo delantero de la muñeca 20a del primer robot 18 industrial. El efector 24 de extremo se usa para sujetar un tubo 17 de acero alojado en un contenedor dispuesto en las proximidades y al lado del primer robot 18 industrial y para hacer pasar el tubo 17 de acero sujeto a través de los agujeros proporcionados en el primer mecanismo 12 de soporte y el mecanismo 13 de calentamiento.

30 El efector 24 de extremo puede ser de un tipo que sujeta el exterior de un tubo 17 de acero en la parte trasera, o puede ser de un tipo que se inserta en el interior de un tubo 17 de acero en la parte trasera. El efector 24 de extremo mostrado en la figura 1 es del tipo que tiene un saliente que se inserta en el interior de la parte trasera de un tubo 17 de acero.

35 El efector 24 de extremo que se usa puede modificarse adecuadamente de acuerdo con la forma y las dimensiones de la parte trasera de la pieza en bruto de metal que se somete a flexión. El aparato 10 de curvado tiene una plataforma 30 para la herramienta de sustitución proporcionada en las proximidades del primer robot 18 industrial. Un efector 24-1 de extremo de sustitución con la función automática para el intercambio de herramientas se proporciona en la plataforma 30 de herramienta de sustitución. Cuando la pieza en bruto a procesar se cambia por otra pieza 17-1 en bruto a procesar distinta de un tubo 17 de acero (en el ejemplo ilustrado, un tubo rectangular que tiene una sección transversal rectangular), el primer robot 18 industrial se mueve de manera pivotante y sustituye el efector 24 de extremo por el efector 24-1 de extremo de sustitución. De esta manera, la sustitución del efector 24 de extremo se realiza muy rápidamente.

40 Como se muestra mediante líneas discontinuas en la figura 1, otro primer robot 18-1 industrial puede instalarse junto con el primer robot 18 industrial. Durante la operación de alimentación del tubo 17 de acero por el primer robot 18 industrial, el otro primer robot 18-1 industrial recoge otra pieza 17-1 en bruto a procesar del contenedor 23 y hace pasar la otra pieza 17-1 en bruto a través de un agujero formado en el primer mecanismo 12 de soporte descrito a continuación. El primer robot 18-1 industrial coloca un efector de extremo adecuado en la parte trasera de la otra pieza 17-1 en bruto y espera. Cuando se ha completado la operación de alimentación del tubo 17 de acero por el primer robot 18 industrial, tanto la posición de instalación del serpentín 13a de calentamiento controlado por el robot 32 de soporte de serpentín de calentamiento descrito a continuación como la posición de instalación de una matriz 25 de rodillos móvil controlada por el segundo mecanismo 15 de soporte, se cambian de acuerdo con la línea de trayectoria de la otra pieza 17-1 en bruto. Como resultado, el otro primer robot 18-1 industrial puede comenzar inmediatamente la alimentación de la otra pieza 17-1 en bruto, y se reduce el intervalo de producción del aparato 10 de curvado.

De la misma manera que el primer robot 18 industrial descrito anteriormente, el otro primer robot 18-1 industrial es un denominado robot articulado verticalmente que tiene unos ejes primero a sexto y, si fuera necesario, un séptimo eje. El movimiento de los ejes primero a séptimo se acciona por unos servomotores CA.

Puesto que el primer robot 18 industrial realiza el movimiento de un tubo 17 de acero desde el contenedor 23 y la colocación del mismo, se reduce el tiempo de ciclo del aparato 10 de curvado, lo que lleva a un aumento de la productividad del aparato 10 de curvado.

[Primer mecanismo 12 de soporte]

5 El primer mecanismo 12 de soporte se monta en una base 31 de soporte. El primer mecanismo 12 de soporte está fijo en una primera posición A. El primer mecanismo 12 de soporte soporta el tubo 17 de acero durante su alimentación. Como en el aparato 0 de curvado, el primer mecanismo 12 de soporte comprende una matriz. La matriz tiene una pluralidad de rodillos 12a - 12f que pueden soportar una pieza en bruto que se alimenta por el mecanismo 11 de alimentación durante la alimentación de la pieza en bruto.

10 El tubo 17 de acero se alimenta por los rodillos 12a y 12b y los rodillos 12d y 12e. La otra pieza 17-1 en bruto se alimenta por los rodillos 12b y 12c y los rodillos 12e y 12f. Es decir, la línea de trayectoria del tubo 17 de acero se forma por los rodillos 12a y 12b y los rodillos 12d y 12e, mientras que la línea de trayectoria de la otra pieza 17-1 en bruto se forma por los rodillos 12b y 12c y los rodillos 12e y 12f.

15 El número y la forma de la pluralidad de rodillos 12a - 12f y su colocación dentro de una matriz pueden decidirse adecuadamente de acuerdo con la forma, las dimensiones y similares de las piezas 17, 17-1 en bruto a procesar que deben alimentarse.

Este tipo de matriz se conoce bien y se usa de manera convencional por los expertos en la materia, por lo que se omitirá una explicación adicional del primer mecanismo 12 de soporte.

[Mecanismo 13 de calentamiento]

20 El mecanismo 13 de calentamiento se instala en una segunda posición B, que está localizada corriente abajo de la primera posición A en la dirección de alimentación del tubo 17 de acero. El mecanismo 13 de calentamiento se soporta y se coloca por un robot 32 de soporte de serpentín de calentamiento. El mecanismo 13 de calentamiento puede calentar una parte o la totalidad del tubo 17 de acero que se alimenta.

25 El mecanismo 13 de calentamiento consiste en un dispositivo de calentamiento por inducción. El dispositivo de calentamiento por inducción tiene un serpentín 13a de calentamiento dispuesto alrededor del tubo 17 de acero con un poco de espacio con respecto al mismo. Este serpentín 13a de calentamiento se conoce bien y se usa de manera convencional por los expertos en la materia.

30 Al igual que el primer robot 18 industrial descrito anteriormente, el robot 32 de soporte de serpentín de calentamiento es un robot articulado verticalmente que tiene unos ejes primero a sexto y, si fuera necesario, un séptimo eje. El movimiento de los ejes primero a séptimo se acciona por unos servomotores CA.

35 Cuando se calienta la otra pieza 17-1 en bruto a procesar, se instala una plataforma 33 de serpentín de calentamiento de sustitución en las proximidades del robot 32 de soporte de serpentín de calentamiento. Un serpentín 13b de calentamiento de sustitución que tiene una función automática de cambio de herramienta está dispuesto en la plataforma 33. Cuando un tubo 17 de acero se sustituye por una pieza 17-1 en bruto diferente, el robot 32 de soporte de serpentín de calentamiento se mueve de manera pivotante y sustituye el serpentín 13a de calentamiento por el serpentín 13b de calentamiento. De esta manera, el serpentín 13b de calentamiento se intercambia muy rápidamente.

Se omitirá una explicación adicional del mecanismo 13 de calentamiento.

[Mecanismo 14 de refrigeración]

40 El mecanismo 14 de refrigeración está fijo en una tercera posición C, que está localizada corriente abajo de la segunda posición B en la dirección de alimentación del tubo 17 de acero. El mecanismo 14 de refrigeración refrigera la parte del tubo 17 de acero que se alimenta que se ha calentado por el mecanismo 13 de calentamiento. Como resultado, el mecanismo 14 de refrigeración define una zona de alta temperatura en una parte de la dirección longitudinal del tubo 17 de acero. La zona de alta temperatura tiene una resistencia a la deformación muy disminuida.

El mecanismo 14 de refrigeración tiene, por ejemplo, unas boquillas 14a, 14b de pulverización de refrigerante separadas de la superficie externa del tubo 17 de acero. Un ejemplo de un refrigerante es el agua de refrigeración. Estas boquillas 14a, 14b de pulverización de refrigerante se conocen bien y se usan de manera convencional por los expertos en la materia, por lo que se omitirá una explicación adicional del mecanismo 14 de refrigeración.

50 [Segundo mecanismo 15 de soporte]

El segundo mecanismo 15 de soporte está dispuesto en una cuarta posición D, que está localizada corriente abajo de la tercera posición C en la dirección de alimentación del tubo 17 de acero. El segundo mecanismo 15 de soporte puede moverse de manera bidimensional o tridimensional mientras que soporta el tubo 17 de acero que se alimenta

ES 2 517 315 T3

en al menos una localización. Como resultado, el segundo mecanismo 15 de soporte aplica un momento de flexión a la zona de alta temperatura del tubo 17 de acero (la zona entre las localizaciones B y C) y hace que el tubo 17 de acero pueda doblarse en una forma deseada.

5 Como en el aparato 0 de curvado, el segundo mecanismo 15 de soporte comprende una matriz 25 de rodillos móvil. La matriz 25 de rodillos móvil tiene al menos un conjunto de pares 25a, 25b de rodillos que pueden soportar el tubo 17 de acero durante su alimentación.

10 La matriz 25 de rodillos móvil está soportada por un segundo robot 27 industrial. El segundo robot 27 industrial es un robot de reproducción del tipo CP (trayectoria continua) controlada. Un robot de reproducción del tipo CP puede almacenar de manera continua una trayectoria que se divide con precisión entre puntos de aprendizaje contiguos y el tiempo de paso a lo largo de la trayectoria dividida con precisión.

Al igual que el primer robot 18 industrial descrito anteriormente, el segundo robot 27 industrial es un denominado robot articulado verticalmente que tiene unos ejes primero a sexto y, si fuera necesario, un séptimo eje. El movimiento de los ejes primero a séptimo se acciona por unos servomotores CA.

15 Se proporciona una pinza 27a en la punta de la muñeca 20a del segundo robot 27 industrial como un efector de extremo para retener la matriz 25 de rodillos móvil. El efector de extremo puede ser de un tipo distinto a una pinza 27a.

La matriz 25 de rodillos móvil puede soportarse por una pluralidad de robots industriales, incluyendo el segundo robot 27 industrial, de manera que puede disminuirse la carga en cada robot industrial y puede aumentarse la precisión de la trayectoria de la matriz 25 de rodillos móvil.

20 [Mecanismo 16 para evitar la deformación]

El mecanismo 16 para evitar la deformación está dispuesto en una quinta posición E, que está localizada corriente abajo de la cuarta posición D en la dirección de alimentación de un tubo 17 de acero. El mecanismo 16 para evitar la deformación evita que el tubo 17 de acero que se alimenta se deforme debido a su peso y a una tensión que se desarrolla durante la refrigeración.

25 Un tercer robot 28 industrial se usa para constituir el mecanismo 16 para evitar la deformación.

Al igual que el primer robot 18 industrial descrito anteriormente y el segundo robot 27 industrial, el tercer robot 28 industrial es un denominado robot articulado verticalmente que tiene unos ejes primero a sexto y, si fuera necesario, un séptimo eje. El movimiento de los ejes primero a séptimo se acciona por unos servomotores CA.

30 Una pinza 29 que sujeta la superficie externa del tubo 17 de acero se proporciona en la punta de la muñeca 20a del tercer robot 28 industrial como un efector de extremo para retener la parte 17a de extremo delantera del tubo 17 de acero.

35 Por supuesto, el efector de extremo puede ser un efector de extremo de un tipo distinto a una pinza 29 (tal como una que se inserta en el orificio del tubo 17 de acero). Por ejemplo, puede disponerse una plataforma 34 para la herramienta de sustitución en las proximidades del tercer robot 28 industrial. Una pinza 29-1 de sustitución del tipo que se inserta en el interior del tubo 17 de acero está dispuesta en la plataforma 34 de herramienta. Cuando el tubo 17 de acero que se está procesando se sustituye por una pieza 17-1 en bruto distinta a un tubo de acero, el tercer robot 28 industrial se mueve de manera pivotante para sustituir la pinza 29 por la pinza 29-1. En consecuencia, la pinza 29-1 se sustituye muy rápidamente.

40 Un robot 37 de manipulación se instala corriente abajo del tercer robot 28 industrial. El robot 37 de manipulación tiene una parte 36 de sujeción en la punta de su muñeca 20a. La parte 36 de sujeción retiene un producto 35 curvado después de la finalización del curvado. El robot 37 de manipulación es un robot de reproducción del tipo CP.

Al igual que el primer robot 18 industrial descrito anteriormente, el robot 37 de manipulación es un robot articulado verticalmente que tiene unos ejes primero a sexto y, si fuera necesario, un séptimo eje. El movimiento de los ejes primero a séptimo se acciona por unos servomotores CA.

45 El robot 37 de manipulación retiene un producto 35 curvado que se ha curvado. El robot 37 de manipulación mueve el producto 35 curvado que se retiene en una plataforma 38 para productos.

50 El aparato 10 de curvado realiza, preferentemente, el curvado en un estado tibio o caliente. Un estado tibio es un intervalo de temperatura en el que la resistencia a la deformación de un material metálico está disminuida en comparación con la temperatura ambiente. Por ejemplo, con determinados materiales metálicos, es un intervalo de temperatura de aproximadamente 500 - 800 °C. Un estado caliente es un intervalo de temperatura en el que la resistencia a la deformación de un material metálico está disminuida en comparación con la temperatura ambiente y en el que es posible el endurecimiento por temple del material metálico. Por ejemplo, con algunos materiales de acero, es un intervalo de temperatura de 870 °C o superior.

5 Cuando se realiza el curvado de un tubo 17 de acero en un estado caliente, el tubo 17 de acero se somete a un endurecimiento por temple, calentándolo en un intervalo de temperatura en el que es posible el endurecimiento por temple y refrigerándolo, a continuación, a una velocidad de refrigeración preestablecida. Cuando se realiza el curvado de un tubo 17 de acero en un estado tibio, se evita la aparición de las cepas del tubo de acero que acompañan al trabajo, tales como las cepas térmicas.

El aparato 10 de curvado tiene una estructura como la que se ha descrito anteriormente.

Debido al mecanismo 11 de alimentación que tiene un primer robot 18 industrial, se logran los efectos siguientes cuando el aparato 10 de curvado realiza el curvado bidimensional o tridimensional de un tubo 17 de acero.

10 (a) La configuración del aparato que se realiza, inevitablemente, cuando se cambia el tipo del tubo 17 de acero puede realizarse fácil y rápidamente. Por lo tanto, se evita que aumente el tiempo de ciclo del aparato 10 de curvado, y se mejora la productividad del aparato 10 de curvado. Además, la configuración del aparato que se realiza inevitablemente cuando cambia la línea de paso del tubo 17 de acero se realiza fácil y rápidamente. Por consiguiente, se aumenta tanto el grado de libertad de la producción por el aparato 10 de curvado como su productividad. Además, un contenedor 23 que aloja los tubos 17 de acero puede disponerse dentro del intervalo de funcionamiento del primer robot 18 industrial.

15 (b) El primer robot 18 industrial que constituye el mecanismo 11 de alimentación también se usa como un robot de manipulación. Por lo tanto, después de que el primer robot 18 industrial coloca una pieza 17 en bruto en posición, puede alimentar de inmediato la pieza 17 en bruto en su dirección longitudinal, y se reduce el tiempo de ciclo del aparato 10 de curvado.

20 (c) La temporización de funcionamiento del primer robot 18 industrial y la temporización de funcionamiento de otros dispositivos tales como el segundo robot 27 industrial, el robot 32 de soporte de serpentín de calentamiento, y el tercer robot 28 industrial pueden sincronizarse fácilmente. Por lo tanto, la precisión dimensional de un producto 35 curvado puede mejorarse variando libremente la velocidad de alimentación del tubo 17 de acero (por ejemplo, reduciendo la velocidad de alimentación de una parte doblada de un elemento curvado). Además, cuando se hace trabajar el primer robot 18 industrial en primer lugar, es más fácil hacer funcionar al mismo tiempo otros dispositivos tales como el segundo robot 27 industrial, el robot 32 de soporte de serpentín de calentamiento, y el tercer robot 28 industrial.

25 (d) Puesto que el primer robot 18 industrial se usa como un mecanismo 11 de alimentación, puede reducirse el espacio de instalación total del aparato 10 de curvado disponiendo, por ejemplo, el primer robot 18 industrial tan cerca como sea posible del primer mecanismo 12 de soporte. Como resultado, se reducen las limitaciones sobre dónde puede instalarse el aparato 10 de curvado.

30 (e) Debido a que el primer robot 18 industrial se usa como un componente de un mecanismo 11 de alimentación, es posible realizar operaciones distintas a la alimentación, tales como (1) cuando el tubo 17 de acero es un tubo de acero soldado, hacer girar el tubo 17 de acero alrededor de su eje longitudinal de manera que el cordón de soldadura del tubo 17 de acero esté en una posición que no interfiera con el curvado antes de colocar el tubo 17 de acero en el aparato 10 de curvado, (2) ajustar cualquier desplazamiento del eje del tubo 17 de acero cuando se coloca, (3) ajustar la trayectoria de alimentación del tubo 17 de acero, (4) aplicar repetidamente pequeñas vibraciones en el tubo 17 de acero con el fin de reducir el coeficiente de fricción con el primer mecanismo 12 de soporte o el segundo mecanismo 15 de soporte, y (5) ajustar el desplazamiento del eje del tubo 17 de acero con el fin de evitar la aparición del fenómeno adherencia-deslizamiento. Como resultado, se aumenta el grado de libertad de producción del aparato 10 de curvado.

35 Cuando el primer robot 18 industrial también realiza una operación de variación de la posición del cordón de soldadura de un tubo de acero soldado, se proporciona un sensor de posición del cordón de soldadura convencional bien conocido en el primer robot 18 industrial. El ángulo de rotación del tubo 17 de acero puede establecerse mediante cálculos basados en el valor detectado por el sensor de posición del cordón de soldadura.

40 (f) El primer robot 18 industrial puede estar compuesto por un robot industrial de uso general que tenga un registro de producción de eficacia probada. Por lo tanto, puede mantenerse fácilmente, y se reducen el tiempo y las horas-hombre necesarias para el mantenimiento y la limpieza.

45 (g) El primer robot 18 industrial puede realizar una pequeña corrección de la trayectoria de alimentación del tubo 17 de acero de acuerdo con la orientación del primer mecanismo 12 de soporte, con lo que se aumenta la precisión dimensional de un producto 35 curvado.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (10) de curvado que comprende un mecanismo (11) de alimentación, un primer mecanismo (12) de soporte, un mecanismo (13) de calentamiento, un mecanismo (14) de refrigeración, y un segundo mecanismo (15) de soporte como se describe a continuación:
- 5 el mecanismo (11) de alimentación está adaptado para alimentar un tubo (17) de acero en su dirección longitudinal,
 el primer mecanismo (12) de soporte está fijo en una primera posición y adaptado para soportar el tubo (17) de acero durante su alimentación,
 10 el mecanismo (13) de calentamiento está fijo en una segunda posición que está localizada corriente abajo de la primera posición en la dirección de alimentación del tubo de acero, y adaptado para calentar una parte o la totalidad del tubo (17) de acero alimentado,
 el mecanismo (14) de refrigeración está fijo en una tercera posición que está localizada corriente abajo de la segunda posición en la dirección de alimentación del tubo de acero, y adaptado para refrigerar la parte del tubo de acero alimentado que se ha calentado por el mecanismo de calentamiento,
 15 el segundo mecanismo (15) de soporte está dispuesto en una cuarta posición que está localizada corriente abajo de la tercera posición en la dirección de alimentación del tubo de acero, y adaptado para aplicar un momento de flexión a la parte calentada del tubo de acero mediante un movimiento bidimensional o tridimensional mientras que soporta el tubo de acero alimentado en al menos una localización, procesando de este modo el tubo de acero con el fin de que pueda curvarse en una forma requerida, **caracterizado porque** el mecanismo (11) de
 20 alimentación consiste en un primer robot (18) industrial.
2. Un aparato de curvado como se establece en la reivindicación 1, **caracterizado porque** el segundo mecanismo (15) de soporte está soportado por al menos un segundo robot (27) industrial.
3. Un aparato de curvado como se establece en la reivindicación 2, en el que el segundo robot (27) industrial es un robot articulado verticalmente.
- 25 4. Un aparato de curvado como se establece en la reivindicación 3, en el que el robot articulado verticalmente que es el segundo robot (27) industrial tiene al menos cinco ejes.
5. Un aparato de curvado como se establece en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer robot (18) industrial es un robot articulado verticalmente.
- 30 6. Un aparato de curvado como se establece en la reivindicación 5, en el que el robot articulado verticalmente que es el primer robot (18) industrial tiene al menos cinco ejes.
7. Un aparato de curvado como se establece en la reivindicación 1, adaptado para realizar el procedimiento de curvado en un estado tibio o un estado caliente.
8. Un aparato de curvado como se establece en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores,
 35 en el que el primer robot (18) industrial está adaptado, además, para hacer girar el tubo (17) de acero alrededor de su eje longitudinal.
9. Un aparato de curvado como se establece en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer robot (18) industrial está configurado para realizar al menos una de las operaciones (1)-(5) siguientes:
- 40 (1) hacer girar el tubo (17) de acero que es un tubo de acero soldado alrededor de su eje longitudinal, de manera que un cordón de soldadura del tubo (17) de acero esté en una posición que no interfiera con el curvado antes de colocar el tubo (17) de acero en el aparato (10) de curvado,
 (2) ajustar un desplazamiento de un eje del tubo (17) de acero,
 (3) ajustar una trayectoria de alimentación del tubo (17) de acero,
 (4) aplicar repetidamente pequeñas vibraciones al tubo (17) de acero para reducir el coeficiente de fricción con el primer mecanismo (12) de soporte o el segundo mecanismo (15) de soporte, y
 45 (5) ajustar un desplazamiento del eje del tubo (17) de acero con el fin de evitar la aparición de un fenómeno de adherencia-deslizamiento.
10. El uso del aparato de curvado de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para fabricar un elemento curvado a partir del tubo (17) de acero hueco.

Fig. 1

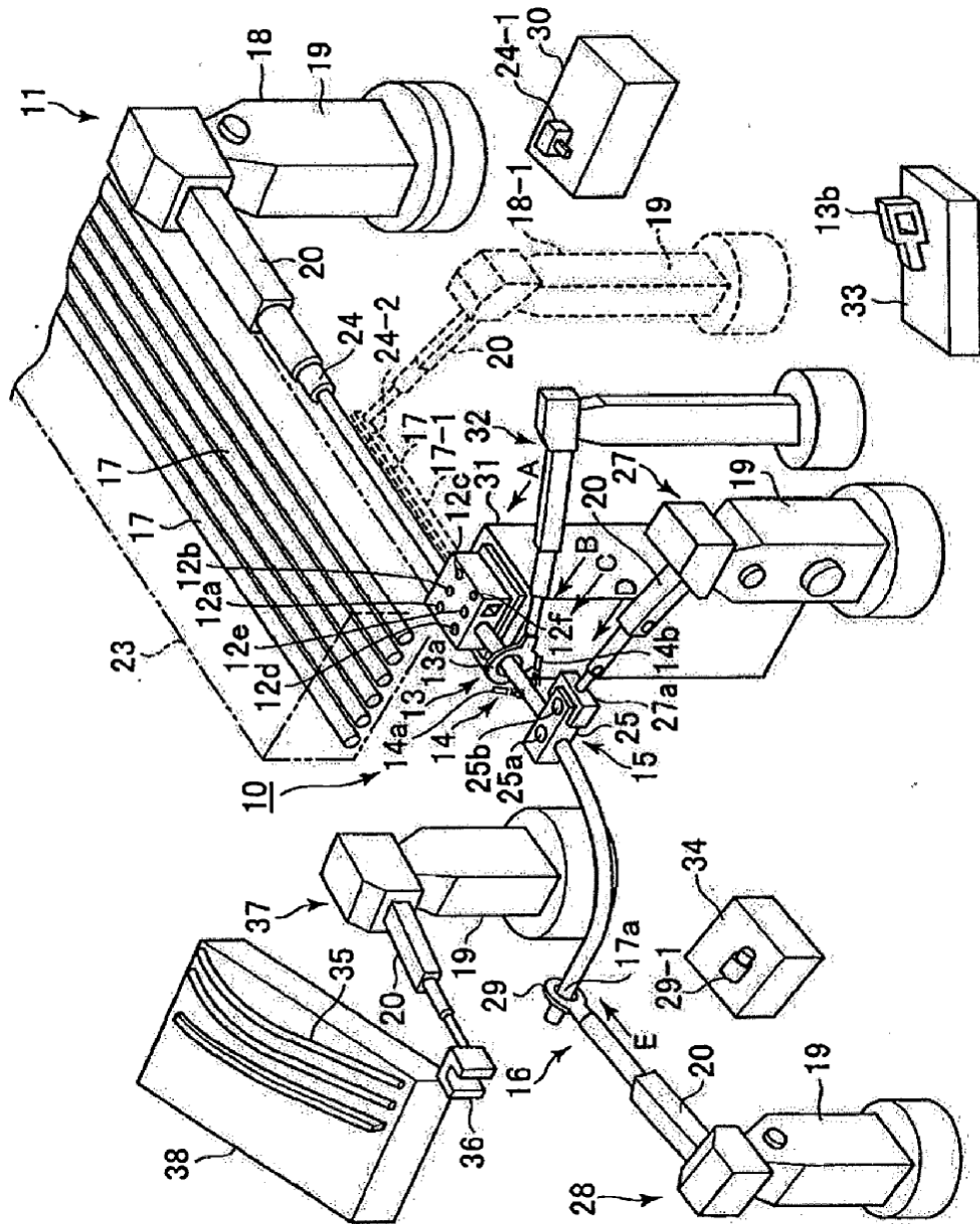


Fig. 2

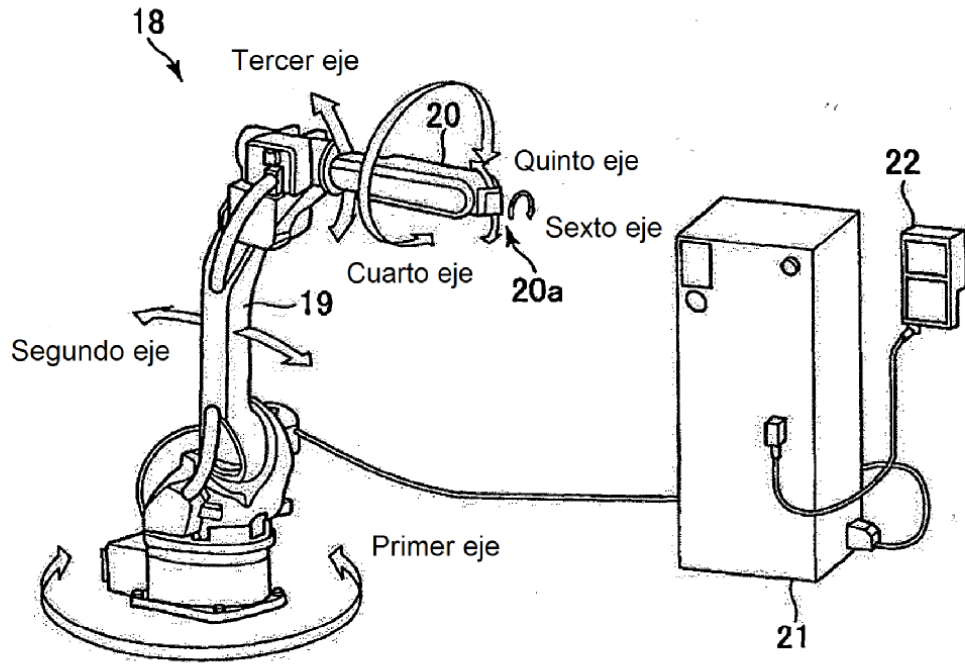


Fig. 3

