

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 067**

51 Int. Cl.:

B21D 9/03 (2006.01)

B21D 9/05 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2007 E 07425811 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012 EP 1946860**

54 Título: **Método para doblar un tubo utilizando una máquina dobladora de tubos que comprende un mandril**

30 Prioridad:

11.01.2007 IT RM20070015

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

25.03.2013

73 Titular/es:

**CML INTERNATIONAL S.P.A. (100.0%)
LOC. ANNUNZIATA SNC
03030 PIEDIMONTE SAN GERMANO, IT**

72 Inventor/es:

CAPORUSSO, ALESSANDRO

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 399 067 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para doblar un tubo utilizando una máquina dobladora de tubos que comprende un mandril.

5 La presente invención está relacionada con un método para doblar un tubo utilizando un mandril de máquina dobladora de tubos.

10 Los mandriles son dispositivos que se utilizan en el interior de los tubos que se van a doblar con el fin de evitar defectos y distorsiones de los tubos en una operación de doblado.

15 A modo de ejemplo, la patente de EE.UU. nº 5.909.908, que fue concedida el 8 de junio de 1999, describe un aparato combinado de punzonado y doblado para perforar y doblar un tubo, en el que una barra central que está soportada por un extremo de una varilla comprende un cuerpo principal y dos miembros rígidos, que se articulan en el cuerpo principal en secuencia y están diseñados para inclinarse junto con una sección correspondiente del tubo que está siendo doblado.

20 Tales miembros rígidos, que están diseñados para tubos rectangulares en el citado documento, son de forma prismática, biselados en sus extremos, y tienen dimensiones transversales que son ligeramente más pequeñas que las dimensiones de la sección transversal interna del tubo para permitir que el mandril se deslice con respecto al tubo. En la operación de doblado, las paredes internas del tubo, es decir, tanto la proximal como la distal con respecto al centro de doblado, están en contacto con los miembros rígidos articulados sólo a lo largo de una línea, ya que los miembros rígidos articulados tienen unas superficies laterales rectas, y el tubo se dobla según cualquier radio de doblado deseado R_m . El radio de doblado R_m significa la distancia medida entre el centro de una matriz de doblado, por la que se dobla el tubo, y la orilla externa de la misma matriz de doblado, es decir entre el centro de la matriz de doblado y el centro del tubo que va a ser doblado.

25 Sin embargo, una gran variedad, en la que se utiliza el mismo mandril con operaciones de doblado de diferentes radios, tiene, como diferenciador negativo, distorsiones y defectos que se muestran por la generación de aplanamiento, protuberancias o arrugas en la parte doblada del tubo. En otras palabras, no se puede mantener el mismo perfil que un tubo doblado tenía antes de la operación de doblado.

30 La solicitud de patente japonesa nº 2005-205482, que fue presentada el 26 de enero de 2004, describe un mandril de doblado de tubo que tiene un miembro de inclinación en su extremo delantero opuesto a una varilla de sujeción de mandril, el miembro de inclinación es pivotado entre dos extremos laterales. En su lado distal, es decir en el lado alejado del centro de rotación de la matriz de doblado, los extremos laterales se configuran como una superficie que el tubo obtendrá en ese lado al final de la operación de doblado.

35 En la anteriormente citada solicitud de patente japonesa el miembro de inclinación tiene un lado distal sustancialmente recto, que es paralelo al tubo antes de que el tubo sea doblado. Este lado distal tiene un radio tanto en la parte delantera como en la trasera para topar con el tubo en dos puntos. El lado proximal del elemento de inclinación está conformado como una superficie que exhibirá el tubo en ese lado al final de la operación de doblado. De tal manera, el tubo que va a ser doblado no está soportado de manera adecuada en toda la operación de doblado. Por otra parte, el mandril consiste en piezas mutuamente móviles, y esto hace que el mandril sea débil y se pueda desgastar con el tiempo. Por otra parte, el mandril según la citada solicitud de patente japonesa tiene una posición de trabajo por la que un operario tiene que ser cuidadoso para que en la operación el miembro de inclinación esté perfectamente en el mismo plano que la matriz de doblado.

40 Para superar los inconvenientes de la técnica anterior, un objetivo de la presente invención es fabricar un mandril para máquina dobladora de tubos que tenga ya sea un miembro rígido integral o un miembro rígido que esté compuesto por una pluralidad de piezas que estén conectadas juntas de forma segura en un cuerpo, que depende de un radio de una curva en la que tiene que ser doblada una sección de tubo.

45 Otro objetivo de la invención es el de conformar y dar un tamaño a un miembro rígido de un mandril de máquina dobladora de tubos según el diámetro interno o la dimensión transversal interna del tubo que va a ser doblado.

50 Por lo tanto, la presente invención proporciona un método para doblar un tubo mediante el uso de un mandril de máquina dobladora de tubos que comprende un miembro rígido, que puede ser insertado dentro de un tubo que va a ser doblado y puede inclinarse con el mismo en una operación de doblado que es realizada por una matriz de doblado con el fin de obtener una curva que tenga un radio medio prefijado R_m medido entre el centro de rotación de la matriz de doblado y el eje longitudinal del tubo que va a ser doblado, dicho radio medio R_m y eje longitudinal se encuentran en un plano central ortogonal a un plano de simetría del tubo que va a ser doblado pasando a través de su eje longitudinal, dicho tubo que va a ser doblado tiene una dimensión interna D_i medida transversalmente a su eje longitudinal caracterizada porque el miembro rígido tiene un perfil lateral proximal con respecto al centro de rotación de la matriz de doblado que comprende por lo menos una parte intermedia cóncava según es generada por una sección de circunferencia con radio R_{ci} , y un perfil lateral distal con respecto al centro de rotación que

comprende por lo menos dos partes extremas convexas, divididas, que son generadas por respectivas secciones de circunferencia con radio R_{ce} , donde $R_{ci} = R_m - (D_i/2) + t$ y $R_{ce} = + R_m (D_i/2) - t$, t es un término que varía según la precisión de las características dimensionales del tubo que va a ser doblado y de la curva que va a obtenerse.

5 Más en detalle, el término t considera la capacidad del tubo para ser doblado y del miembro rígido, así como la longitud total del miembro rígido y la partes individuales del mismo, y también el radio medio R_m , para permitir que el miembro rígido y el tubo sean doblados para acoplarse de manera movable antes y después de la operación de doblado.

10 Para una fácil construcción, el miembro rígido puede tener perfiles laterales que son simétricos con respecto a dicho plano de simetría del tubo que va a ser doblado, cada perfil lateral comprende una parte intermedia cóncava entre dos partes extremas convexas, la parte intermedia tiene unos radios mutuos hacia las dos partes extremas del miembro rígido, que a su vez están achaflanadas en los extremos del miembro rígido.

15 En el caso de un tubo que va a ser doblado que tenga una sección transversal circular, por ejemplo circular o elíptica, la parte intermedia y las partes extremas del miembro rígido son superficies de rotación según son generadas por la rotación de dichas secciones de circunferencia alrededor del eje longitudinal del miembro rígido. Si el tubo que va a ser doblado tiene sección transversal cuadrangular, tal como cuadrada o rectangular, la parte intermedia y las partes extremas del perfil lateral del miembro rígido son superficies cilíndricas de extrusión según
20 son generadas desplazando dicha sección de circunferencia en paralelo al plano de simetría del tubo que va a ser doblado. En el primer caso, el miembro rígido tiene sustancialmente la forma de un pequeño barril que tiene paredes laterales sinusoidales, y en el segundo caso, el miembro rígido tiene la forma de un prisma con paredes laterales sinusoidales.

25 Se apreciará que en cualquier caso, es decir tubo redondo y tubo cuadrado, el miembro rígido tiene un perfil lateral proximal, es decir el más cercano al centro de la matriz de doblado, dicho perfil lateral proximal tiene una parte intermedia cóncava en la que se adapta la sección interna del tubo que va a ser doblado. Análogamente, el perfil lateral distal del miembro rígido tiene unas partes extremas convexas, en las que se adapta substancialmente la sección externa del tubo que va a ser doblado.

30 De esta forma, el miembro rígido tiene, por un lado, un par de superficies divididas que contrarrestan una deformación indeseable del tubo que va a ser doblado, dichas superficies divididas tienen un radio de curvatura generalmente igual al de una curva en la parte de extradós del tubo que va a ser doblado, y, por otro lado, sólo una superficie que contrarresta esa deformación, dicha una sola superficie tiene un radio de curvatura generalmente
35 igual al de una curva en la parte de intradós del tubo que va a ser doblado.

Por lo tanto, el miembro rígido funciona como un calibre para mantener la misma sección transversal del tubo también después de la operación de doblado. Esta operación permite reducir el rozamiento entre las superficies del miembro rígido. Como resultado los materiales son sometidos a menores tensiones, y esto es particularmente
40 ventajoso por ejemplo porque se pueden utilizar materiales menos fuertes para el miembro rígido y las piezas de conexión del mismo.

Estos y otros objetivos, características y ventajas preferidas serán más claros a partir de la descripción de la presente invención haciendo referencia a realizaciones preferidas de la misma, relacionadas con los dibujos
45 adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra, en una vista fragmentaria en planta, parcialmente en sección transversal, un mandril de máquina dobladora de tubos según la presente invención dentro de un tubo después de una operación de doblado a 90 grados de la misma, y una matriz de doblado que genera la curva;

50 La Figura 2 muestra, en una vista esquemática, una construcción teórica de un miembro rígido para el mandril de máquina dobladora de tubos de la Figura 1;

La Figura 3 muestra, en una vista esquemática imaginaria, una construcción verdadera del miembro rígido de la Figura 1, en el interior de un tubo T;

55 La Figura 4 es una vista axonométrica del miembro rígido de la presente invención en una primera realización del mismo para doblar tubos con una sección transversal redonda; y

La Figura 5 es una vista axonométrica del miembro rígido de la presente invención en una segunda realización del mismo para doblar tubos con una sección transversal cuadrangular.

Haciendo referencia a los dibujos, la Figura 1 muestra, en una vista fragmentaria en planta parcialmente en sección transversal, un mandril 1 de máquina dobladora de tubos según la presente invención dentro de un tubo T después de una operación de doblado a 90 grados del mismo. La operación es realizada por una matriz de doblado 2 y una matriz de doblado contraria, no se muestra, en una máquina dobladora de tubos, tampoco se muestra. La sección transversal del tubo T puede ser redonda, tal como circular o elíptica, pero también cuadrangular p. ej. una forma cuadrada o rectangular.
60

65

A modo de ejemplo, el mandril 1 comprende un cuerpo principal no flexible 3, que es soportado por una varilla 4 de sujeción de mandril, sólo se muestra parcialmente, y un miembro rígido 5 en un extremo delantero 30 del cuerpo principal no flexible 3. Podrían conectarse secuencialmente otros miembros rígidos como el mostrado pero no se muestran para una mayor claridad. El miembro rígido 5 se conecta al cuerpo no flexible 3 mediante las rótulas, según se describe con detalle más adelante. Sin embargo, esta conexión se puede hacer de una manera flexible, por ejemplo, por medio de un alambre, y de otras maneras.

Ahora se hace referencia a las Figuras 2 y 3, en las que se muestra una construcción teórica y una construcción verdadera del miembro rígido 5 dentro del tubo T de la Figura 1, en una vista esquemática y en una vista esquemática imaginaria, respectivamente. D_i se supone que es el diámetro interno o la dimensión transversal interna del tubo T que va a ser doblado, s es el grosor del tubo, y $D_e = D_i + 2s$ es el diámetro exterior o la dimensión transversal externa del tubo T. Además, se supone que este tubo tiene que ser doblado a lo largo de una curva con un radio medio prefijado R_m . El miembro rígido 5 según la invención tiene un perfil lateral proximal, es decir cerca del centro de rotación O de la matriz de doblado, que comprende una parte intermedia cóncava. De manera adecuada, con el fin de conformar el tubo T a un radio de curvatura deseado, la parte intermedia cóncava es la que ha sido generada por una sección de circunferencia 50 de radio R_{ci} , en donde $R_{ci} = R_m - (D_i/2) + t$, t es un término que depende de diversos elementos, como se indica a continuación.

Por otra parte, según la invención, el miembro rígido 5 tiene un perfil lateral distal con respecto al centro de rotación que comprende dos partes extremas convexas generadas por las secciones de circunferencia 51, 52 con un radio R_{ce} , en donde $R_{ce} = + R_m (D_i/2) - t$.

Este radio medio R_m es generalmente también el radio de la matriz de doblado, es decir el radio medido desde el centro de rotación O de la matriz de doblado 2 y el eje longitudinal del tubo T que va a ser doblado. Dicho centro de rotación O y el eje longitudinal I se encuentran en un plano central α , el de uno de los dibujos de la Figura 3, que es ortogonal a un plano de simetría vertical que pasa a través del eje longitudinal I del tubo T que va a ser doblado. El miembro rígido tiene un eje longitudinal central α que es perpendicular al radio R_m y se encuentra en un mismo plano central α .

El término t depende de la capacidad del tubo para ser doblado y del miembro rígido 5, en la longitud total del miembro rígido 5 y de las partes individuales del mismo, con el fin de permitir que el elemento de miembro rígido 5 y el tubo T que va a ser doblado se acoplen juntos de manera movable antes y después de una operación de doblado. Es evidente que si t aumenta, la precisión al doblar el tubo T disminuye, ya que aumenta la holgura del tubo T que va a ser doblado con respecto al perfil lateral del miembro rígido 5. Entonces, se entiende que, con la finalidad de tener precisión, es importante que t sea casi cero lo antes posible.

Cambiando a la Figura 3, como se puede entender, la parte superficial intermedia generada por la sección de circunferencia 50 y las partes superficiales extremas generadas por las secciones de circunferencia 51, 52 son partes de los respectivos perfiles laterales proximales y distales que interaccionan con el tubo T en la operación de doblado. Por otro lado, la parte intermedia del perfil lateral distal y las partes extremas del perfil lateral proximal se pueden conformar de tal manera que el doblado del tubo no se vea afectado. De este modo, es adecuado que la parte intermedia según es generada por una sección de circunferencia 53 opuesta a la sección de circunferencia 50 sea cóncava, y las partes extremas según son generadas por las secciones de circunferencia 54, 55, opuestas a las secciones de circunferencia 51, 52 sean convexas.

Es preferible que el miembro rígido 5 tenga en su construcción real unos perfiles laterales simétricos, por ejemplo, de una rotación sólida, para doblar tubos redondos, o de extrusión sólida para doblar tubos cuadrangulares, como se verá más adelante haciendo referencia a las Figuras 4 y 5, que muestran dos realizaciones preferidas de la invención en una vista axonométrica.

En particular, si se eligen perfiles laterales simétricos con respeto al plano de simetría que pasa a través del eje longitudinal I del tubo y perpendicular al plano del dibujo, la parte intermedia cóncava del perfil lateral distal será generada por una sección de circunferencia 53 que tiene el mismo radio de curvatura que la sección de circunferencia 50 de la parte intermedia cóncava del perfil lateral proximal. En cuanto a las partes extremas convexas del perfil lateral proximal, serán generadas por las secciones de circunferencia 54, 55 que tienen el mismo radio de curvatura que las secciones de circunferencia 51, 52 de las partes extremas convexas del perfil lateral proximal.

Según se muestra en la Figura 3, desde el punto de vista constructivo, es adecuado que las secciones de circunferencia 50, 53 de las partes intermedias cóncavas de los perfiles laterales proximales estén conectadas a las secciones de circunferencia 54, 55 y 51, 52 de las respectivas partes extremas por medio de unas curvas 56, 57. Las secciones de circunferencia 51, 52 y 54, 55 de las mismas partes extremas de los respectivos perfiles laterales distales y proximales se reducen hacia los extremos del miembro rígido por medio de las curvas 58, 59, que terminan en los chaflanes indicados generalmente en 60.

- 5 En el caso de perfiles laterales simétricos, el miembro rígido 5 se conformará sustancialmente como un cilindro 501, según se muestra en la vista en perspectiva en la Figura 4, para doblar tubos. El cilindro 501 tiene una sección transversal circular con unas superficies laterales sinusoidales, en las que la parte intermedia cóncava 502 es generada como una superficie de rotación por una sección de circunferencia con radio R_{ci} que rota alrededor de un eje central longitudinal α del miembro rígido, y las partes extremas convexas 505, 506 son generadas como superficies de rotación por secciones de circunferencia divididas de radio R_{ce} que rotan alrededor del mismo eje central longitudinal α . La parte intermedia cóncava 502 está conectada a las partes extremas convexas 505, 506 por medio de unas curvas indicadas en 503 y 504, respectivamente. Las partes extremas convexas 505, 506 terminan en los extremos del miembro rígido con unos respectivos chaflanes 507, 508.
- 10 Para doblar tubos cuadrangulares el miembro rígido 5 se conformará sustancialmente como un prisma recto 510 con superficies laterales cilíndricas, a diferencia de las superficies de rotación del miembro rígido 501 utilizado para doblar tubos redondos. Dichas superficies están indicadas en 540, 500, 550 en el perfil lateral proximal y en 520, 550, 530 en el perfil lateral distal, según se muestra en la vista en perspectiva en la Figura 5.
- 15 Según se muestra, la superficie intermedia cóncava 500 está reducida por las superficies extremas convexas 540, 550 del lado proximal por medio de respectivas curvas 560, 570, que no se pueden ver en el lado distal y terminan en el extremo del miembro rígido 510 con unos chaflanes indicados generalmente en 580.
- 20 Aunque hasta ahora la definición de proximal y distal se mantiene para los perfiles laterales, debería ser evidente que, en caso de perfiles laterales simétricos del miembro rígido, indicar estos perfiles como tal no significa nada porque, en la realización de la Figura 4, el miembro rígido 501 tiene todos sus perfiles laterales que son iguales, ya que es un sólido de rotación, y el miembro rígido 510 tiene el perfil lateral y perfil distal que se pueden sustituir entre sí, ya que son iguales.
- 25 Haciendo referencia de nuevo a la Figura 1, se describe con detalle una realización del mandril según la presente invención. El cuerpo principal no flexible 3 se conecta en la parte trasera a la varilla 4 de sujeción de mandril (sólo se muestra una parte), cuyas funciones son conocidas y por tanto ya no se describen más.
- 30 El miembro rígido 5 está articulado en el extremo delantero 30 del cuerpo principal no flexible 3. Como se dijo antes, más adelante se describe una conexión articulada del miembro rígido 5 con el cuerpo principal no flexible 3, aunque se debe entender que se puede utilizar cualquier otra conexión, capaz de inclinar el miembro rígido 5 con respecto al cuerpo principal no flexible.
- 35 De manera adecuada, el cuerpo principal no flexible 3 tiene un alojamiento 31 en su extremo delantero 30 que está configurado de una manera conocida de modo que también comprenda una parte hembra de una rótula. En el alojamiento 31 hay hecho un agujero radial 32 para permitir que una espiga (no se muestra) sea enroscada en el mismo.
- 40 De una manera conocida, la parte macho de la rótula en forma de una primera protuberancia 6 tiene una forma esférica con una superficie delantera cuadrada. Desde esta cara cuadrada, se trabaja circunferencialmente la primera protuberancia 6 para obtener una parte central cilíndrica con un radio menor que la esférica. Además, en la primera protuberancia 6 se realiza un agujero pasante roscado, no se muestra, para un eje de conexión 7. En virtud de esta configuración de la primera protuberancia 6, puede ser rápidamente insertada en el alojamiento 31 en un rebaje esférico de la misma, la primera protuberancia 6 tiene tamaños menores que el radio del mismo rebaje esférico. La primera protuberancia 6 se pone en el rebaje esférico después de aplicar un resorte helicoidal 8 en una cámara cilíndrica posterior del alojamiento 31. La primera protuberancia 6, después de ser puesta en el rebaje esférico, es rotada para permitir que el eje de conexión 7 sea enroscado fácilmente en la primera protuberancia 6. Entonces, el eje de conexión 7 es trabado dentro de la primera protuberancia 6 por medio de una espiga roscada a través del agujero radial 32.
- 45
- 50 Una segunda protuberancia 9 se fija en el otro extremo del eje de conexión 7, por ejemplo también por medio de una espiga roscada. Ventajosamente, el miembro rígido 5 tiene una cara 10 que mira al extremo delantero 30 del cuerpo principal no flexible 3. Un doble cavidad cilíndrica, una cavidad externa 11 que tiene un diámetro más grande y la otra cavidad interna 12 que tiene un diámetro más pequeño, se realiza en el centro de la cara 10 del miembro rígido 5. La cavidad externa 11 está roscada, y un casquillo de retención 13 se enrosca en la cavidad externa 11. El casquillo de retención 13 tiene con un agujero pasante que está conformado frontalmente como un hemisferio y en la parte trasera está provisto de una boca troncocónica 14 que mira el lado opuesto a la entrada del alojamiento 31.
- 55
- 60 Alojados en la cavidad interna 12 del miembro rígido 5 hay un resorte helicoidal 15, que mediante una bola 16 carga una segunda protuberancia 9, cuando esta última es insertada en el casquillo de retención 13. El miembro rígido, que está cargado por resorte en su extremo en estado de reposo con esta disposición del eje de conexión 7, tiende a adoptar una posición recta con el cuerpo 3.

El miembro rígido 5 puede ser fabricado ya sea integral o en muchas piezas que se conectan entre sí de manera segura, de modo que se forma un cuerpo.

- 5 En la descripción anterior sólo se da una realización ilustrativa de conexión entre el cuerpo principal y el miembro rígido, pero debe quedar claro que la invención no está limitada a esa, sino que abarca cualquier realización adicional dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para doblar un tubo mediante el uso de un mandril de máquina dobladora de tubos que comprende un miembro rígido (5), que puede ser insertado dentro de un tubo (T) que va a ser doblado y puede inclinarse con el mismo en una operación de doblado que es realizada por una matriz de doblado (2) con el fin de obtener una curva que tiene un radio medio prefijado R_m medido entre el centro de rotación (O) de la matriz de doblado (2) y el eje longitudinal (l) del tubo (T) que va a ser doblado, dicho radio medio R_m y el eje longitudinal (l) se encuentran en un plano central (α) ortogonal a un plano de simetría del tubo (T) que va a ser doblado que pasa a través de su eje longitudinal (l), dicho tubo (T) que va a ser doblado tiene una dimensión interna D_i medida transversalmente a su eje longitudinal (l), **caracterizado porque** el miembro rígido (5) tiene un perfil lateral proximal con respecto al centro de rotación (O) de la matriz de doblado (2), que comprende por lo menos una parte intermedia cóncava según es generada por una sección de circunferencia (50) con radio R_{ci} , y un perfil lateral distal con respecto al centro de rotación (O) de matriz de doblado (2) que comprende por lo menos dos partes convexas divididas según son generadas por unas respectivas secciones de circunferencia (51, 52) con radio R_{ce} , en donde $R_{ci} = R_m - (D_i / 2) + t$, y $R_{ce} = + R_m (D_i / 2) - t$, t es un término que varía según la precisión de las características dimensionales del tubo que va a ser doblado y de la curva que va a obtenerse.
- 20 2. El método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho miembro rígido (5) tiene unos perfiles laterales proximales y distales que son simétricos con respecto a dicho plano de simetría del tubo, cada perfil lateral comprende una parte intermedia cóncava, según es generada por una sección de circunferencia (50; 53) con radio R_{ci} , entre dos partes extremas convexas según son generadas por las secciones de circunferencia (51, 52; 54, 55) con radio R_{ce} , la parte intermedia tiene unos radios mutuos con las dos partes extremas del miembro rígido, que a su vez están achaflanadas en los extremos del miembro rígido.
- 25 3. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado porque** dicho tubo (T) que va a ser doblado tiene una sección transversal redonda, y dicha parte intermedia y dichas partes extremas del miembro rígido (5) son partes de una superficie de rotación según es generada por dichas secciones de circunferencia (50; 51, 52) alrededor de un eje longitudinal central (a) del miembro rígido.
- 30 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado porque** dicho tubo que va a ser doblado tiene una sección transversal cuadrangular, y dicha parte intermedia y dichas partes extremas del miembro rígido son partes de una superficie de extrusión según es generada por dichas secciones de circunferencia (50; 53; 51, 52; 54, 55) en su desplazamiento paralelo a dicho plano de simetría del tubo que va a ser doblado.
- 35 5. El método según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho miembro rígido (5) está articulado con respecto a un cuerpo principal no flexible (3) conectado a una varilla (4) de sujeción de mandril.
- 40 6. El método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho miembro rígido (5) y dicho cuerpo principal no flexible (3) están conectados mutuamente por medio de un eje de conexión (7) terminando con protuberancias extremas esféricas (6, 9) recibidas en respectivos alojamientos (31, 14) dispuestas en partes opuestas (30, 10) de dicho cuerpo principal no flexible (3) y de dicho miembro rígido (5) para formar unas rótulas cooperantes.
- 45 7. El método según la reivindicación 6, **caracterizado porque** dichas protuberancias extremas esféricas (6, 9) del eje de conexión (7) están cargadas por resorte en dichos respectivos alojamientos (31, 14).
8. El método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho miembro rígido (5) se fabrica integral.
- 50 9. El método según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho miembro rígido (5) se fabrica en una pluralidad de piezas que se conectan juntas de manera segura para formar un solo cuerpo.

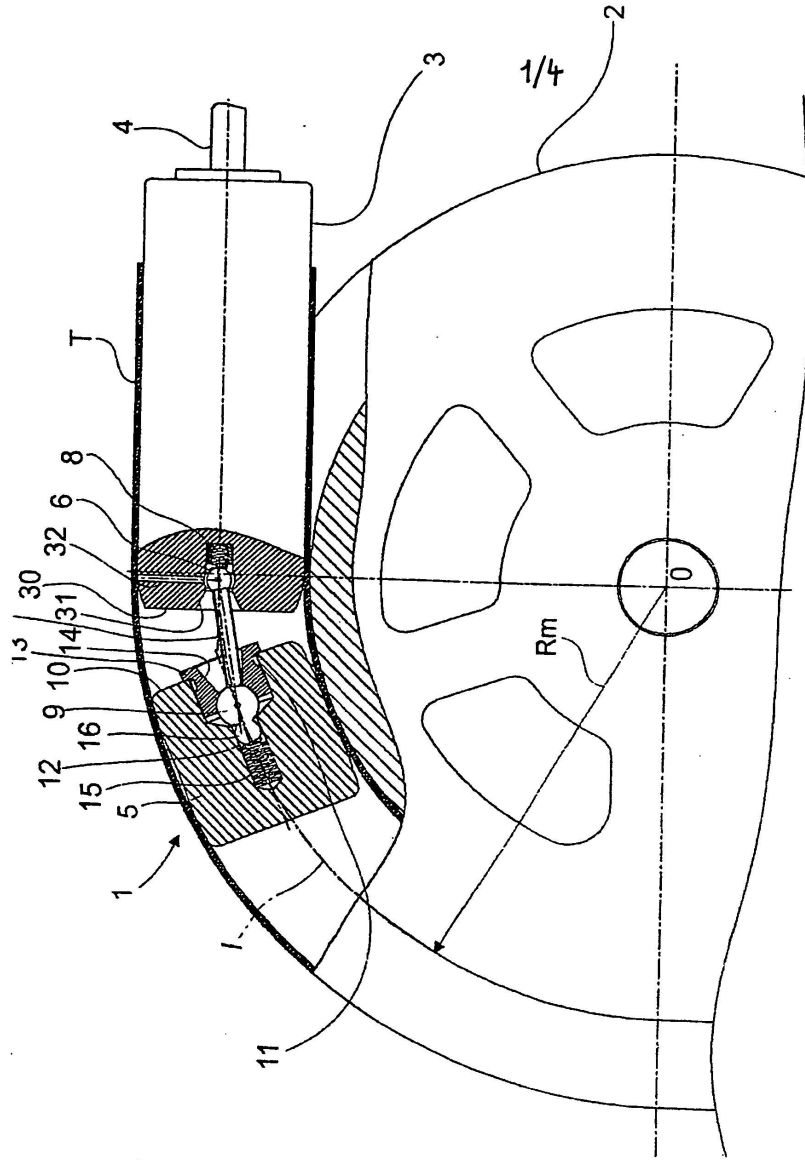


Fig.1

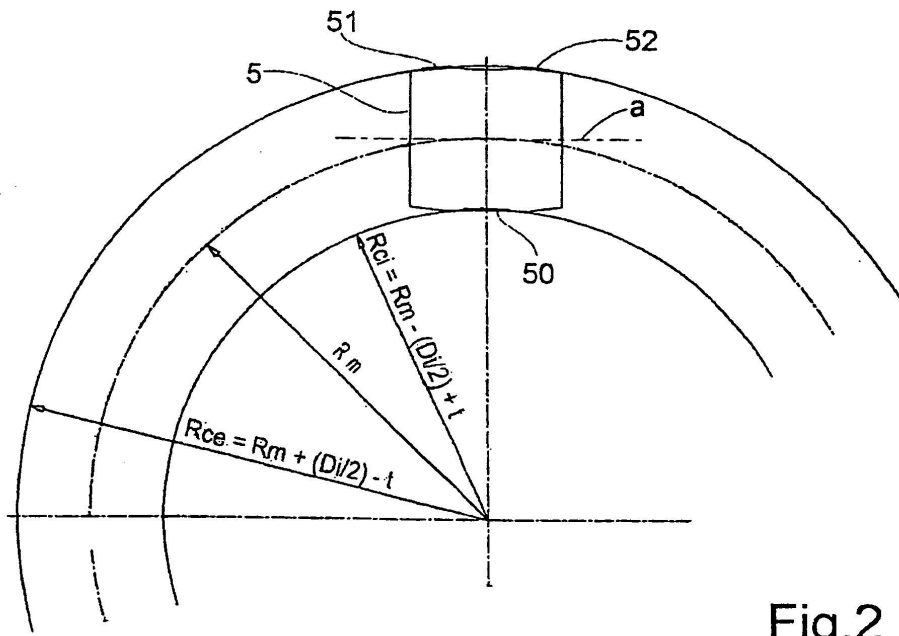


Fig.2

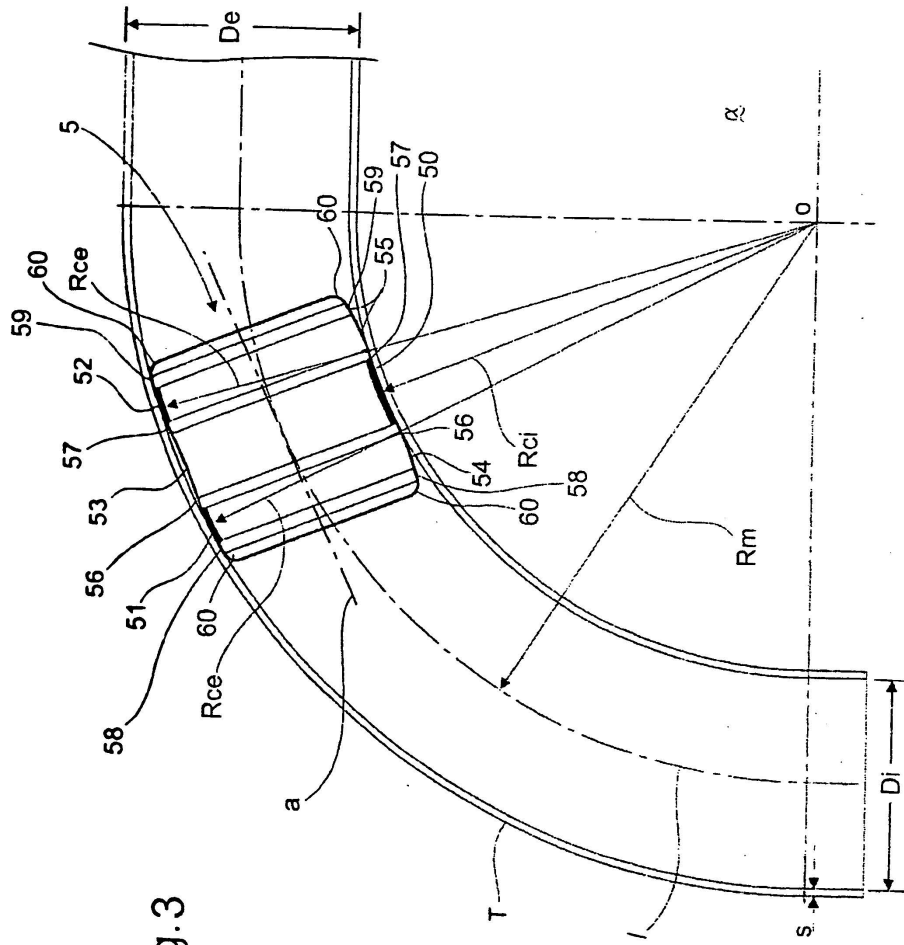


Fig.3

Fig. 4

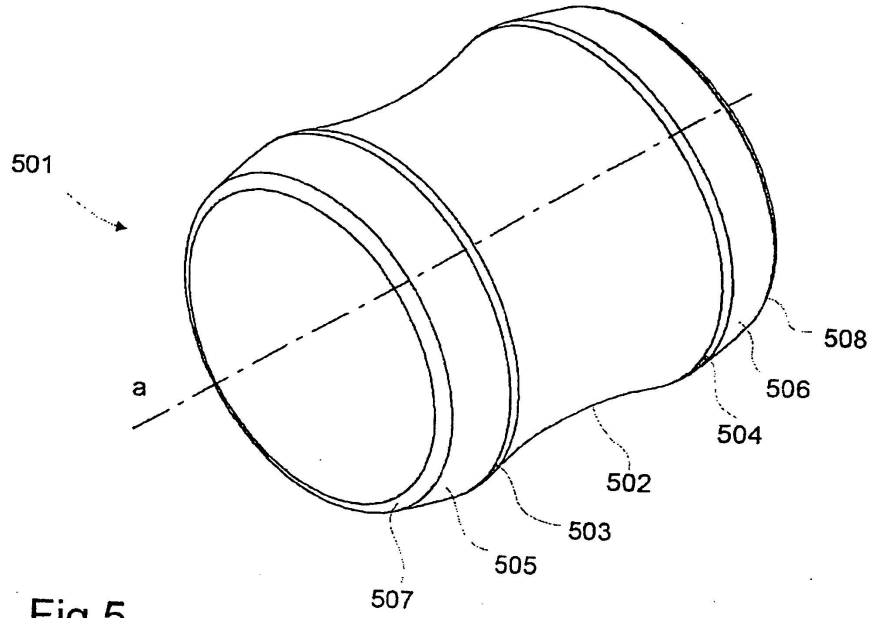


Fig. 5

