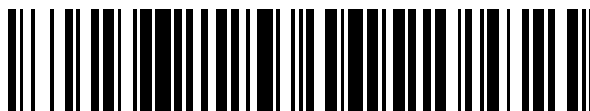


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 798 430**

51 Int. Cl.:

A61B 1/005 (2006.01)

A61B 1/00 (2006.01)

A61M 25/00 (2006.01)

A61M 25/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2017 PCT/NL2017/050645**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2018 WO18067004**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2017 E 17787048 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020 EP 3518729**

54 Título: **Tubo plegable con bisagra elástica mejorada**

30 Prioridad:

03.10.2016 NL 2017570
04.07.2017 NL 2019173

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.12.2020

73 Titular/es:

FORTIMEDIX SURGICAL B.V. (100.0%)
Daelderweg 20
6361 HK Nuth, NL

72 Inventor/es:

THISSEN, MATTHEUS HENDRIK LOUIS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 798 430 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

Tubo plegable con bisagra elástica mejorada

Campo de la invención

La invención se refiere a un miembro cilíndrico con una sección flexible mejorada.

- 5 La invención también se refiere a un dispositivo médico tal como un endoscopio que comprende un miembro cilíndrico con una sección flexible mejorada.

Antecedentes de la invención

10 Los tubos flexibles con bisagras elásticas son bien conocidos para aplicaciones tales como cirugía mínimamente invasiva o exámenes endoscópicos de la estructura interna de un paciente tal como los canales alimenticios y las vías respiratorias, por ejemplo, el esófago, el estómago, los pulmones, el colon, el útero, la uretra, los riñones y otros sistemas de órganos, pero también son aplicables con otros propósitos, tales como la inspección o reparación de instalaciones mecánicas o electrónicas en ubicaciones que son difíciles de alcanzar. En la descripción adicional, se usará el término aplicaciones endoscópicas o instrumento endoscópico, pero el término se debe interpretar como que cubre también otras aplicaciones o instrumentos como se ha explicado anteriormente. El documento US 15 2007/0049800 A1 describe un método para formar una unión de articulación endoscópica que tiene una serie de elementos de bisagra en el mismo, en donde cada bisagra comprende un par de hendiduras opuestas en forma de V en la pared externa que están separadas por un par de puntos flexibles opuestos. Las bisagras están dispuestas circunferencialmente en un patrón alternativo de 90 grados para lograr la articulación en dos planos. La capacidad de flexión de las bisagras está restringida por la tensión que pueden soportar los puntos flexibles. También, los puntos flexibles se apoyarán hacia afuera cuando la unión esté doblada. En este caso, cuando la unión se introduce dentro de otro tubo, los topes del punto flexible pueden tocar el otro tubo limitando y/o evitando por ello el movimiento y/o la flexión de la unión. Además, el tubo flexible puede comprender una parte extrema proximal, una parte intermedia y una parte extrema distal en donde el tubo flexible comprende además una disposición de dirección que está adaptada para trasladar una desviación de al menos una parte de la parte extrema proximal con relación a la parte intermedia en una reflexión relacionada de al menos una parte de la parte extremo distal. De esta forma, un médico puede controlar la parte extrema distal operando la parte extrema proximal. No obstante, las bisagras que proporcionan la capacidad de flexión pueden ser sensibles a la desviación del par y al retraso del par, de manera que la rotación de la parte extrema proximal puede no corresponder estrechamente a la rotación de la parte extrema distal. De esta forma, puede ser difícil una transmisión fiable del movimiento de rotación. Por lo tanto, hay una necesidad de un tubo flexible que permita una transmisión mejorada de la rotación o del par desde la parte extrema proximal a la parte extrema distal.

La figura 1A muestra una vista de despiece de los tres miembros cilíndricos que forman un instrumento según el documento EP 2 273 911 B1. El instrumento 202 está compuesto por tres miembros cilíndricos coaxiales: un miembro interno 204, un miembro intermedio 206 y un miembro externo 208. El miembro cilíndrico interno 204 está compuesto por una primera parte extrema rígida 210, que es la parte usada normalmente en la ubicación que es difícil de alcanzar o dentro del cuerpo humano, una primera parte flexible 212, una parte rígida intermedia 214, una segunda parte flexible 216 y una segunda parte extrema rígida 218 que se usa normalmente como la parte operativa del instrumento en el sentido de que sirve para dirigir el otro extremo de la unidad. El miembro cilíndrico externo 208 está compuesto de la misma forma por una primera parte rígida, una parte flexible, una parte rígida intermedia, una segunda parte flexible y una segunda parte rígida. Las partes flexibles también se denominan "bisagras" en la técnica. La longitud de las diferentes partes de los miembros cilíndricos 208 y 212 son sustancialmente iguales de modo que cuando el miembro cilíndrico 204 se inserta en el miembro cilíndrico 208, las diferentes partes se colocan una contra la otra. El miembro cilíndrico intermedio 206 también tiene una primera parte extrema rígida 240 y una segunda parte extrema rígida 242 que en el estado ensamblado se sitúan entre las partes rígidas correspondientes respectivamente de los otros dos miembros cilíndricos.

La parte intermedia del miembro cilíndrico intermedio 206 está formada por tres o más elementos longitudinales separados que pueden tener diferentes formas y siluetas. Después del ensamblaje de los tres miembros cilíndricos por el cual el miembro 204 se inserta en el miembro 206 y los dos miembros 204, 206 combinados se insertan en el miembro 208, las caras extremas de los tres miembros se pueden unir entre sí en ambos extremos para tener una unidad integral.

La figura 1B muestra una vista desenrollada de una parte de una realización alternativa del miembro cilíndrico intermedio del instrumento de la figura 1A. El miembro cilíndrico intermedio de la figura 1B está formado por una serie de elementos longitudinales en donde cada elemento longitudinal 220 está compuesto por tres partes 222, 224 y 226, coexistiendo con la primera parte flexible, la parte rígida intermedia y la segunda parte flexible, respectivamente. En la parte 224 coincidiendo con la parte rígida intermedia, cada par de elementos longitudinales 220 adyacentes están tocándose entre sí en la dirección tangencial de modo que, de hecho, solamente esté presente un hueco estrecho entre los mismos justo el suficiente para permitir el movimiento independiente de cada elemento longitudinal.

En las otras dos partes 222 y 226 cada elemento longitudinal consta de una tira relativamente pequeña y flexible 228, 230 como se ve en dirección circunferencial, de modo que haya un hueco sustancial entre cada par de tiras adyacentes, y cada tira 228, 230 está dotada con una serie de levas 232, que se extienden en dirección circunferencial y puentean casi completamente el hueco con la siguiente tira.

- 5 El documento US 5.271.381 describe un miembro tubular (32) que comprende una pluralidad de elementos longitudinales (39) con cuatro cables (67-70) para controlar la flexión del miembro tubular.

Compendio de la invención

Es un objetivo de la invención dotar un miembro cilíndrico con varias mejoras que incluyen una sección flexible mejorada.

- 10 El miembro cilíndrico según la invención tiene una sección flexible mejorada porque comprende una estructura de ecualizador de cuerda entre la sección flexible delgada y una rígida más gruesa que compensa las diferencias de desplazamiento entre dos tiras secundarias paralelas en la sección flexible delgada. De esta forma, se mejora la conexión entre la sección flexible y la rígida.

- 15 El miembro cilíndrico según la invención tiene una sección flexible mejorada porque comprende separadores hechos de hendiduras delgadas cortados del material. Esto permite un proceso de fabricación muy eficiente.

Se reivindican realizaciones ventajosas de la invención en el resto de las reivindicaciones dependientes.

La invención también se refiere a un instrumento para aplicaciones endoscópicas que comprende tal miembro cilíndrico.

Breve descripción de los dibujos

- 20 Características y ventajas adicionales de la invención llegarán a ser evidentes a partir de la descripción de la invención por medio de realizaciones no limitantes y no exclusivas. Estas realizaciones no se han de interpretar como limitantes del alcance de protección. Los expertos en la técnica se darán cuenta de que se pueden concebir otras realizaciones alternativas y equivalentes de la invención y reducir a la práctica sin apartarse del alcance de la presente invención. Además, se pueden combinar características separadas de diferentes realizaciones, incluso si no se muestran explícitamente en los dibujos o se explican en la especificación, a menos que tal combinación sea físicamente imposible. El alcance de la presente invención solamente está limitado por las reivindicaciones y sus equivalentes técnicos. Las realizaciones de la invención se describirán con referencia a las figuras de los dibujos que se acompañan, en los que símbolos de referencia parecidos o iguales denotan partes parecidas, iguales o correspondientes, y en las que:

- 30 Las figuras 1A y 1B muestran tubos flexibles de la técnica anterior.

La figura 2A muestra una vista esquemática en perspectiva de una realización de un miembro parecido a un tubo.

La figura 2B muestra una vista esquemática en perspectiva de otra realización de un miembro parecido a un tubo.

La figura 3 muestra una vista esquemática en perspectiva de otra realización de un miembro parecido a un tubo.

La figura 4 muestra una vista esquemática en perspectiva de otra realización de un miembro parecido a un tubo.

- 35 La figura 5 muestra una vista esquemática en perspectiva de otra realización de un miembro parecido a un tubo.

La figura 6 muestra una vista esquemática en perspectiva del miembro parecido a un tubo de la figura 5 en una posición de flexión.

Las figuras 7A-7D muestran vistas esquemáticas de otra realización de un miembro parecido a un tubo.

La figura 8 muestra un miembro parecido a un tubo con puentes alternativos entre las hendiduras circunferenciales.

- 40 La figura 9 muestra una vista esquemática de otra realización de un miembro parecido a un tubo con secciones intermedias.

La figura 10 muestra un miembro parecido a un tubo con otra realización de los puentes alternativos entre las hendiduras circunferenciales.

- 45 La figura 11 muestra otra realización de un miembro parecido a un tubo con los puentes alternativos de la figura 10 y las secciones intermedias de la figura 9.

La figura 12 muestra una vista esquemática de una estructura de ecualizador de cuerda.

La figura 13 muestra una vista desplegada de una parte de un miembro cilíndrico intermedio según una realización de la invención.

La figura 14 muestra una vista en 3D de una parte de un miembro cilíndrico intermedio según la figura 13.

5 La figura 15 muestra una vista desplegada de una parte de un miembro cilíndrico intermedio según otra realización de la invención.

La figura 16 muestra una vista desplegada de una parte de un miembro cilíndrico intermedio según otra realización de la invención.

La figura 17 muestra una vista en 3D de una realización según la figura 16.

Descripción detallada de realizaciones

10 Se observa que el miembro parecido a un tubo que se explica en lo sucesivo se puede aplicar en cualquier instrumento deseado que necesite un tubo flexible. No obstante, se puede aplicar ventajosamente en instrumentos médicos como los revelados/descritos en los documentos WO2015/084157, WO2015/084174, WO2016/089202, PCT/NL2015/050798, PCT/NL2016/050471, PCT/NL2016/050522, NL2016900.

15 La figura 2A muestra una vista esquemática en perspectiva de un miembro parecido a un tubo según una primera realización no reivindicada. El tubo está hecho de un material rígido y tiene una bisagra que comprende una o más partes flexibles.

El miembro parecido a un tubo 1 tiene una parte flexible 2 que comprende los medios de flexión 6.

20 La parte flexible 2 del miembro parecido a un tubo 1 tiene una hendidura circunferencial 3 y una hendidura circunferencial 5. La hendidura circunferencial 3 tiene un extremo 7 y un extremo 9. La hendidura circunferencial 3 se extiende desde el extremo 7 hasta el extremo 9 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo 1 en una dirección circunferencial A. La hendidura circunferencial 5 tiene un extremo 11 y un extremo 13. La hendidura circunferencial 5 se extiende desde el extremo 11 hasta el extremo 13 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo 1 en una dirección circunferencial B. La dirección circunferencial A y la dirección circunferencial B son direcciones circunferenciales opuestas. El miembro parecido a un tubo 1 tiene un eje central 29 que es un eje de simetría. El extremo 7 y el extremo 11 están situados en una circunferencia que tiene un punto central situado en el eje central 29 y que está situado en una superficie perpendicular al eje central 29. En la realización de la figura 2A, las hendiduras circunferenciales 3 y 5 también están situadas en esa circunferencia. El extremo 7 y el extremo 11 están dispuestos uno orientado hacia el otro. Preferiblemente, el extremo 7 y el extremo 13 están conectados por una línea que se cruza con el eje central 29. Además, preferiblemente, el extremo 11 y el extremo 9 están conectados por una línea que se cruza con el eje central 29.

30 El miembro parecido a un tubo 1 tiene un puente 15 que se extiende longitudinalmente entre el extremo 7 y el extremo 11. El puente 15 conecta una primera parte 8 del miembro parecido a un tubo 1 a una segunda parte 10 del miembro parecido a un tubo 1, que se sitúan en lados opuestos de la hendidura circunferencial 3 y la hendidura circunferencial 5.

35 El miembro parecido a un tubo 1 tiene una hendidura longitudinal 17 que está orientada longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 1. El miembro parecido a un tubo 1 también tiene una hendidura longitudinal 19 que también está orientada longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 1. La hendidura longitudinal 17 comprende un borde longitudinal 21 y un borde longitudinal 23. La hendidura circunferencial 3 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 17 en el extremo 7 y en el borde longitudinal 21. La hendidura longitudinal 19 comprende un borde longitudinal 25 y un borde longitudinal 27. La hendidura circunferencial 5 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 19 en el borde longitudinal 27 y en el extremo 11. El borde longitudinal 23 y el borde longitudinal 25 están uno orientado hacia el otro en una dirección longitudinal del miembro parecido a un tubo 1 de manera que definan los lados longitudinales del puente 15.

45 Como llegará a estar más claro con referencia a la figura 6, el miembro parecido a un tubo 1 se puede doblar usando el puente 15 como punto de rotación y abriendo una de las hendiduras 3, 5 y cerrando la otra de las hendiduras 3, 5. El puente 15 está cargado de tensiones y está diseñado de manera que la tensión ejercida sobre el puente 15 cuando justo se cierra una de las hendiduras 3, 5 permanezca dentro de su tolerancia a la tensión por encima de la cual el puente 15 se estirará excesivamente y se deformará permanentemente. Por ejemplo, si una parte flexible 2 está diseñada para doblarse en un ángulo máximo de, por ejemplo, 6° el puente 15 puede no romperse. También se pueden aplicar otros ángulos máximos.

50 La realización de la figura 2A se puede extender por dos hendiduras adicionales (no mostradas) idénticas a las hendiduras 3, 5 pero situadas en otra parte del miembro parecido a un tubo 1 y desplazadas longitudinalmente con relación a las hendiduras 3, 5. Preferiblemente, están giradas circunferencialmente 90° alrededor del eje 29 con relación a las hendiduras 3, 5 de manera que todas las hendiduras juntas formen una bisagra que dotan al miembro parecido a un tubo con la capacidad de ser dobladas fácilmente en todas las direcciones. Además, se pueden

proporcionar pares más idénticos de tales hendiduras en el miembro parecido a un tubo 1, cada par que se desplaza longitudinalmente y gira alrededor de un ángulo predeterminado, por ejemplo, 90°, con relación a un par adyacente, dotando de este modo al miembro parecido a un tubo 1 con una sección que se puede doblar alrededor de un ángulo deseado.

5 La figura 2B muestra una vista en perspectiva esquemática de otra realización del miembro parecido a un tubo 31.

En la figura 2B, se han usado los mismos números de referencia que en la figura 2A para referirse a elementos comunes.

10 La hendidura circunferencial 3 del miembro parecido a un tubo 31 de la figura 2B tiene un extremo 7 y un extremo 39. La hendidura circunferencial 3 se extiende desde el extremo 7 hasta el extremo 39 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial C. La hendidura circunferencial 5 tiene un extremo 11 y un extremo 313. La hendidura circunferencial 5 se extiende desde el extremo 11 hasta el extremo 313 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo 31 en una dirección circunferencial D. La dirección circunferencial C y la dirección circunferencial D son direcciones circunferenciales opuestas. El miembro parecido a un tubo 31 tiene un eje central 29. El extremo 7, el extremo 39, el extremo 11 y el extremo 313 están situados en una circunferencia que tiene un punto central 350 situado en el eje central. Las hendiduras circunferenciales 3, 5 están situadas en esa circunferencia. El extremo 39 y el extremo 313 están dispuestos uno orientado hacia el otro.

Además del puente 15, el miembro parecido a un tubo 31 tiene un puente 315 que se extiende longitudinalmente entre el extremo 39 y el extremo 313.

20 El miembro parecido a un tubo 31 tiene una hendidura longitudinal 317 que se extiende longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 31. La hendidura longitudinal 317 está situada en el miembro parecido a un tubo 31 opuesta a la hendidura longitudinal 21. El miembro parecido a un tubo 31 también tiene una hendidura longitudinal 319 que también está extendiéndose longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 31. La hendidura longitudinal 319 está situada opuesta a la hendidura longitudinal 19. La hendidura longitudinal 317 comprende un borde longitudinal 321 y un borde longitudinal 323. La hendidura circunferencial 3 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 317 en el extremo 39 y en el borde longitudinal 321. La hendidura longitudinal 319 comprende un borde longitudinal 325 y un borde longitudinal 327. La hendidura circunferencial 5 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 319 en el extremo 313 y en el borde longitudinal 327. El borde longitudinal 323 y el borde longitudinal 325 están uno orientado hacia el otro en una dirección longitudinal del miembro parecido a un tubo de manera que definan los lados longitudinales del puente 315.

30 Como llegará a estar más claro con referencia a la figura 6, el miembro parecido a un tubo 31 se puede doblar usando el puente 15 y el puente 315 como puntos de rotación y abriendo una de las hendiduras circunferenciales 3, 5 y cerrando la otra de las hendiduras circunferenciales 3, 5. El puente 15 y el puente 315 están cargados de tensiones y están diseñados de manera que la tensión ejercida sobre el puente 15 y el puente 315 cuando justo se cierra una de las hendiduras 3, 5 permanezca dentro de su tolerancia de tensión por encima de la cual el puente 15 y el puente 315 se estirarán excesivamente y deformarán permanentemente. Por ejemplo, si una parte flexible 2 está diseñada para doblarse en un ángulo máximo de, por ejemplo, 6° (u otro valor), los puentes 15, 315 pueden no romperse.

40 La realización de la figura 2B se puede extender por dos hendiduras circunferenciales adicionales (no mostradas) idénticas al par de hendiduras circunferenciales 3, 5 con hendiduras longitudinales idénticas a las hendiduras longitudinales 17, 19, 317, 319 y situadas en otra parte del miembro parecido a un tubo 31, desplazado longitudinalmente con relación a las hendiduras circunferenciales 3, 5. Preferiblemente, se hacen girar circunferencialmente 90° alrededor del eje 29 con relación a las hendiduras circunferenciales 3, 5 de manera que todas las hendiduras circunferenciales juntas formen una bisagra que dota al miembro parecido a un tubo 31 con la capacidad de ser doblada fácilmente en todas las direcciones. Además, se pueden proporcionar más pares de tales hendiduras circunferenciales con hendiduras longitudinales en sus extremos en el miembro parecido a un tubo 31, cada par que se desplaza longitudinalmente y gira alrededor de un ángulo predeterminado con relación a un par adyacente, dotando de este modo al miembro parecido a un tubo 31 con una sección que se puede doblar alrededor de un ángulo deseado en cualquier dirección deseada.

La figura 3 muestra una vista esquemática en perspectiva de otra realización del miembro parecido a un tubo 41.

50 En la figura 3, se han usado los mismos números de referencia que en las figuras 1A y 2A para referirse a elementos comunes.

55 El miembro parecido a un tubo 41 tiene una hendidura circunferencial 43 y una hendidura circunferencial 45. La hendidura circunferencial 43 tiene un extremo 7 y un extremo 49. La hendidura circunferencial 43 se extiende desde el extremo 7 hasta el extremo 49 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial E. La hendidura 45 tiene un extremo 11 y un extremo 413. La hendidura circunferencial 45 se extiende desde el extremo 11 hasta el extremo 413 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial F. La dirección circunferencial E y la dirección circunferencial F son direcciones opuestas. El miembro parecido a un tubo tiene un eje central 29. El extremo 7 y el extremo 11 están situados en una

ES 2 798 430 T3

circunferencia 400 que tiene un punto central 402 en el eje central 29 y como su radio 404 una línea que se extiende desde el extremo 7 hasta el eje central 29 y perpendicular al eje central 29. El extremo 7 y el extremo 11 están dispuestos uno orientado hacia el otro. El puente 15 se extiende longitudinalmente entre el extremo 7 y el extremo 11.

- 5 El miembro parecido a un tubo 41 tiene la misma hendidura longitudinal 17 y la misma hendidura longitudinal 19 que el miembro parecido a un tubo 1. La hendidura longitudinal 17 y la hendidura longitudinal 19 también están situadas longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 41 de manera que definan los lados del puente 15.

10 La dirección circunferencial E forma un ángulo 406 con la circunferencia 400. La dirección circunferencial F forma un ángulo 408 con la circunferencia 400. Los ángulos 406 y 408 están preferiblemente entre -10° y $+10^\circ$ grados, más preferiblemente entre -8° y $+8^\circ$ grados. Preferiblemente, los ángulos 406 y 408 tienen el mismo valor.

La figura 4 muestra una vista esquemática en perspectiva de otra realización o no reivindicada de un miembro parecido a un tubo 51.

En la figura 4, los mismos números de referencia que en las figuras 1 y 3 se han usado para referirse a los mismos elementos.

- 15 El miembro parecido a un tubo 51 comprende una hendidura circunferencial 43 y una hendidura circunferencial 45. La hendidura circunferencial 43 tiene el extremo 7 y el extremo 49. La hendidura circunferencial 43 se extiende desde el extremo 7 hasta el extremo 49 que rodea parcialmente al miembro parecido a un tubo en la dirección circunferencial E. La hendidura 45 tiene el extremo 11 y el extremo 413. La hendidura circunferencial 45 se extiende desde el extremo 11 hasta el extremo 413 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en la dirección circunferencial F. La dirección circunferencial E y la dirección circunferencial F son direcciones opuestas. El miembro parecido a un tubo 51 tiene un eje central 29. El extremo 7 y el extremo 11 están situados en la circunferencia 400. El extremo 7 y el extremo 11 están dispuestos uno orientado hacia el otro. El puente 15 se extiende longitudinalmente entre el extremo 7 y el extremo 11.

25 Como los miembros parecidos a un tubo 1 y 41 de las figuras 2A y 4, el miembro parecido a un tubo 51 tiene una hendidura longitudinal 17 y una hendidura longitudinal 19 que están situadas longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 51 de manera que definan los lados longitudinales del puente 15.

La dirección circunferencial E forma el ángulo 406 con la circunferencia 400. La dirección circunferencial F forma el ángulo 408 con la circunferencia 400. Los ángulos 406 y 408 están preferiblemente entre -10° y $+10^\circ$ grados, más preferiblemente entre -8° y $+8^\circ$ grados. Pueden tener el mismo valor.

- 30 El miembro parecido a un tubo 51 tiene una hendidura circunferencial 543 y una hendidura circunferencial 545. La hendidura circunferencial 543 tiene un extremo 57 y un extremo 549 (no mostrados en la figura 4). La hendidura circunferencial 543 se extiende desde el extremo 57 hasta el extremo 549 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial. La hendidura circunferencial 545 tiene un extremo 511 y un extremo 513. La hendidura circunferencial 545 se extiende desde el extremo 511 hasta el extremo 513 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial G. La dirección circunferencial F y la dirección circunferencial G son direcciones opuestas. El extremo 57 y el extremo 511 están situados en la circunferencia 400. El extremo 57 y el extremo 511 están dispuestos uno orientado hacia el otro. El miembro parecido a un tubo 51 tiene un puente 515 que se extiende longitudinalmente entre el extremo 57 y el extremo 511.

40 El miembro parecido a un tubo 51 tiene una hendidura longitudinal 517 y una hendidura longitudinal 519 que se extienden longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 51 de manera que definan los lados longitudinales del puente 515.

La dirección circunferencial H forma un ángulo 506 con la circunferencia 400. La dirección circunferencial G forma un ángulo 508 con la circunferencia 400. Los ángulos 506 y 508 están preferiblemente entre -10° y $+10^\circ$ grados, más preferiblemente entre -8° y $+8^\circ$ grados. Preferiblemente, los ángulos 506 y 508 tienen el mismo valor.

- 45 La hendidura longitudinal 517 comprende un borde longitudinal 521 y un borde longitudinal 523. La hendidura longitudinal 517 está conectada comunicativamente a la hendidura circunferencial 543 en el extremo 57 y en el borde longitudinal 521. La hendidura longitudinal 519 comprende un borde longitudinal 525 y un borde longitudinal 527. La hendidura longitudinal 519 está conectada comunicativamente a la hendidura circunferencial 545 en el extremo 511 y en el borde longitudinal 527. El borde longitudinal 523 y el borde longitudinal 525 están uno orientado hacia el otro en una dirección longitudinal del miembro parecido a un tubo 51 de manera que definan los lados longitudinales del puente 515.

Los puentes 15 y 515, preferiblemente, están situados en ubicaciones en el miembro parecido a un tubo 51 girados 180° uno alejado del otro en la circunferencia 400.

- 55 Como se muestra en la figura 4, la hendidura circunferencial 43 y la hendidura circunferencial 545 están superpuestas circunferencialmente, es decir, una parte de la hendidura circunferencial 43 está situada adyacente a

una parte de la hendidura circunferencial 545 como se ve en una dirección longitudinal, no obstante, sin que estas partes se enganchen entre sí. Una tira circunferencial 12 está presente entre estas partes de la hendidura circunferencial 43 y la hendidura circunferencial 545.

5 Como también se muestra en la figura 4, la hendidura circunferencial 45 y la hendidura circunferencial 543 están superpuestas circunferencialmente, es decir, una parte de la hendidura circunferencial 45 está situada adyacente a una parte de la hendidura circunferencial 543 como se ve en una dirección longitudinal, no obstante, sin estas partes que se enganchan entre sí. Una tira circunferencial 14 está presente entre estas partes de la hendidura circunferencial 45 y la hendidura circunferencial 543.

La forma en que opera la bisagra de la figura 4 llegará a ser evidente a partir de la figura 6 y la descripción asociada.

10 En la figura 5, los mismos números de referencia que en las figuras 2A, 2B, 3 y 4 se han usado para referirse a los mismos elementos. Básicamente, la figura 5 muestra un miembro parecido a un tubo 61 que comprende la parte flexible 2 de la figura 4 y una parte flexible 2' adicional. La descripción de la parte flexible 2 de la figura 4 no se repetirá aquí. Solamente se describirá en detalle aquí la parte flexible 2' adicional. La parte flexible 2' adicional tiene una hendidura circunferencial 643 y una hendidura circunferencial 645. La hendidura circunferencial 643 tiene un extremo 67 y un extremo 649. La hendidura circunferencial 643 se extiende desde el extremo 67 hasta el extremo 649 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial I. La hendidura circunferencial 645 tiene un extremo 611 y un extremo 6413. La hendidura circunferencial 645 se extiende desde el extremo 611 hasta el extremo 6413 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial J. La dirección circunferencial I y la dirección circunferencial J son direcciones opuestas. El extremo 67 y el extremo 611 están situados en una circunferencia 600 que tiene un punto central, un punto 602 situado en el eje central 29. El extremo 67 y el extremo 611 están dispuestos uno orientado hacia el otro. El miembro parecido a un tubo 61 tiene un puente 615 que se extiende longitudinalmente entre el extremo 67 y el extremo 611.

El miembro parecido a un tubo 61 tiene una hendidura longitudinal 617 que se extiende longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 61. El miembro parecido a un tubo 61 también tiene una hendidura longitudinal 619 que también se extiende longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 61. La hendidura longitudinal 617 comprende un borde longitudinal 621 y un borde longitudinal 623. La hendidura circunferencial 643 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 617 en el extremo 67 y en el borde longitudinal 621. La hendidura longitudinal 619 comprende un borde longitudinal 625 y un borde longitudinal 627. La hendidura circunferencial 645 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 619 en el extremo 611 y en el borde longitudinal 627. El borde longitudinal 623 y el borde longitudinal 625 están uno orientado hacia el otro en una dirección longitudinal del miembro parecido a un tubo de manera que definan los lados longitudinales del puente 615.

La dirección circunferencial I forma un ángulo 606 con la circunferencia 600. La dirección circunferencial J forma un ángulo 608 con la circunferencia 600. Los ángulos 606 y 608 están preferiblemente entre -10° y $+10^\circ$ grados, más preferiblemente entre -8° y $+8^\circ$ grados. Preferiblemente, los ángulos 606 y 608 tienen el mismo valor.

El miembro parecido a un tubo 61 tiene una hendidura circunferencial 6543 y una hendidura circunferencial 6545. La hendidura circunferencial 6543 tiene un extremo 657 y un extremo 6549. La hendidura circunferencial 6543 se extiende desde el extremo 657 hasta el extremo 6549 rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo en una dirección circunferencial K. De la misma forma, la hendidura circunferencial 6545 tiene un extremo 6511 y otro extremo, que no se muestra en la figura 5. La hendidura circunferencial 6545 se extiende desde el extremo 6511 hasta su otro extremo rodeando parcialmente el miembro parecido a un tubo 61 en una dirección circunferencial L. La dirección circunferencial K y la dirección circunferencial L son direcciones opuestas. El extremo 657, el extremo 611, el extremo 6511 y el extremo 67 están situados en la circunferencia 600. El extremo 657 y el extremo 6511 están dispuestos uno orientado hacia el otro. El miembro similar a un tubo 61 tiene un puente 6515 que se extiende longitudinalmente entre el extremo 657 y el extremo 6511.

El miembro parecido a un tubo 61 tiene una hendidura longitudinal 6517 y una hendidura longitudinal 6519 que están situadas longitudinalmente a lo largo del miembro parecido a un tubo 61 de manera que definan los lados del puente 6515.

La dirección circunferencial K forma un ángulo 614 con la circunferencia 600. La dirección circunferencial L forma un ángulo 612 con la circunferencia 600. Los ángulos 612 y 614 están preferiblemente entre -10° y $+10^\circ$ grados, más preferiblemente entre -8° y $+8^\circ$ grados. Preferiblemente, los ángulos 612 y 614 tienen el mismo valor.

La hendidura longitudinal 6517 comprende un borde longitudinal 6521 y un borde longitudinal 6523. La hendidura circunferencial 6543 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 6517 en el extremo 657 y en el borde longitudinal 6521. La hendidura longitudinal 6519 comprende un borde longitudinal 6525 y un borde longitudinal 6527. La hendidura circunferencial 6545 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 6519 en el extremo 6511 y en el borde longitudinal 6527. El borde longitudinal 6523 y el borde longitudinal 6525 están uno orientado hacia el otro en una dirección longitudinal del miembro parecido a un tubo 61 de manera que definan los lados longitudinales del puente 6515.

Los puentes 615 y 6515, preferiblemente, están situados en ubicaciones en el miembro parecido a un tubo 61 girados 180° uno alejado del otro en la circunferencia 600. Además, el par de puentes 615, 6515 está girado, preferiblemente, alrededor de 90° circunferencialmente con relación al par de puentes 15, 515.

5 Como se muestra en la figura 5, la hendidura circunferencial 6543 y la hendidura circunferencial 645 están superpuestas circunferencialmente, es decir, una parte de la hendidura circunferencial 6543 está situada adyacente a una parte de la hendidura circunferencial 645 como se ve en una dirección longitudinal, no obstante, sin que estas partes se enganchen entre sí. Una tira circunferencial 18 está presente entre estas partes de la hendidura circunferencial 6543 y la hendidura circunferencial 645.

10 Como también se muestra en la figura 5, la hendidura circunferencial 6545 y la hendidura circunferencial 643 están superpuestas circunferencialmente, es decir, una parte de la hendidura circunferencial 6545 está situada adyacente a una parte de la hendidura circunferencial 643 como se ve en una dirección longitudinal, no obstante, sin estas partes enganchándose entre sí. Una tira circunferencial 20 está presente entre estas partes de la hendidura circunferencial 6545 y la hendidura circunferencial 643.

15 La figura 6 muestra una vista esquemática en perspectiva del miembro parecido a un tubo de la figura 5 en una posición doblada.

En la figura 6, se han usado los mismos números de referencia que en las figuras 2A-5 para referirse a los mismos elementos.

20 Como se puede ver en la figura 6, cuando el miembro parecido a un tubo 61 se dobla a lo largo de un eje de flexión (que normalmente será el eje central 29), por ejemplo, las hendiduras circunferenciales 43, 513 pueden abrirse mientras que las hendiduras circunferenciales 45, 549 pueden cerrarse. Es decir, las partes 8 y 10 pueden girarse alrededor de los puentes 15 y 515. El lado del puente 15 definido por el borde longitudinal 23, es decir, el lado del puente 15 que está más cerca de la hendidura circunferencial 43, experimentará dos fuerzas longitudinales opuestas alejadas una de otra, es decir, una dirigida hacia la parte 8 y la otra dirigida hacia la parte 10, como se indica por las flechas M y N, respectivamente. Bajo el efecto de estas fuerzas M y N opuestas, debido a la elasticidad del puente 25 15, el puente 15 en su borde longitudinal 23 se expandirá longitudinalmente en tamaño. Por otra parte, el lado del puente 15 definido por el borde longitudinal 25, es decir, el lado del puente 15 que está más cerca de la hendidura circunferencial 45, experimentará dos fuerzas longitudinales opuestas una hacia otra, es decir, una dirigida desde la parte 8 hacia el centro del puente 15 y otra dirigida desde la parte 10 hacia el centro del puente 15, como se indica con las flechas O y P, respectivamente. Bajo el efecto de estas fuerzas O y P opuestas, debido a la elasticidad del 30 puente 15, el puente 15 en su borde longitudinal 25 se contraerá longitudinalmente. Un efecto similar ocurre en el puente 515.

35 De nuevo, los puentes 15, 515 se deberían diseñar de manera que cuando las hendiduras circunferenciales 45 y 549 justo se estén cerrando durante una acción de flexión, la tensión en el puente 15 permanezca dentro de sus tolerancias de tensión de manera que no se cause un estiramiento excesivo en los puentes 15, 515 y el material se dañe irreversiblemente. Por ejemplo, si una parte flexible 2 está diseñada para doblarse en un ángulo máximo de, por ejemplo, 6° (u otro valor), el puente 15 puede no romperse.

Las partes de flexión formadas por el resto de las hendiduras circunferenciales y las hendiduras longitudinales de la figura 2A-2B funcionan de una manera similar.

40 Dotando los respectivos miembros parecidos a un tubo 1, 31, 41, 51, 61 con las respectivas hendiduras circunferenciales 3, 5, 43, 45, 543, 545, 643, 645, 6543, 6545 y al menos una respectiva hendidura longitudinal 17, 19, 517, 519, 617, 619, 6517, 6519 que está conectada comunicativamente a la respectiva hendidura circunferencial 3, 5, 43, 45, 543, 545, 643, 645, 6543, 6545 en un extremo, se facilita enormemente la flexión del miembro parecido a un tubo 1, 31, 41, 51, 61 abriendo/cerrando las respectivas hendiduras circunferenciales 3, 5, 43, 45, 543, 545, 643, 645, 6543, 6545 y se reduce la tensión del material en los extremos de las hendiduras circunferenciales 3, 5, 45 43, 45, 543, 545, 643, 645, 6543, 6545 donde se tocan los respectivos puentes 15, 515, 615, 6515.

Además, la rigidez torsional de los miembros parecidos a un tubo 51, 61 se mejora debido a las tiras circunferenciales 12, 14, 18, 20. Es decir, como se ve en una dirección circunferencial, dos hendiduras circunferenciales parcialmente superpuestas dotan al miembro parecido a un tubo 51, 61 con la capacidad de abrirse a lo largo de casi 180° cuando el miembro parecido a un tubo está doblado, sin que el miembro parecido a un tubo 50 51, 61 que está dotado con una hendidura circunferencial se extienda a lo largo de casi 180° lo que debilitaría la construcción y reduciría la rigidez de torsión. La anchura y la longitud de las tiras circunferenciales 12, 14, 18, 20 se seleccionan de manera que los miembros parecidos a un tubo 51, 61 tengan una rigidez torsional deseada, que también depende del material usado. Además, la anchura y el grosor de las tiras circunferenciales 12, 14, 18, 20 se seleccionan de manera que tengan una cierta flexibilidad pero permanezcan dentro de su tolerancia a la tensión 55 durante la flexión máxima de la parte flexible 2. Por ejemplo, si una parte flexible 2 está diseñada para doblarse en un ángulo máximo de, por ejemplo, 6° (u otro valor) las tiras circunferenciales 12, 14, 18, 20 pueden no romperse.

ES 2 798 430 T3

Las figuras 7A-7D muestran otra realización no reivindicada de un miembro parecido a un tubo 71. El miembro parecido a un tubo 71 comprende varias características indicadas con signos de referencia ya usados en las figuras anteriores y que se refieren a las mismas características. Su explicación no se repetirá aquí.

5 Aquí, la parte flexible 2 comprende la hendidura circunferencial 3 que está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 17 a través de una hendidura intermedia curvada 22. Es decir, la hendidura intermedia curvada 22 tiene un extremo conectado al extremo 7 de la hendidura circunferencial 3 y otro extremo conectado a un extremo de la hendidura longitudinal 17.

10 De manera similar, la hendidura circunferencial 5 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 19 a través de una hendidura intermedia curvada 24. Es decir, la hendidura intermedia curvada 24 tiene un extremo conectado al extremo 11 de la hendidura circunferencial 5 y otro extremo conectado a un extremo de la hendidura longitudinal 19. Las hendiduras longitudinales 17 y 19 definen el puente 15.

15 Como se puede ver mejor en la figura 7B, que muestra una vista en 3D del miembro parecido a un tubo 71, la hendidura circunferencial 5, en su extremo 313, está conectada a una hendidura intermedia curvada 28 que conecta la hendidura circunferencial 5 a un extremo de la hendidura longitudinal 319. La figura 7B también muestra que la hendidura circunferencial 3, en su extremo 39, está conectada a una hendidura intermedia curvada 26 que conecta la hendidura circunferencial 3 a un extremo de la hendidura longitudinal 317.

Las hendiduras longitudinales 48 y 52 definen el puente 315. Los puentes 15 y 315, preferiblemente, están situados en ubicaciones en el miembro parecido a un tubo 71 que están girados circunferencialmente alrededor de 180°.

20 Preferiblemente, las hendiduras circunferenciales 3, 5 están situadas en la misma circunferencia 400 (no mostrada en las figuras 7A-7D).

Adyacente a las hendiduras circunferenciales 3, 5 y desplazadas en la dirección longitudinal está otro par de hendiduras circunferenciales 44, 30 de la segunda parte flexible 2'.

25 La hendidura circunferencial 44 está conectada comunicativamente a una hendidura longitudinal 38 a través de una hendidura intermedia curvada 42. Es decir, la hendidura intermedia curvada 42 tiene un extremo conectado a un extremo de la hendidura circunferencial 44 y otro extremo conectado a otro extremo de la hendidura longitudinal 38.

30 De manera similar, la hendidura circunferencial 30 está conectada comunicativamente a una hendidura longitudinal 34 a través de una hendidura intermedia curvada 32. Es decir, la hendidura intermedia curvada 34 tiene un extremo conectado a un extremo de la hendidura circunferencial 30 y otro extremo conectado a otro extremo de la hendidura longitudinal 34. Las hendiduras longitudinales 38 y 34 definen un puente 40. El puente 40 se sitúa, preferiblemente, en una ubicación en el miembro parecido a un tubo 71 girado alrededor de 90° circunferencialmente con relación al puente 15.

35 Como se puede ver mejor en la figura 7B, la hendidura circunferencial 44, en su otro extremo, está conectada a una hendidura intermedia curvada 46 que conecta la hendidura circunferencial 44 a un extremo de la hendidura longitudinal 48. La figura 7B también muestra que la hendidura circunferencial 30, en su otro extremo, está conectada a una hendidura intermedia curvada 54 que conecta la hendidura circunferencial 30 a un extremo de una hendidura longitudinal 52.

Las hendiduras longitudinales 317 y 319 definen un puente 50. Los puentes 40 y 50, preferiblemente, están situados en ubicaciones en el miembro parecido a un tubo 71 que están girados circunferencialmente alrededor de 180°.

Preferiblemente, las hendiduras circunferenciales 30, 44 están situadas en una misma circunferencia.

40 Seleccionando adecuadamente la geometría de las hendiduras en el miembro parecido a un tubo 71, la primera parte flexible 2 con las hendiduras 317, 26, 3, 22, 17, 19, 24, 5, 28, 319 se puede situar bastante cerca de la segunda parte flexible 2' con las hendiduras 38, 42, 44, 46, 48, 52, 54, 30, 32, 34. De este modo, se pueden lograr ángulos de flexión grandes, hasta 90°, en miembros pequeños parecidos a un tubo que tienen un diámetro de solamente unos pocos mm, por ejemplo, entre 0.5 y 3 mm, y una longitud entre 30 y 50 mm.

45 Las figuras 7C y 7D muestran diferentes vistas laterales del miembro parecido a un tubo 71.

50 La figura 8 muestra una realización no reivindicada de un miembro parecido a un tubo 81 que tiene los puentes 72, 74 alternativos. Los números de referencia similares se refieren a los mismos elementos que en otras figuras. La figura 8 muestra una vista lateral de la realización de las figuras 5 y 6 con los puentes alternativos. No obstante, tales puentes alternativos también se pueden aplicar en las otras realizaciones como se explica con referencia a la figura 2A-7D.

La figura 8 muestra cómo la hendidura circunferencial 45 termina en la hendidura longitudinal 19. No obstante, aquí la hendidura longitudinal 19 está conectada comunicativamente a una hendidura longitudinal 60 a través de una hendidura curvada 62 que puede tener forma de U. La hendidura circunferencial 43 termina en la hendidura longitudinal 17. No obstante, aquí la hendidura longitudinal 17 está conectada comunicativamente a una hendidura

longitudinal 56 a través de una hendidura curvada 58 que puede tener forma de U. De este modo, está presente un puente 72 que tiene forma de S reflejada. Por supuesto, la forma puede ser alternativamente igual a una forma de S. Alternativamente, la forma puede ser una forma de Z o una forma de Z reflejada.

5 La figura 8 también muestra cómo la hendidura circunferencial 645 termina en la hendidura longitudinal 619. No obstante, aquí la hendidura longitudinal 619 está conectada comunicativamente a una hendidura longitudinal 68 a través de una hendidura curvada 70 que puede tener una forma de U. La hendidura circunferencial 643 termina en la hendidura longitudinal 617. No obstante, aquí la hendidura longitudinal 617 está conectada comunicativamente a una hendidura longitudinal 64 a través de una hendidura curvada 66 que puede tener una forma de U. De este modo, se forma un puente 74. La forma del puente 74 puede tener una cualquiera de las formas tratadas
10 anteriormente con referencia al puente 72.

Se observa que un miembro parecido a un tubo que tiene puentes alternativos como se muestra en la figura 8 tiene un ángulo de flexión mucho mayor que las realizaciones con puentes longitudinales rectos únicos. Un miembro parecido a un tubo 81 con dos de tales puentes alternativos, situados 180° girados uno con relación al otro, y que tienen cuatro hendiduras circunferenciales 43, 45, 643, 645 se pueden doblar alrededor de un ángulo de flexión de hasta 20°, al menos hasta 15°. Así, la realización mostrada en la figura 8 se puede doblar alrededor de un ángulo de flexión de hasta 40. Esto es alrededor de 2 a 3 veces más que las realizaciones de las figuras 2A a 7D.
15

La figura 9 muestra una realización no reivindicada de un miembro parecido a un tubo 91 en donde la hendidura circunferencial 43 comprende una sección intermedia 82 y una hendidura circunferencial 45 comprende una sección intermedia 80. Las otras hendiduras circunferenciales pueden comprender también secciones intermedias. Números de referencia parecidos se refieren a los mismos elementos que en otras figuras. La figura 9 muestra una vista lateral de la realización de las figuras 5 y 6 con las secciones intermedias. No obstante, tales secciones intermedias también se pueden aplicar en las otras realizaciones, como se explica con referencia a la figura 2A-8. Primero, se explicará la estructura de las secciones intermedias. Después de eso, seguirá una explicación de la función de las secciones intermedias.
20

La figura 9 muestra cómo la hendidura circunferencial 45 termina en la hendidura longitudinal 19. No obstante, aquí la hendidura circunferencial 45 comprende la sección intermedia 80 que tiene una forma de U. La forma de U tiene dos lados largos paralelos conectados entre sí por un lado de la base. Ambos lados largos son curvos, preferiblemente de manera que la forma curvada de un lado largo coincida con una parte de un primer círculo. El segundo lado largo tiene una forma curvada que coincide preferiblemente con una parte de un segundo círculo. El primer y segundo círculos tienen preferiblemente un punto central común. Esto se implementa de la siguiente manera.
25
30

La sección intermedia 80 está dispuesta entre la hendidura longitudinal 19 y el extremo 513. La sección intermedia 80 está conectada comunicativamente a la hendidura circular 45 a través de una primera hendidura curvada 88. Además, la sección intermedia 80 está conectada comunicativamente a la hendidura circunferencial 45 a través de una segunda hendidura curvada 90. La primera hendidura curvada 88 puede tener la misma longitud o una longitud diferente que la segunda hendidura curvada 90. La primera hendidura curvada 88 puede ser más corta que la segunda hendidura curvada 90. La primera hendidura curvada 88 se extiende entre un primer extremo en la hendidura circunferencial 45 y un segundo extremo. La segunda hendidura curvada 90 se extiende entre un primer extremo en la hendidura circular 45 y un segundo extremo en donde el segundo extremo de la primera hendidura curvada 88 está conectado comunicativamente al segundo extremo de la segunda hendidura curvada 90 a través de una hendidura intermedia 92. La primera hendidura curvada 88 y la segunda hendidura curvada 90 están curvadas hacia el puente 15. Es decir, los lados cóncavos de la primera y segunda hendiduras curvadas están orientados hacia la hendidura longitudinal 19 del puente 15.
35
40

La primera hendidura curvada 88 puede extenderse entre su primer extremo y segundo extremo siguiendo el primer círculo en donde el primer círculo tiene como centro el punto central del puente 15 y como radio la longitud de un segmento que se extiende desde el punto central del puente 15 hasta el extremo de la primera hendidura curvada 88. La primera hendidura curvada 88 puede extenderse desde su primer extremo hasta su segundo extremo siguiendo el primer círculo en una primera dirección circular.
45

La segunda hendidura curvada 90 puede extenderse entre su primer extremo y segundo extremo siguiendo el segundo círculo en donde el segundo círculo tiene como centro el punto central del puente 15 y como radio la longitud de un segmento que se extiende desde el punto central del puente 15 hasta el extremo de la segunda hendidura curvada 90. La segunda hendidura curvada 90 puede extenderse desde su primer extremo hasta su segundo extremo siguiendo el segundo círculo en la misma primera dirección circular que la primera hendidura curvada 88.
50

Como se observa, la hendidura circunferencial 43 puede comprender también la sección intermedia 82. La sección intermedia 82 de la hendidura circunferencial 43 también puede tener una forma de U. La forma de U tiene dos lados largos paralelos conectados entre sí por un lado de la base. Ambos lados largos están curvados, preferiblemente de manera que la forma curvada de un lado largo coincida con una parte de un tercer círculo. El segundo lado largo
55

tiene una forma curvada que coincide preferiblemente con una parte de un cuarto círculo. El tercer y cuarto círculos preferiblemente tienen un punto central común. Esto se implementa de la siguiente manera.

5 La sección intermedia 82 está conectada comunicativamente a la hendidura circunferencial 43 a través de la tercera hendidura curvada 98. Además, la sección intermedia 82 está conectada comunicativamente a la hendidura circunferencial 43 a través de una cuarta hendidura curvada 100. La primera hendidura curvada se extiende entre un primer extremo en la hendidura 43 y un segundo extremo. La cuarta hendidura curvada 100 se extiende entre un primer extremo en la hendidura 43 y un segundo extremo en donde el segundo extremo de la tercera hendidura curvada 98 está conectado comunicativamente al segundo extremo de la cuarta hendidura curvada 100 a través de una hendidura intermedia 102. La tercera hendidura curvada 98 y la cuarta hendidura curvada 100 están curvadas hacia el puente 15.

15 La tercera hendidura curvada 98 puede extenderse entre su primer extremo y el segundo extremo siguiendo el tercer círculo que tiene como centro el punto central del puente 15 y como radio la longitud de un segmento que se extiende desde el punto central del puente 15 hasta el primer extremo. La tercera hendidura curvada 98 puede extenderse desde su primer extremo hasta su segundo extremo siguiendo el tercer círculo en una segunda dirección circular.

20 La cuarta hendidura curvada 100 puede extenderse entre su primer extremo y su segundo extremo siguiendo el cuarto círculo que tiene como centro el punto central del puente 15 y como radio la longitud de un segmento que se extiende desde el punto central del puente 15 al primer extremo de la cuarta hendidura curvada 100. La cuarta hendidura curvada 100 puede extenderse desde su primer extremo hasta su segundo extremo siguiendo el cuarto círculo en la misma segunda dirección circular que la tercera hendidura curvada 98.

25 La primera dirección circular en la que se extienden la primera y la segunda hendiduras curvadas de la primera sección intermedia 80 y la segunda dirección circular en la que se extienden la tercera y la cuarta hendiduras curvadas de la segunda sección intermedia 82 pueden ser direcciones circulares opuestas. Es decir, la primera sección intermedia 80 define una forma de U que encierra un primer labio que se extiende en la primera dirección circular, y la segunda sección intermedia 82 define una forma de U que encierra un segundo pasador que se extiende en la segunda dirección circular.

30 La primera hendidura curvada 88 de la primera sección intermedia 80 y la tercera hendidura curvada 98 de la segunda sección intermedia 82 pueden extenderse siguiendo el mismo círculo C_1 pero en direcciones opuestas de manera que el primer círculo y el tercer círculo sean los mismos círculos. Es decir, la distancia desde el punto central del puente 15 hasta el primer extremo de la primera hendidura curvada 88 es igual a la distancia desde el punto central del puente 15 hasta el primer extremo de la tercera hendidura curvada 98.

35 La segunda hendidura curvada 90 de la primera sección intermedia 80 y la cuarta hendidura curvada 100 de la segunda sección intermedia 82 pueden extenderse siguiendo el mismo círculo C_2 pero en direcciones opuestas de manera que el primer círculo y el tercer círculo sean los mismos círculos. Es decir, la distancia desde el punto central del puente 15 hasta el primer extremo de la segunda hendidura curvada 90 es igual a la distancia desde el punto central del puente 15 hasta el primer extremo de la cuarta hendidura curvada 100.

40 La figura 9 también muestra cómo las hendiduras circunferenciales 645 y 643, respectivamente, comprenden las secciones intermedias 94 y 96, respectivamente, que tienen una forma de U. Cada una de las secciones intermedias 94 y 96 se puede diseñar según una cualquiera de las disposiciones tratadas anteriormente con referencia a las secciones intermedias 80 y 82. La sección intermedia 94 está asociada con el puente 615 mostrado en la Fig. 5, y la sección intermedia 96 está asociada con el puente 6515 mostrado en la Fig. 5. Será evidente para los expertos en la técnica que, preferiblemente, cada puente 15, 515, 615, 6515 está asociado con dos secciones intermedias dispuestas en una dirección circular alrededor de sus respectivos centros, como las mostradas y explicadas con referencia a las secciones intermedias 80, 82.

45 Se observa que los pasadores 80, 82, 94, 96 no introducen ninguna fricción extra cuando el miembro parecido a un tubo está doblado alrededor de una bisagra porque están curvados y dispuestos en el círculo de rotación que se define por los centros de los respectivos puentes 15, 515, 615, 6515. Es decir, las secciones intermedias 80, 82, 94 y 96 están conformadas para formar canales igualmente curvados en los que pueden moverse libremente.

50 Se observa que el miembro parecido a un tubo que tiene las secciones intermedias 80, 82, 94 y 96 como se muestra en la figura 9 tiene una rigidez de par mejorada. La razón es de la siguiente manera. En las realizaciones explicadas anteriormente de las figuras 4-8, el miembro parecido a un tubo tiene una o más tiras circunferenciales, como 12, 18, que hacen que el miembro parecido a un tubo no tenga ninguna hendidura circunferencial totalmente continua. Tales tiras circunferenciales absorben las fuerzas de par causadas por los usuarios que intentan girar el miembro parecido a un tubo hasta que se deforman permanentemente o incluso se rompen. La tensión máxima que estas bandas circunferenciales pueden soportar determina la fuerza de rotación máxima permisible que se puede aplicar por un usuario.

No obstante, cuando un usuario intenta girar un miembro parecido a un tubo como se muestra en la realización de la figura 9, los pasadores 80, 82, 94, 96 pueden moverse en la dirección circunferencial a una distancia máxima de una

hendidura curvada 88, 90, 98, 100, y luego se bloquearán de cualquier movimiento circunferencial adicional. Así, la deformación elástica y la tensión en las tiras circunferenciales 12, 18 nunca excederán un cierto umbral que se determina por el diseño de las secciones intermedias 80, 82, 94, 96.

5 La figura 10 muestra una realización no reivindicada de un miembro parecido a un tubo 101 que tiene puentes alternativos. Los números de referencia parecidos se refieren a los mismos elementos que en otras figuras. La figura 10 muestra una vista lateral de la realización de la figura 8 con tales puentes alternativos. No obstante, tales puentes alternativos también se pueden aplicar en las otras realizaciones, como se explica con referencia a la figura 2A-7D y 9A-9B.

10 La figura 10 muestra la hendidura circunferencial 45. El término inclinado se usará aquí para indicar una dirección que forma un ángulo con la dirección longitudinal.

15 Aquí la hendidura circunferencial 45 termina en una primera hendidura inclinada 110 en donde la primera hendidura inclinada 110 está conectada comunicativamente a una segunda hendidura inclinada 112 a través de una hendidura curvada 114. Juntas, la primera hendidura inclinada 110, la segunda hendidura inclinada 112 y la hendidura curvada 114, preferiblemente, tienen una forma de U en la que la primera y segunda hendiduras inclinadas 110, 112 forman los lados largos y paralelos respectivos de la forma de U y la hendidura curvada 114 forma su lado de la base.

20 La hendidura circunferencial 43 termina en una tercera hendidura inclinada 116 en donde la tercera hendidura inclinada 116 está conectada comunicativamente a una cuarta hendidura inclinada 118 a través de una hendidura curvada 120. Juntas, la tercera hendidura inclinada 116, la segunda hendidura inclinada 118 y la hendidura curvada 120, preferiblemente, tienen una forma de U en la que la tercera y cuarta hendiduras inclinadas 116, 118 forman los lados largos y paralelos respectivos de la forma de U y la hendidura curvada 120 forma su lado de la base.

25 Preferiblemente, ambas formas de U están dispuestas en una orientación enganchada de manera que todas de la primera, segunda, tercera y cuarta hendiduras inclinadas están en paralelo, y la segunda hendidura inclinada 110 está situada en una línea central de la forma en U definida por la tercera hendidura inclinada 116, la cuarta hendidura inclinada 118 y la hendidura curvada 120, y la cuarta hendidura inclinada 118 está situada en una línea central de la forma en U definida por la primera hendidura inclinada 110, la segunda hendidura inclinada 112 y la hendidura curvada 114. Alternativamente, la forma puede ser una forma de Z inclinada o una forma de Z reflejada inclinada.

30 Se observa que un miembro parecido a un tubo que tiene puentes alternativos como se muestra en la figura 10 puede tener un ángulo de flexión mucho mayor que las realizaciones con puentes longitudinales. Como estará claro, el miembro parecido a un tubo 101 tendrá dos de tales puentes alternativos situados 180° girados uno con relación al otro. Luego, el miembro parecido a un tubo se puede doblar alrededor de los centros de estos dos puentes alternativos. El centro del puente 122 se indica con el signo de referencia 124 dado que la longitud total del puente 122 se puede hacer mucho más larga, preferiblemente de 2-10 veces, que la longitud de los puentes 15, 515, 615, 6515, las tensiones causadas doblando el miembro parecido a un tubo se distribuirán sobre una longitud de material mucho mayor.

35 Uno puede concebir la forma de S de la realización de la figura 10 como que tiene tres partes que se extienden en direcciones, posiblemente diferentes, que tienen una cierta inclinación relativa tanto a la dirección circunferencial como a la dirección longitudinal del miembro parecido a un tubo. Cuando un usuario desea girar el miembro parecido a un tubo, esta forma de S forma, por lo tanto, un bloqueo para la rotación relativa adicional de partes del miembro parecido a un tubo en lados opuestos de las hendiduras circunferenciales 43, 45 una vez que las hendiduras inclinadas 110, 112, 116, 118 están completamente presionadas juntas.

40 La figura 11 muestra una realización no reivindicada en 3D de un miembro parecido a un tubo 111 que tiene puentes 118, 170 alternativos idénticos al puente 122 alternativo de la figura 10 y las secciones intermedias 150, 152, 154, 156 idénticas a las secciones intermedias 80, 82 de la figura 9. Los números de referencia parecidos se refieren a los mismos elementos que en otras figuras y esos elementos no se explicarán de nuevo en la medida que sus funciones son las mismas que las de la figura 9. Todo lo que se ha dicho en referencia a las figuras 9 y 10, se puede aplicar a la figura 11.

45 En todos los miembros parecidos a un tubo 1, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111, todas las hendiduras longitudinales y las hendiduras inclinadas pueden ser hendiduras rectas con la misma anchura a lo largo de su longitud. En el miembro parecido a un tubo 71, las hendiduras longitudinales pueden tener la misma anchura que las hendiduras intermedias curvadas, es decir, pueden tener una desviación de anchura de menos del 20% o menos del 10%. En todos los miembros parecidos a un tubo 1, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111, las hendiduras circunferenciales pueden ser más anchas, por ejemplo, como máximo 2 veces más anchas, en su centro que en sus extremos. Usando solamente hendiduras, los miembros parecidos a un tubo se pueden hacer con un haz láser sin dejar ninguna parte de material suelta como resultado del corte por láser.

55 Los miembros parecidos a un tubo 1, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111 pueden ser un tubo cilíndrico. No obstante, el miembro parecido a un tubo puede tener otra sección transversal adecuada. Por ejemplo, el tubo hueco puede tener una sección transversal ovalada o elíptica o rectangular. El miembro parecido a un tubo está hueco, al menos

en la ubicación donde se proporciona la bisagra. Los miembros parecidos a un tubo 1, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111 comprenden una pared externa. La parte flexible está formada en la pared externa.

5 Los miembros parecidos a un tubo 1, 31, 41, 51, 61, 71, 81, 91, 101, 111 se pueden formar usando un material polimérico biocompatible adecuado, tal como poliuretano, polietileno, polipropileno u otros polímeros biocompatibles. El miembro parecido a un tubo puede estar hecho de cualquier otro material adecuado y/o de cualquier otra forma adecuada. Otros materiales adecuados pueden ser acero inoxidable, cobalto-cromo, aleación con memoria de forma, tal como Nitinol®, plástico, polímero, materiales compuestos u otro material curable.

10 Las hendiduras circunferenciales y longitudinales se pueden hacer por medio de cualquier técnica conocida de eliminación de material tal como grabado fotoquímico, prensado profundo, técnicas de astillado, no obstante, preferiblemente, mediante corte por láser. Todas las hendiduras están abiertas tanto al exterior como al interior del miembro parecido a un tubo.

15 Las hendiduras circunferenciales pueden tener cualquier longitud adecuada, según se requiera por la aplicación prevista. Las hendiduras circunferenciales en el mismo miembro parecido a un tubo pueden tener la misma longitud o diferentes longitudes. Las hendiduras circunferenciales tienen una longitud de menos de la mitad de la circunferencia externa del miembro parecido a un tubo. Preferiblemente, su longitud está entre el 25 y el 50%, más preferiblemente entre el 30 y el 45%, y lo más preferiblemente entre el 35 y el 40% de la circunferencia del miembro parecido a un tubo. Las hendiduras circunferenciales pueden tener cualquier anchura adecuada. Las hendiduras circunferenciales del mismo miembro parecido a un tubo pueden tener la misma anchura o diferentes anchuras. Las hendiduras circunferenciales pueden ser más estrechas junto a sus puntos finales y más anchas en su parte central.

20 Las hendiduras longitudinales y las hendiduras inclinadas también pueden tener cualquier longitud y anchura adecuadas, según se requiera por la aplicación prevista. Las hendiduras longitudinales y las hendiduras inclinadas de un miembro parecido a un tubo pueden tener longitudes y/o anchuras iguales o diferentes.

25 Variaciones en la fidelidad de flexión y torsión a lo largo de la longitud del miembro parecido a un tubo se pueden lograr variando la clasificación de durómetro de los materiales que se usan para moldear los diferentes segmentos. También, la flexibilidad del miembro parecido a un tubo se puede variar cambiando las dimensiones y ubicaciones de las hendiduras circunferenciales, las hendiduras longitudinales y las hendiduras inclinadas y/o variando los ángulos entre las hendiduras circunferenciales y la circunferencia radial.

30 La figura 12 muestra una vista esquemática de una estructura de equalizador de cuerda para explicar su forma de trabajar de principio. La estructura de equalizador de cuerda 500 de la figura 12 comprende un origen del punto de rotación 502, un primer punto de rotación 504 y un segundo punto de rotación 506 en donde el origen del punto de rotación 502 está unido a un primer cable 508 en donde el primer cable 508 se extiende desde el origen del punto de rotación 502 en una dirección R, el primer punto de rotación 504 está unido a un segundo cable 510 en donde el segundo cable 510 se extiende desde el primer punto de rotación 504 en una dirección S, y el segundo punto de rotación 506 está unido a un tercer cable 512 en donde el tercer cable 512 se extiende desde el segundo punto de rotación 506 en una dirección S, en donde la dirección R y la dirección S son direcciones opuestas. El origen del punto de rotación 502, el primer punto de rotación 504 y el segundo punto de rotación 506 están conectados por una barra rígida 514 en donde la barra rígida 514 se extiende desde el primer punto de rotación 504 hasta el segundo punto de rotación 506 en una dirección T en donde la dirección T y la dirección R son direcciones perpendiculares y en donde el origen del punto de rotación 502 es el punto medio de la barra rígida 514.

40 El segundo cable 510 y el tercer cable 512 pueden moverse en la dirección R y la dirección S, respectivamente. La barra rígida 514 puede girar alrededor del origen del punto de rotación 502. De esta forma, cuando hay una diferencia entre un movimiento de desplazamiento del segundo cable 510 y un movimiento de desplazamiento del tercer cable 512, la barra rígida 514 girará alrededor del origen del punto de rotación 502 para compensar la diferencia de movimiento de desplazamiento entre el segundo cable 510 y el tercer cable 512. Se añaden en el primer cable 508 las fuerzas de desplazamiento que se ejercen sobre el segundo cable 510 y el tercer cable 512.

50 En la figura 12 se puede ver que, cuando el segundo cable 510 se desplaza en la dirección S a lo largo de una distancia l_1 y el tercer cable 512 se desplaza en la misma dirección S a lo largo de una distancia l_2 en donde $l_2 - l_1 = \Delta l$, entonces la barra rígida 514 gira alrededor del origen del punto de rotación 502 a una nueva posición (mostrada con líneas discontinuas en la figura 12) con el fin de compensar la diferencia en el desplazamiento Δl entre el segundo cable 510 y el tercer cable 512.

55 La figura 13 muestra una vista desenrollada de una parte de un miembro cilíndrico intermedio de un instrumento según la invención en el que se usa el principio de tal equalizador de cuerda. Este miembro cilíndrico intermedio es parte de un instrumento parecido a un tubo más grande, por ejemplo, un instrumento quirúrgico como se describe y revela en el documento EP 2 273 911 B1. Las figuras 1A y 1B resumen esa técnica anterior y se han descrito anteriormente.

En algunas realizaciones del instrumento mostrado en la figura 1B, hay una necesidad de hacer las tiras 228, 230 pequeñas y flexibles incluso más flexibles. Uno podría hacerlo así dividiendo estas tiras 228, 230 pequeñas y flexibles en la dirección longitudinal tal como para hacer dos (o más) tiras secundarias.

En otras realizaciones del instrumento mostrado en la figura 1B, hay una necesidad de hacer las tiras 228, 230 pequeñas y flexibles más resistentes, de manera que no se rompan fácilmente, pero sin perder flexibilidad. Uno podría hacerlo así añadiendo una tira pequeña y flexible extra a cada una de estas tiras 228, 230 pequeñas y flexibles en la dirección longitudinal tal como para hacer dos (o más) tiras secundarias.

5 Las dos tiras secundarias tienen preferiblemente una misma anchura en la dirección tangencial del instrumento. Estas dos tiras secundarias entonces se unen de nuevo a la parte 224 que tiene una anchura mayor en la dirección tangencial del instrumento. En el instrumento real, la sección transversal tangencial de la parte 224 y las dos tiras secundarias tienen la forma de una parte circular. Como se puede entender, durante la operación del instrumento que se describe en el documento EP 2 273 911 B1, el instrumento se dobla alrededor del eje longitudinal central del
10 instrumento en la ubicación de las dos tiras secundarias flexibles. En la mayoría de los casos, estas dos tiras secundarias no se doblarán simétricamente causando un movimiento longitudinal mutuo de las dos tiras secundarias una con relación a la otra. Esto causa diferentes desplazamientos de las dos tiras secundarias, dando como resultado el desprendimiento de una de ellas de la parte 224. En vista de esto, hay una necesidad de aumentar aún más la flexibilidad o aumentar aún más la resistencia de las partes 228, 230 mientras que al mismo tiempo se evita este efecto.
15

El miembro cilíndrico intermedio 440 de la figura 13 tiene una primera parte extrema rígida 260 y una segunda parte extrema rígida 262. El miembro cilíndrico intermedio 440 está formado por una serie de elementos longitudinales 242 en los que cada elemento longitudinal 242 está compuesto por tres partes 244, 246 y 248, y dos secciones de conexión 250, 454. El miembro cilíndrico intermedio 440 comprende preferiblemente tres o más elementos
20 longitudinales 242. La primera parte 244 está unida a la segunda parte 246 a través de una sección de conexión 250. La segunda parte 246 está unida a la tercera parte 248 a través de una sección de conexión 454. En la segunda parte 246 coincidiendo con una parte rígida intermedia del instrumento (véase la figura 1A), cada par de elementos longitudinales 242 adyacentes pueden tocarse entre sí en la dirección tangencial de modo que, de hecho, solamente esté presente un hueco estrecho entre los mismos justo el suficiente para permitir un movimiento longitudinal independiente de cada elemento longitudinal 242.
25

En las otras dos partes 244 y 248 cada elemento longitudinal consta de una tira 254, 256 relativamente pequeña y flexible como se ve en la dirección circunferencial, de modo que haya un hueco sustancial entre cada par de tiras adyacentes. La tira 254 tiene una hendidura longitudinal 258 que se extiende desde la primera parte rígida 260 hasta la primera sección de conexión 250. De este modo, la tira 254 tiene dos tiras secundarias paralelas 266, 270. La
30 hendidura 258, que preferiblemente resulta del corte por láser, es tan pequeña que, en uso, las tiras secundarias 266, 270 a menudo pueden tocarse entre sí. De manera similar, la tira 256 tiene una hendidura longitudinal 264 que se extiende desde la segunda parte rígida 262 hasta la sección de conexión 454. De este modo, la tira 256 tiene dos tiras secundarias paralelas 268, 272. La hendidura 264, que preferiblemente resulta del corte por láser, es tan pequeña que, en uso, las tiras secundarias 268, 272 a menudo pueden tocarse entre sí. La anchura de las tiras secundarias 266, 270 y las tiras secundarias 268, 272 pueden ser iguales.
35

Cada tira 254, 256 puede estar dotada con una serie de levas (no mostradas en la figura 13), que se extienden en la dirección circunferencial del instrumento y puenteando casi completamente el hueco con la siguiente tira adyacente, de manera que funcionen como separadores. Las levas pueden tener cualquier forma. Detalles adicionales de tales levas, o separadores, se pueden derivar a partir del documento EP 2 273 911 B1, pero también a partir del
40 documento WO2017082720.

Aunque la figura 13 muestra una realización con dos partes simétricas 244 y 248 conectadas a la parte 246 a través de las secciones de conexión 250, 454, respectivamente, el miembro cilíndrico intermedio 440 puede tener solamente una parte 248 conectada a la parte 246 a través de la segunda sección de conexión 454.

45 El miembro cilíndrico intermedio 440 también comprende las secciones de conexión 452, 284 en donde la sección de conexión 284 conecta la parte 246 a la parte 244 y la sección de conexión 452 conecta la parte 246 a la parte 248. La sección de conexión 454 se explicará en detalle.

El miembro cilíndrico intermedio 440 comprende un puente 414 que une la parte 246 a la sección de conexión 454. El puente 414 está definido por dos hendiduras longitudinales 410, 412 que se extienden longitudinalmente en al menos una de la parte 246 y la sección de conexión 454.

50 La sección de conexión 454 comprende una abertura 476 que tiene forma de media luna y está rodeada de tiras secundarias curvas 490, 492. El lado convexo de la abertura 476 está orientado hacia la parte 248 y la hendidura longitudinal 264 está conectada comunicativamente a la abertura 476 en la parte media de su lado convexo. La abertura 476 está delimitada además por un lado recto perpendicular a la dirección longitudinal y que está orientada hacia el lado cóncavo de la abertura 476. La sección de conexión 454 comprende también las hendiduras 402 y 404
55 que se extienden longitudinalmente respectivamente desde cada extremo del lado recto de la abertura 476 en la dirección de la parte 246 y están rodeadas en un lado respectivamente por las tiras secundarias curvadas 490, 492. La sección de conexión 454 comprende además las hendiduras circunferenciales 406 y 408, que se extienden en una dirección circunferencial, y ambas hendiduras longitudinales 410 y 412, que se extienden longitudinalmente. Las hendiduras circunferenciales 406, 408 están conectadas comunicativamente respectivamente en uno de sus

extremos a las hendiduras longitudinales 410, 412 y en el otro de sus extremos al hueco que está presente entre las partes 246 adyacentes. Cuando las hendiduras longitudinales 410, 412 se extienden tanto en la parte 246 como en la sección de conexión 454, las hendiduras circunferenciales 406, 408 terminan, preferiblemente, en una parte media de las mismas, respectivamente.

5 Los lados de las hendiduras 410 y 412 definen los bordes del puente 414 que se extienden en la dirección longitudinal. La distancia entre las hendiduras 410 y 412 es menor que la distancia entre las hendiduras 402 y 404. Además, las hendiduras 410, 412 son parcialmente paralelas en una dirección longitudinal con las hendiduras 402 y 404, tal como para definir los puentes 416 y 418. Es decir, la hendidura 402 y la hendidura 410 definen los lados del puente 416, mientras que la hendidura 404 y la hendidura 412 definen los lados del puente 418.

10 La disposición de la figura 13 también actúa como un ecualizador de cuerda como el mostrado en la figura 12. Dotando la disposición de la figura 13 con el puente 414, se mejora la flexibilidad de la unión de la parte 246 a la sección de conexión 454 en la dirección tangencial del instrumento. El centro del puente 414 en la figura 13 actúa como el origen del punto de rotación 502 de la figura 12, en donde el primer punto de rotación 504 está situado en la parte recta que está conectada a la tira secundaria curvada 490 y rodea la hendidura 402, y en donde el segundo punto de rotación 506 está situado en la parte recta que está conectada a la tira secundaria curvada 492 y rodea la hendidura 402 de manera que cuando hay una diferencia en un movimiento de desplazamiento entre la tira secundaria 268 y tira secundaria 272, la estructura de ecualizador de cuerda en la sección de conexión 454 gira alrededor del centro del puente 414 y compensa la diferencia en el desplazamiento entre la tira secundaria 268 y la tira secundaria 272. Preferiblemente, el primer punto de rotación 504 y el segundo punto de rotación 506 están situados en dichas partes rectas tan cerradas al centro del puente 414 como sea posible.

La sección de conexión 452 funciona de una manera similar a como se ha explicado con referencia a la sección de conexión 454. Además, el miembro cilíndrico intermedio 440 puede tener secciones de conexión 250, 284 similares entre la parte 246 y la parte 242.

25 La figura 14 muestra una vista en 3D de una realización según la figura 13. Números de referencia parecidos se refieren a los mismos elementos que en la figura 13. Todo lo que se ha explicado en relación con la figura 13 se aplica a la figura 14. El miembro cilíndrico intermedio 440 comprende 8 secciones de conexión 454 como las descritas con relación a la figura 13. La figura 14 también muestra separadores en forma de M como se explica en detalle en el documento WO2017/082720.

30 La figura 15 muestra una vista desplegada de una parte de un miembro cilíndrico intermedio 540 que comprenden los separadores 554, 556, 574, 576 según otra realización de la invención. Los separadores de la figura 15 tienen la misma función que los separadores de la figura 14. No obstante, los separadores de la figura 15 difieren de los separadores de la figura 14 tanto en forma como en la manera en que se cortan en el miembro cilíndrico intermedio 540. Como se puede ver en la figura 15, los separadores 554, 556, 574, 576 tienen una forma de U en donde una de las patas de la U es más corta que la otra, mientras que los separadores de la figura 14 tienen una forma de M. También, los separadores de la figura 15 se forman en el miembro cilíndrico intermedio 540 cortando hendiduras delgadas en el material. De esta forma, el proceso de fabricación es muy eficiente en la medida que cualquier material suelto después de cortar la forma de U desaparecerá por sí mismo.

40 El elemento cilíndrico intermedio 540 de la figura 16 comprende los elementos longitudinales 542, 544, 678, 680. El elemento cilíndrico intermedio 540 comprende además las hendiduras longitudinales 546, 548, 550, 552. La hendidura longitudinal 546 y la hendidura longitudinal 550 definen los lados del elemento longitudinal 542. La hendidura longitudinal 548 y la hendidura longitudinal 552 definen los lados del elemento longitudinal 544. La hendidura longitudinal 548 define un lado del elemento longitudinal 678.

45 Los elementos longitudinales 542, 678 están separados por los separadores 554, 556. El separador 554 está definido por una hendidura circunferencial 558, una hendidura longitudinal 560 y una hendidura circunferencial 562 en donde la hendidura circunferencial 558 se extiende en una dirección circunferencial X desde la hendidura longitudinal 550 hacia el elemento longitudinal 678 y en donde la hendidura circunferencial 558 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 550. La hendidura longitudinal 560 está conectada comunicativamente a la hendidura circunferencial 558 y se extiende desde la hendidura circunferencial 558 en una dirección longitudinal Y. La hendidura circunferencial 562 está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal 560 y se extiende desde la hendidura longitudinal 560 hacia la segunda hendidura longitudinal 550 en una dirección circunferencial opuesta a la dirección circunferencial X. La hendidura circunferencial 562 no está conectada a la segunda hendidura longitudinal 550 de manera que se define un puente 564 entre el extremo de la hendidura circunferencial 562 y la segunda hendidura longitudinal 550. La distancia entre la segunda hendidura longitudinal 550 y la hendidura longitudinal 560 del separador 554 es preferiblemente mayor que la distancia entre esa hendidura longitudinal 560 y la primera hendidura longitudinal 548 que define el elemento longitudinal 544 adyacente. La distancia entre la segunda hendidura longitudinal 550 y la hendidura longitudinal 560 del separador 544 puede ser al menos 1.5 veces la distancia entre esa hendidura longitudinal 560 y la primera hendidura longitudinal 548 que define el elemento longitudinal 544 adyacente.

La hendidura circunferencial 558 del separador puede ser 1.5 veces más larga que la hendidura circunferencial 562. La hendidura longitudinal 560 puede ser 0.5 - 10 veces más grande que la hendidura circunferencial 558.

El elemento cilíndrico intermedio 540 puede tener cualquier número de separadores.

5 La figura 16 muestra una vista desenrollada de una parte de un miembro cilíndrico intermedio 640 que comprende separadores alternativos 644, 646, 674, 676 según otra realización de la invención. Números de referencia parecidos se refieren a los mismos elementos que en la figura 15.

10 La principal diferencia entre los separadores de la realización de la figura 15 y los separadores alternativos de la realización de la figura 16 es que los separadores alternativos de la realización de la figura 17 están definidos además por una hendidura en forma de U invertida 680 en donde la hendidura en forma de U invertida 680 está conectada comunicativamente a la hendidura circunferencial 562 en el extremo de una de las patas de la hendidura en forma de U invertida 680. La hendidura en forma de U invertida 680 está orientada de manera que el extremo de la otra pata de la forma de U invertida está orientada hacia la hendidura longitudinal 560 y el lado convexo de la forma de U invertida está orientada hacia la segunda hendidura longitudinal 550.

15 La figura 17 muestra una vista en 3D de la realización según la figura 16. Números de referencia parecidos se refieren a los mismos elementos que en las figuras 15-16. Todo lo que se ha explicado en relación con la figura 16 se aplica a la figura 17. El miembro cilíndrico intermedio 640 comprende 8 elementos longitudinales separados por separadores como los descritos con relación a la figura 16.

20 En todos los miembros cilíndricos intermedios 242, 440, 540, 640, todas las hendiduras longitudinales pueden ser hendiduras rectas con una anchura igual a lo largo de su longitud. En el miembro cilíndrico intermedio 640, las hendiduras longitudinales y las hendiduras circunferenciales pueden tener la misma anchura que las hendiduras en forma de U, es decir, pueden tener una desviación de anchura de menos del 20% o menos del 10%. En los miembros cilíndricos intermedios 242, 440, las hendiduras circunferenciales pueden ser más anchas, por ejemplo, como máximo 2 veces más anchas, en uno de sus extremos que en su otro extremo. Usando solamente hendiduras, los miembros cilíndricos intermedios 242, 440, 540, 640 se pueden hacer con un haz láser sin dejar partes sueltas de material como resultado del corte por láser.

30 Los miembros cilíndricos intermedios 242, 440, 540, 640 pueden ser un miembro cilíndrico. No obstante, el miembro cilíndrico intermedio puede tener otra sección transversal adecuada. Por ejemplo, el miembro cilíndrico intermedio puede tener una sección transversal ovalada o elíptica o rectangular. El miembro cilíndrico intermedio puede estar completamente o parcialmente hueco. Los miembros cilíndricos intermedios 242, 440, 540, 640 comprenden una pared externa.

35 Los miembros cilíndricos intermedios 242, 440, 540, 640 se pueden formar usando un material polimérico biocompatible adecuado, tal como poliuretano, polietileno, polipropileno u otros polímeros biocompatibles. Los miembros cilíndricos intermedios 242, 440, 540, 640 pueden estar hechos de cualquier otro material adecuado y/o de cualquier otra forma adecuada. Otros materiales adecuados pueden ser acero inoxidable, cobalto-cromo, aleación con memoria de forma, tal como Nitinol®, plástico, polímero, materiales compuestos u otro material curable.

Las hendiduras circunferenciales, longitudinales y las hendiduras en forma de U se pueden hacer por medio de cualquier técnica conocida de eliminación de material, tal como grabado fotoquímico, prensado profundo, técnicas de astillado, no obstante, preferiblemente mediante corte por láser. Todas las hendiduras están abiertas tanto al exterior como al interior de los miembros cilíndricos intermedios.

40 Las hendiduras longitudinales, las hendiduras circunferenciales y las hendiduras en forma de U pueden tener cualquier longitud y anchura adecuadas, según se requiera por la aplicación prevista. Las hendiduras longitudinales, las hendiduras circunferenciales y las hendiduras en forma de U de un miembro cilíndrico intermedio pueden tener longitudes y/o anchuras iguales o diferentes.

45 Los ejemplos y realizaciones descritos en la presente memoria sirven para ilustrar en lugar de limitar la invención. Los expertos en la técnica serán capaces de diseñar realizaciones alternativas sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Los signos de referencia colocados entre paréntesis en las reivindicaciones no se interpretará que limitan el alcance de las reivindicaciones. Elementos descritos como entidades separadas en las reivindicaciones o la descripción se puede implementar como un único o múltiples elementos de hardware combinando las características de los elementos descritos.

50 Se ha de entender que la invención está limitada por las reivindicaciones anexas solamente. En este documento y en sus reivindicaciones, el verbo "comprender" y sus conjugaciones se usan en su sentido no limitativo para querer decir que están incluidos los elementos que siguen a la palabra, sin excluir elementos no mencionados específicamente. Además, la referencia a un elemento mediante el artículo indefinido "un" o "una" no excluye la posibilidad de que esté presente más de uno del elemento, a menos que el contexto requiera claramente que haya uno y solamente uno de los elementos. El artículo indefinido "un" o "una" generalmente significa "al menos uno".

55

REIVINDICACIONES

1. Un miembro cilíndrico (440) que comprende una primera parte extrema rígida (260), una segunda parte extrema rígida (262) y una pluralidad de elementos longitudinales (242) en donde cada uno de la pluralidad de elementos longitudinales (242) se extiende desde la primera parte extrema rígida (260) hasta la segunda parte extrema rígida (262), en donde al menos uno de los elementos longitudinales (242) comprende una primera parte (248), una segunda parte (246) y una sección de conexión (454), en donde la sección de conexión (454) conecta la primera parte (248) y la segunda parte (246), en donde la primera parte (248) es más delgada que la segunda parte (246), en donde el elemento longitudinal (242) en la primera parte (248) comprende una tira longitudinal (256), en donde la tira longitudinal (256) comprende una hendidura longitudinal (264) que se extiende desde la segunda parte rígida (262) hasta la sección de conexión (454) y dividiendo la tira longitudinal (256) en dos tiras secundarias paralelas (268, 272), en donde la sección de conexión (454) comprende una estructura de ecualizador de cuerda que comprende un puente (414), un primer cable y un segundo cable, en donde el primer cable está conectado a una de las dos tiras secundarias paralelas (268, 272) y el segundo cable está conectado a la otra de las dos tiras secundarias paralelas (268, 272), en donde el puente conecta la segunda parte (246) al primer cable y al segundo cable, en donde la estructura de ecualizador de cuerda comprende un primer punto de rotación, un segundo punto de rotación y un tercer punto de rotación, en donde el primer punto de rotación está situado en el puente (414), el segundo punto de rotación se sitúa en el primer cable y el tercer punto de rotación se sitúa en el segundo cable de manera que cuando hay una diferencia de desplazamiento longitudinal entre el primer cable y el segundo cable, la estructura de ecualizador de cuerda gira alrededor del primer punto de rotación para compensar la diferencia de desplazamiento longitudinal entre el primer cable y el segundo cable.
2. El miembro cilíndrico (440) según la reivindicación 1, en donde la sección de conexión (454) comprende además dos tiras de forma curvada (490, 492) en donde las dos tiras de forma curvada (490, 492) rodean una abertura (476) en donde la abertura (476) está conectada comunicativamente a la hendidura longitudinal (264), en donde el puente (414) está conectado a las dos tiras de forma curvada (490, 492), en donde las dos tiras de forma curvada (490, 492) están conectadas respectivamente a las dos tiras secundarias paralelas (268, 272), y en donde los lados cóncavos de las dos tiras de forma curvada (490, 492) están dispuestos uno orientado hacia el otro y rodeando la abertura (476) de manera que las dos tiras de forma curvada (490, 492) definan los lados de la abertura (476).
3. El miembro cilíndrico (440) según la reivindicación 2, en donde la abertura (476) comprende una forma de media luna, en donde el lado convexo de la forma de media luna de la abertura está orientada hacia la primera parte (248) de manera que la hendidura longitudinal (264) está conectada comunicativamente a la abertura en su lado convexo, y la abertura está delimitada además por un lado recto perpendicular a la dirección longitudinal en donde el lado recto está orientado hacia el lado cóncavo de la abertura.
4. El miembro cilíndrico (440) según la reivindicación 3, en donde la sección de conexión (454) comprende además una primera hendidura (402) y una segunda hendidura (404) en donde la primera hendidura (402) y la segunda hendidura (404) se extienden longitudinalmente respectivamente desde cada extremo del lado recto de la abertura hacia la segunda parte (246).
5. El miembro cilíndrico (440) según la reivindicación 4, que comprende además dos hendiduras longitudinales (410, 412) en donde las dos hendiduras longitudinales (410, 412) se extienden longitudinalmente en al menos una de la segunda parte (246) y la sección de conexión (452) de manera que los lados de las dos hendiduras longitudinales (410, 412) definan los bordes del puente (414).
6. El miembro cilíndrico (440) según la reivindicación 5, en donde la sección de conexión (452) comprende además dos hendiduras circunferenciales (406, 408), en donde las dos hendiduras circunferenciales (406, 408) se extienden en una dirección circunferencial y están conectadas comunicativamente respectivamente en uno de sus extremos a hendiduras longitudinales (410, 412) y en el otro de sus extremos a un hueco que está presente entre dos segundas partes (246) adyacentes.
7. El miembro cilíndrico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el miembro cilíndrico tiene ocho elementos longitudinales (242).
8. El miembro cilíndrico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la anchura del puente (414) está en el intervalo de 1.5 -2.5 veces la anchura de la tira (256) y preferiblemente la anchura del puente (414) es dos veces la anchura de una de las dos tiras secundarias (268, 272) paralelas.
9. El miembro cilíndrico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las dos tiras secundarias paralelas (268, 272) tienen la misma anchura.
10. El miembro cilíndrico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el miembro cilíndrico tiene una de una sección transversal circular, ovalada, elíptica y rectangular.
11. El miembro cilíndrico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, hecho de al menos uno del siguiente conjunto de materiales:

un material polimérico biocompatible, incluyendo poliuretano, polietileno o polipropileno,

acero inoxidable,

cobalto-cromo,

aleación con memoria de forma tal como Nitinol®,

5 plástico,

polímero,

materiales compuestos, u

otro material curable

10 12. El miembro cilíndrico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las hendiduras circunferenciales y/o las hendiduras longitudinales resultan de una técnica de eliminación de material que incluye al menos una de grabado fotoquímico, prensado profundo, técnicas de astillado y corte por láser.

13. Un instrumento para aplicaciones endoscópicas o similares que comprende un miembro cilíndrico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

Fig. 1A

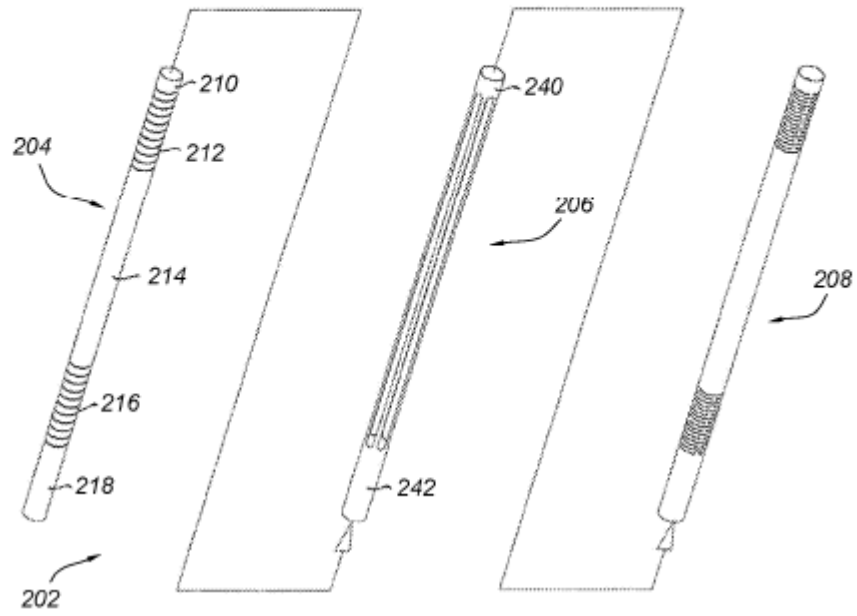
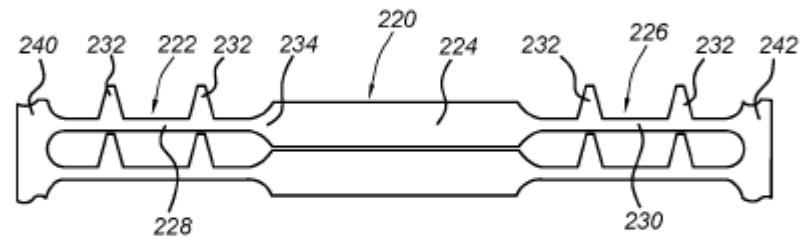


Fig. 1B



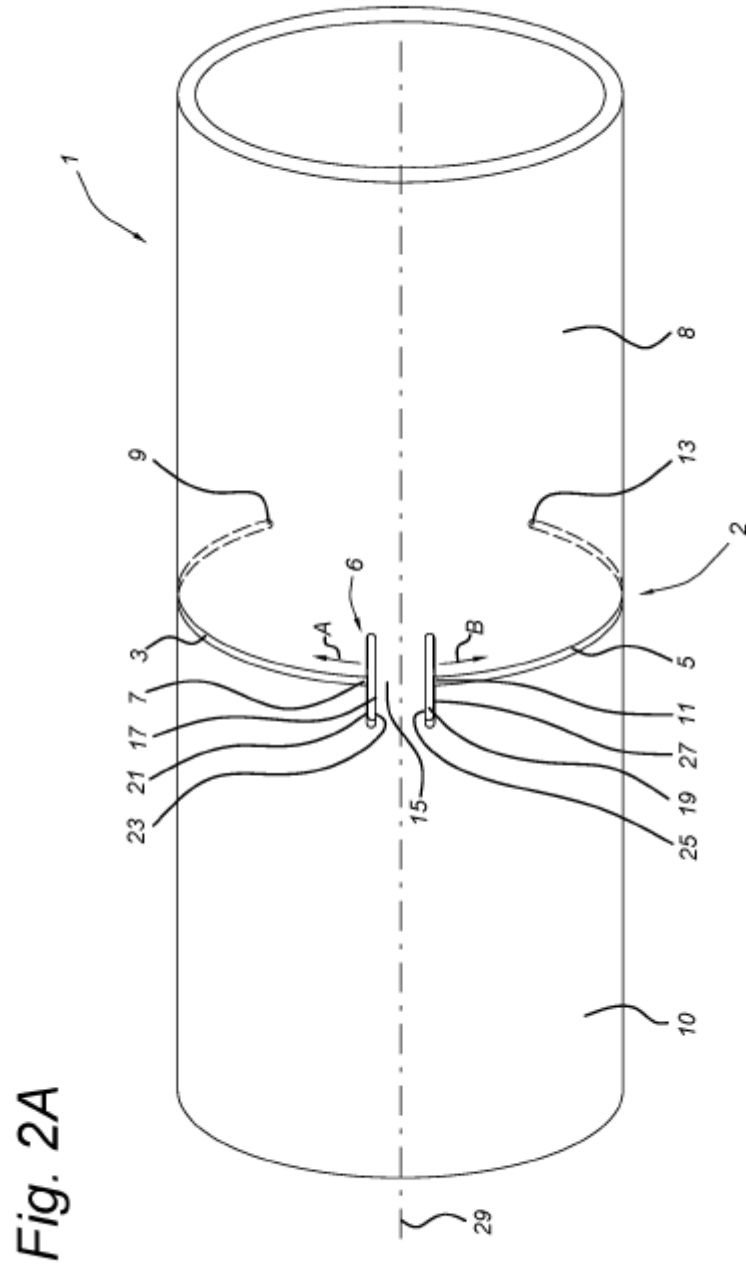


Fig. 2A

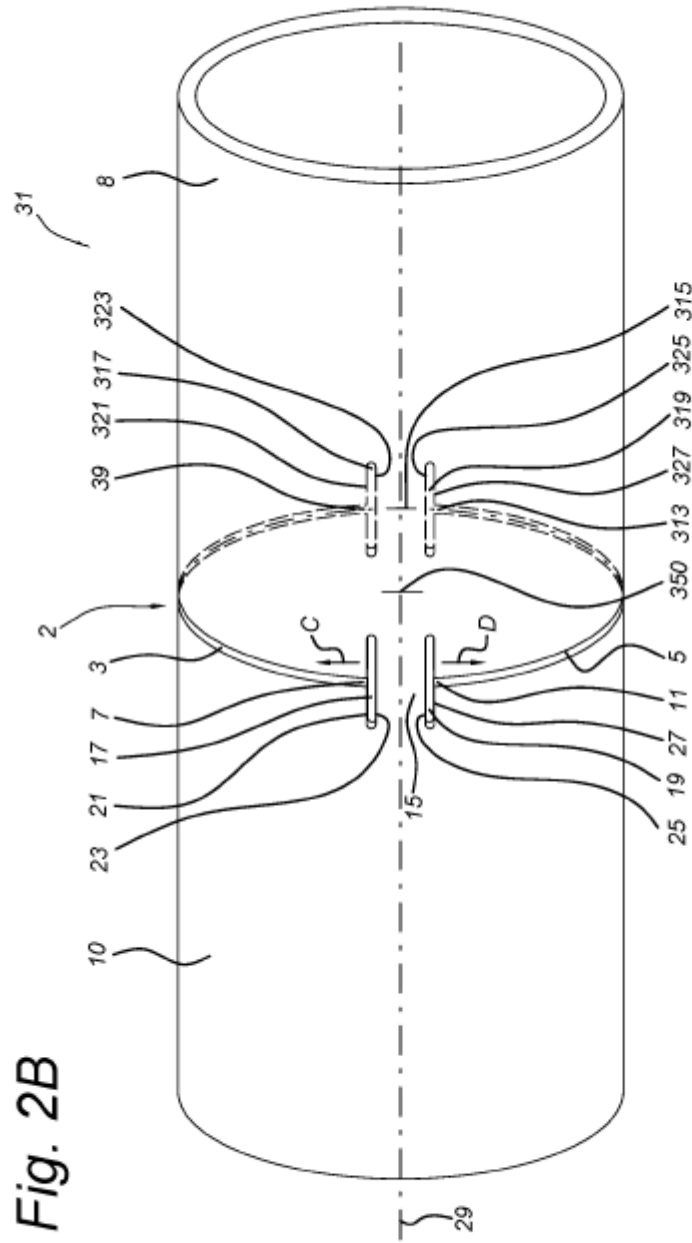
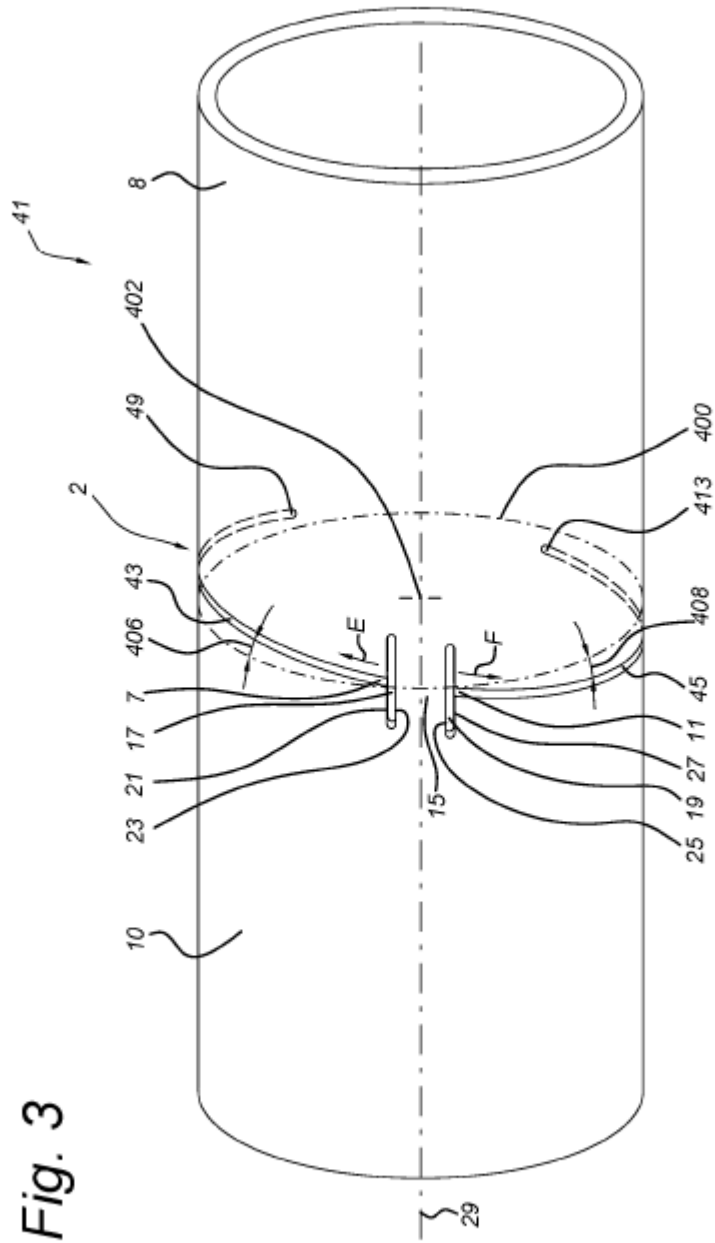
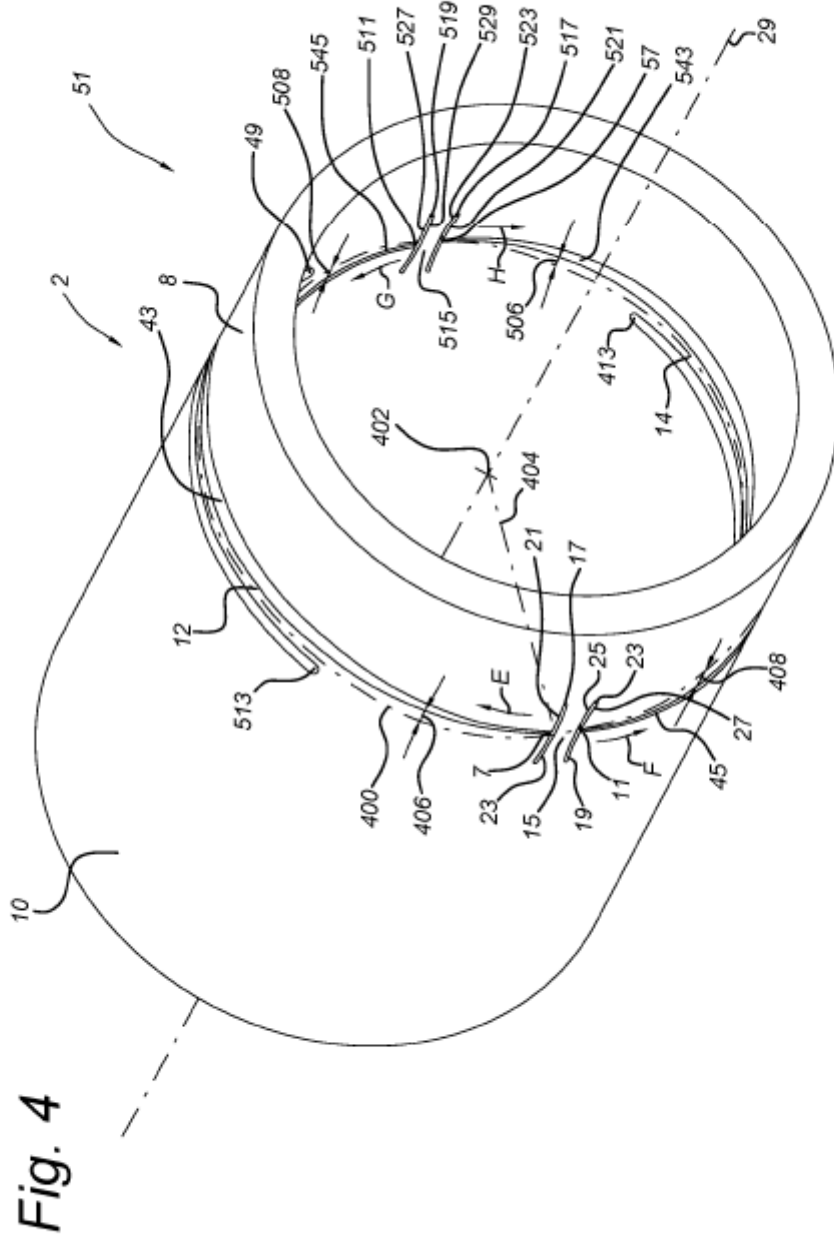


Fig. 2B





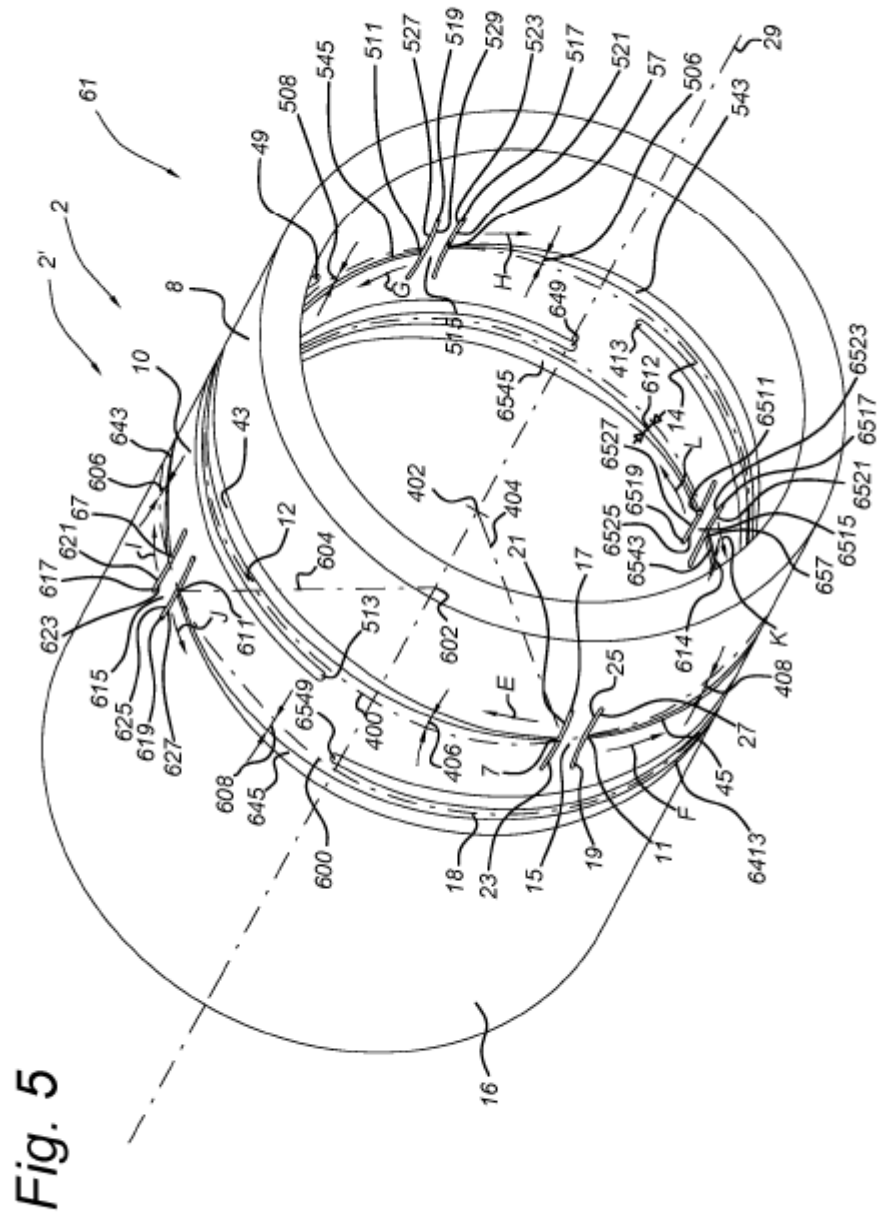


Fig. 5

Fig. 6

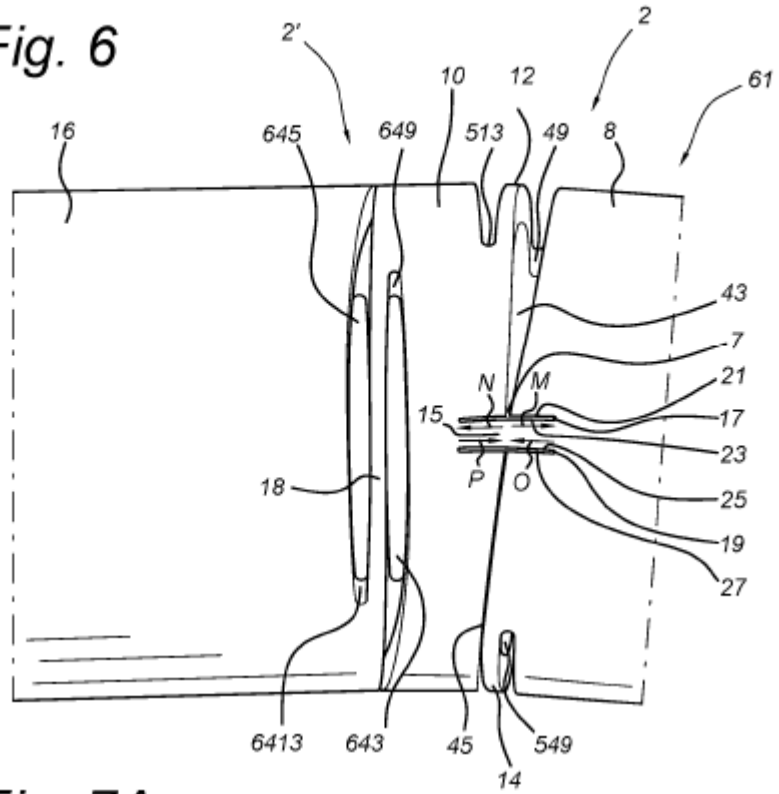


Fig. 7A

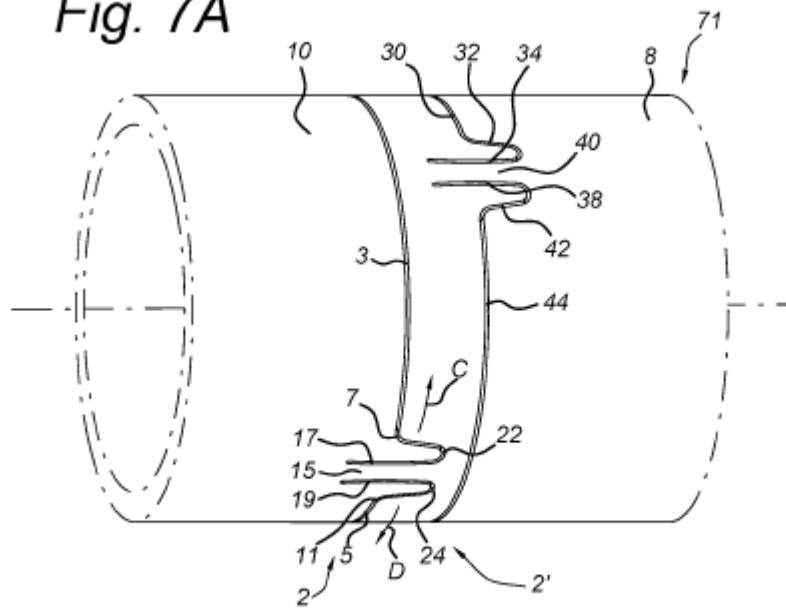


Fig. 7B

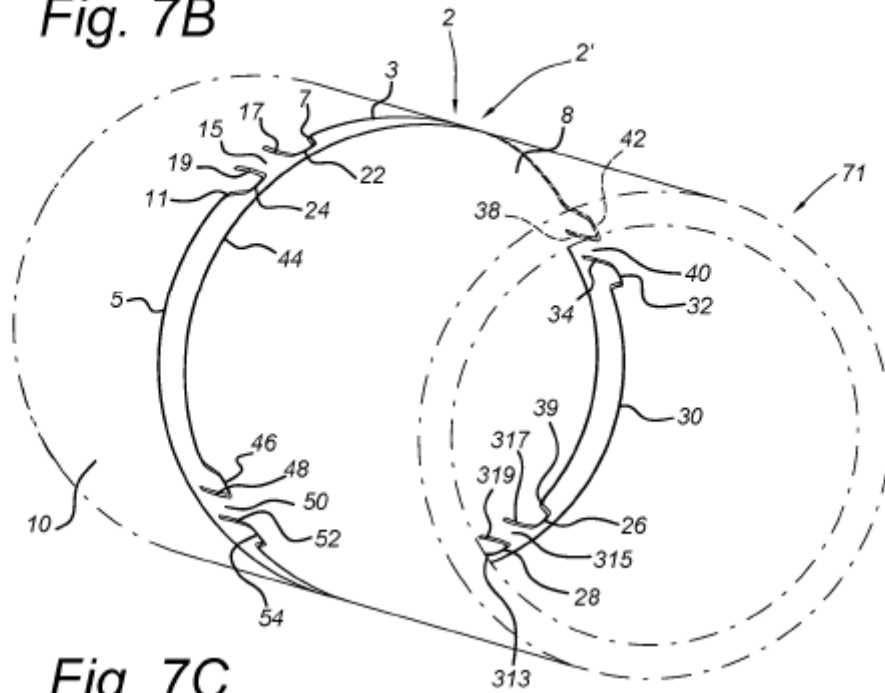


Fig. 7C

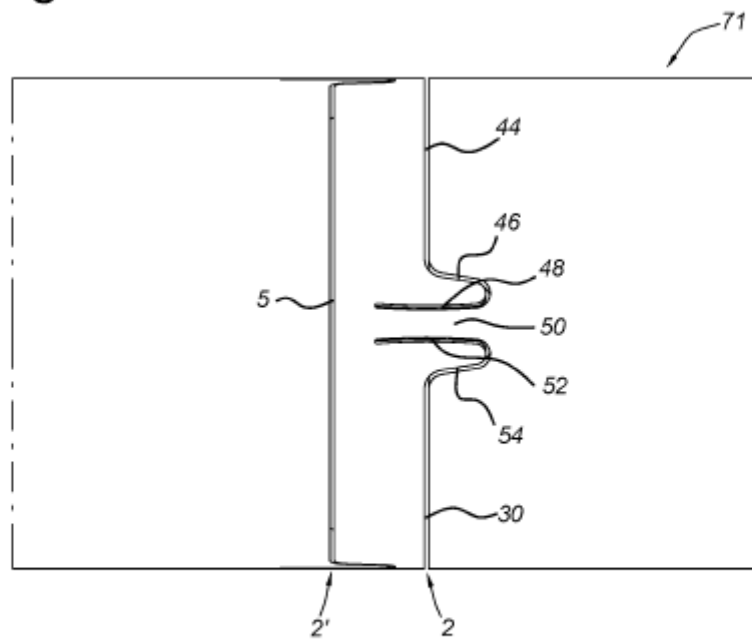


Fig. 7D

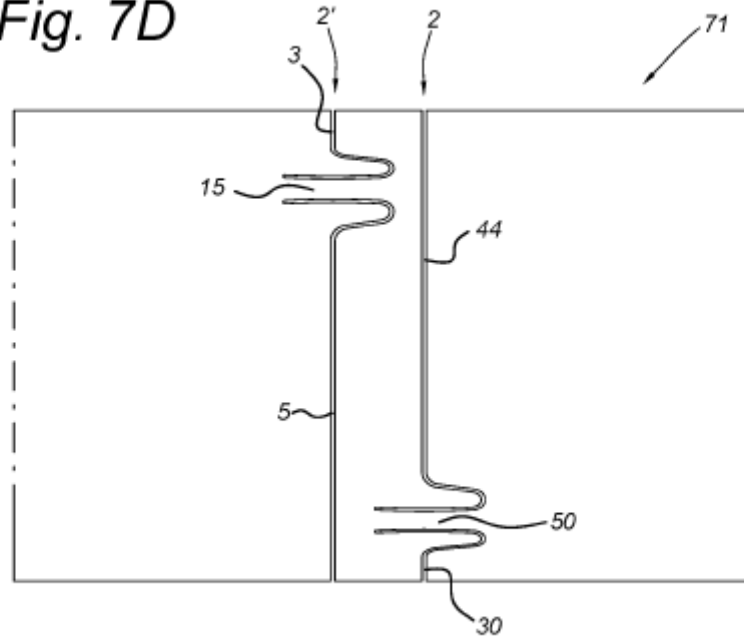


Fig. 8

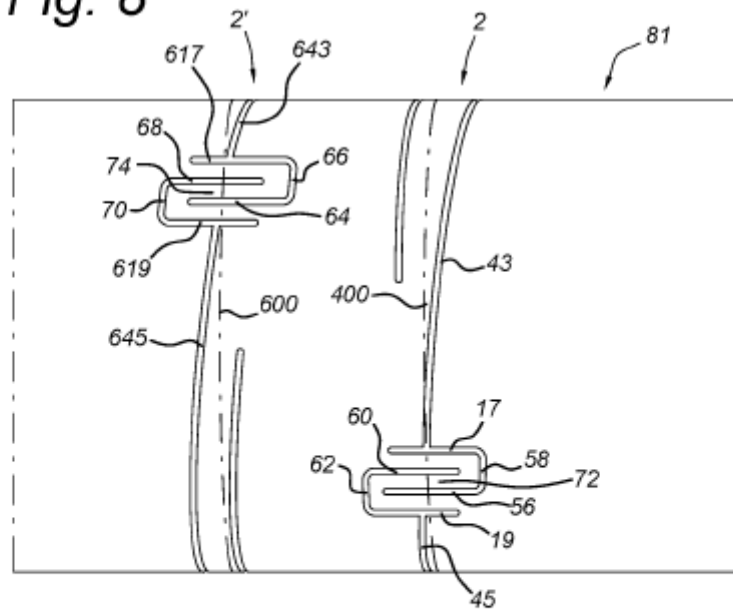


Fig. 9

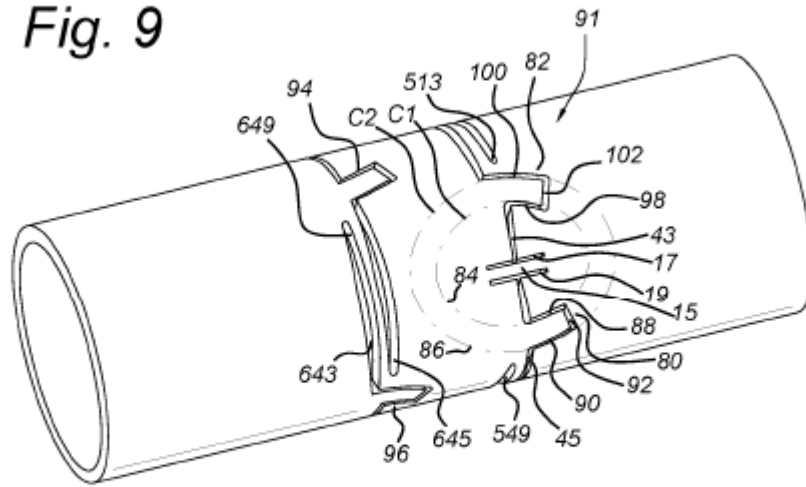
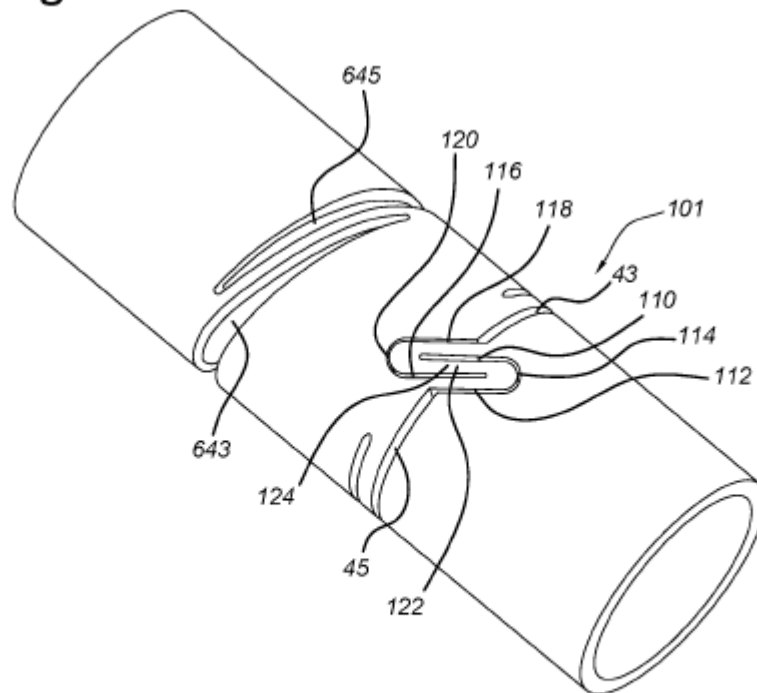


Fig. 10



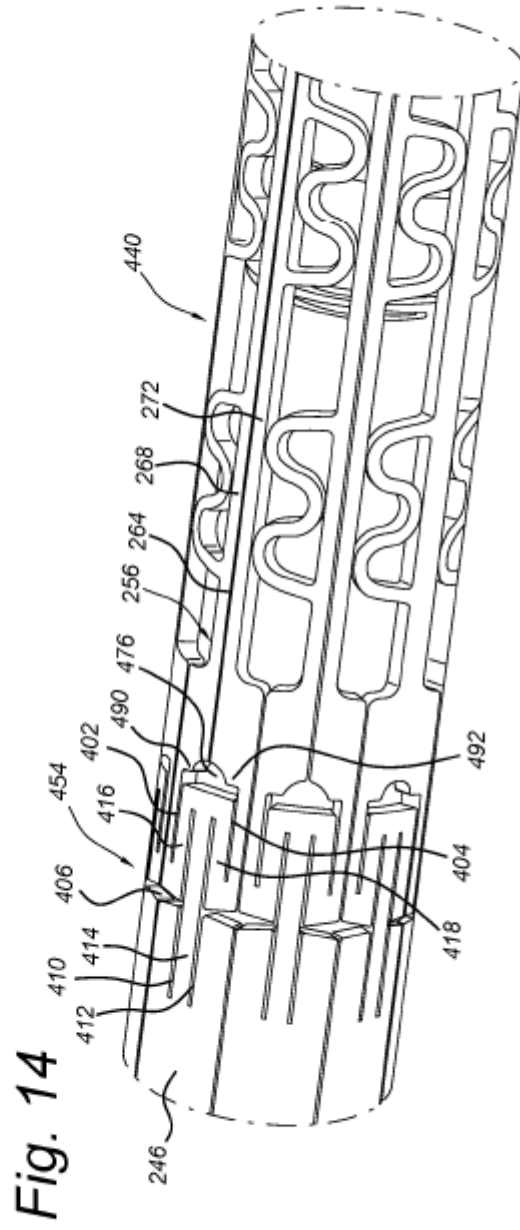
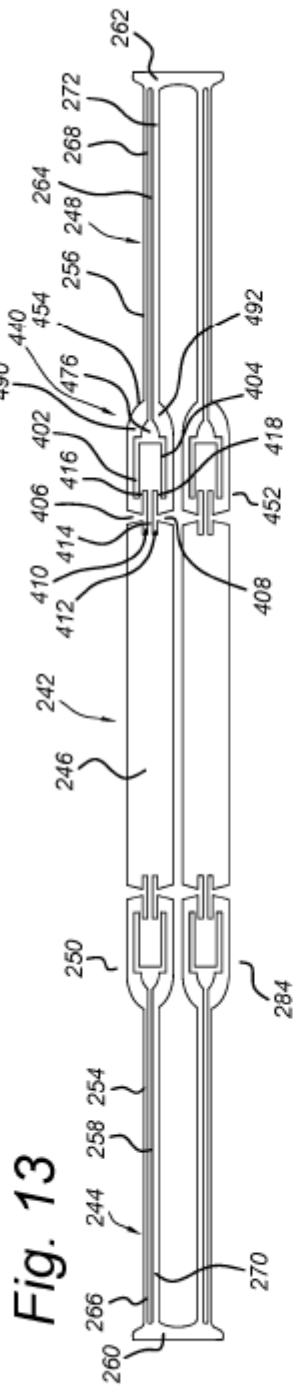


Fig. 15

