

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 942 282**

51 Int. Cl.:

A61M 60/13 (2011.01)
A61M 60/148 (2011.01)
A61M 60/237 (2011.01)
A61M 60/414 (2011.01)
A61M 60/808 (2011.01)
A61M 60/81 (2011.01)
A61M 60/825 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.10.2014** **E 16190456 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2023** **EP 3127563**

54 Título: **Bomba, en particular bomba para sangre**

30 Prioridad:

01.11.2013 EP 13191304

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.05.2023

73 Titular/es:

ECP ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT MBH
(100.0%)
Neuenhofer Weg 3
52074 Aachen, DE

72 Inventor/es:

SCHECKEL, MARIO y
DECKE, ROBERT

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 942 282 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

Bomba, en particular bomba para sangre

- 5 La invención se encuentra en el campo de la mecánica, la ingeniería de precisión y la tecnología de materiales y se refiere a una bomba o disposición de bomba, en particular una bomba para sangre.

10 En el estado de la técnica, se conocen bombas con un extremo proximal y un extremo distal, así como una carcasa de bomba dispuesta entre ellos, un árbol de accionamiento dispuesto en un espacio interior de la carcasa de bomba a lo largo de una dirección longitudinal, un elemento de transporte dispuesto en el árbol de accionamiento, así como una cánula o un catéter dispuesto proximal a la carcasa de bomba. Tales bombas a menudo presentan un árbol de accionamiento flexible, de modo que las bombas también pueden conducirse a lugares de difícil acceso y desarrollar allí su efecto de bombeo. Un ejemplo es una bomba para sangre, que se inserta, por ejemplo, a través de la arteria femoral a través del cayado aórtico en el ventrículo izquierdo del corazón y permanece en la región de la válvula aórtica. En el extremo proximal de la bomba, es decir, por ejemplo, en el extremo del árbol de accionamiento que queda fuera del cuerpo, la bomba puede conectarse a un motor que acciona el árbol de accionamiento y, por lo tanto, el elemento de transporte dispuesto en el árbol de accionamiento, que está dispuesto ahora, por ejemplo, en el ventrículo izquierdo. Esto permite que la sangre se bombee desde el ventrículo hacia la aorta.

20 En el caso de bombas de este tipo, también se sabe que la carcasa de bomba está configurada de tal manera que puede llevarse al menos parcialmente a la cánula o al catéter cuando se somete a una fuerza que actúa hacia el extremo proximal de la bomba. Esto significa que, mediante la aplicación de una fuerza de tracción en la región del extremo proximal del árbol de accionamiento, por ejemplo, la carcasa de bomba puede empujarse hacia la cánula y, por lo tanto, pasar de un estado expandido con una mayor extensión radial a un estado comprimido, con una menor extensión radial. Esta transferencia es particularmente útil antes de insertar o extraer la bomba dentro o fuera del cuerpo, ya que el diámetro reducido de la carcasa de bomba facilita la navegación del extremo distal de la bomba dentro del cuerpo humano y, en particular, asegura un paso mínimamente invasivo a través de la piel. En este sentido la carcasa de bomba está hecha principalmente de metal, como un metal con memoria de forma. Pueden utilizarse otros materiales para la carcasa de bomba, siempre que soporten esfuerzos mecánicos durante la compresión y la expansión y que cumplan con las normas médico-higiénicas.

Además, no es raro en bombas de este tipo que el elemento de transporte, tal como un rotor, comprenda al menos un segmento plegable o flexible, por ejemplo, en forma de pala de rotor. Un ejemplo de un rotor de este tipo se explica, por ejemplo, en el documento US 13/261,565.

35 Con respecto a la carcasa de bomba, se hace referencia, por ejemplo, al documento US 13/146,452. Además, se hace referencia al documento US 13/261,256.

40 Otro estado de la técnica relevante se divulga, por ejemplo, en los documentos EP2047872 A1, US2013/204362 A1, US2013/177409 A1 y WO2011/003043 A1.

45 Al diseñar la carcasa de bomba, se ha demostrado que es posible crear una sección que, en el estado expandido de la carcasa de bomba, se enrolla a modo de hélice alrededor del eje longitudinal a lo largo de un eje longitudinal que discurre a lo largo del árbol de accionamiento y alrededor de este eje longitudinal, visto desde el extremo proximal al distal de la bomba. En este sentido, sin embargo, por una estructura que discurre en forma helicoidal o a modo de hélice, en particular un puntal a modo de hélice o helicoidal, no se entiende que esta deba rodear completamente el eje longitudinal. Esto también incluye secciones parciales de una espiral que forman únicamente un segmento parcial de una espiral alrededor del eje longitudinal, es decir, también puede hablarse de un puntal curvo que esencialmente sigue el curso de una espiral alrededor del eje longitudinal en una sección parcial.

50 En el desarrollo de bombas de este tipo, los inventores reconocieron que una interacción ventajosa entre la carcasa de bomba, el árbol de accionamiento y el elemento de transporte es útil para crear una bomba para sangre eficiente que pueda implantarse durante un período de tiempo más largo.

55 Este objetivo se consigue por medio de una bomba de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

60 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, las estructuras que discurren en forma helicoidal o una estructura que discurre en forma helicoidal (singular) están configuradas de manera que cuando la carcasa de bomba se lleva del estado expandido al comprimido, un momento de torsión dirigido en contra de una primera dirección actúa sobre el segmento plegable. En este sentido debe mencionarse que en esta solicitud a menudo se habla de un momento de torsión que actúa en el sentido de las agujas del reloj o en el sentido contrario. Estrictamente hablando, esto no hace referencia al momento de torsión sino a la dirección de la fuerza que genera el momento de torsión. El momento de torsión es el producto vectorial del vector de ubicación radial dirigido hacia afuera desde un eje longitudinal y la fuerza generadora y, por lo tanto, discurre perpendicular a la fuerza generadora. Entonces, si se escribe sobre un momento de torsión que discurre en el sentido de las agujas del reloj, se trata más bien de un momento de torsión que discurre paralelo al eje longitudinal. Sin embargo, en aras de la simplicidad y una mejor orientación, la dirección del momento

de torsión se equipara a menudo a la dirección de la fuerza generadora, incluso si esto no corresponde a la definición física.

5 La sección que comprende las estructuras que discurren en espiral forma preferentemente solo una sección parcial limitada de la carcasa de bomba. Esta sección hace que la carcasa de bomba desarrolle un momento de torsión cuando se introduce en la cánula, que se dirige contra la dirección del devanado helicoidal. El rotor, debido a su forma y a sus segmentos flexibles o plegables, tiene tendencia a enrollarse alrededor del árbol de accionamiento en una dirección particular a medida que se comprime la carcasa. Dado que el momento de torsión surge cuando se comprime la carcasa, esto también puede actuar sobre el segmento plegable y así, por ejemplo, llevar consigo el segmento
10 plegable en una dirección de plegado predeterminada para él.

Esto significa que el momento de torsión aplicado por la carcasa de bomba ayudará a que el segmento flexible se pliegue naturalmente alrededor del árbol de accionamiento, lo que contrarrestará el daño al rotor.

15 En una primera forma de realización del primer aspecto, el segmento plegable del elemento de transporte está configurado de tal manera que el momento de torsión está orientado en la misma dirección que la dirección de giro del elemento de transporte para transportar un fluido desde el extremo distal al extremo proximal de la bomba. En otras palabras, la primera dirección en la que discurren las estructuras helicoidales es opuesta a la rotación del elemento de transporte durante el funcionamiento cuando el fluido se transporta desde el extremo distal al extremo proximal de la bomba si los segmentos flexibles del elemento de transporte están configurados de manera correspondiente. Sorprendentemente, se ha demostrado que de esta manera es posible tanto una mejora en la eficiencia de la bomba como pueden reducirse posibles daños a la carcasa de bomba.

25 En otra forma de realización, el segmento plegable del elemento de transporte está creado de manera que el momento de torsión está orientado en la misma dirección que la dirección de giro del elemento de transporte y la dirección de despliegue del al menos un segmento plegable discurre además en la primera dirección durante el despliegue. Esto significa que la dirección de giro del elemento de transporte cuando se transporta el fluido desde el extremo distal al proximal es opuesta a la dirección de despliegue del rotor.

30 En otra variante, el segmento plegable del elemento de transporte puede estar configurado de tal manera que el momento de torsión sea opuesto a una dirección de giro del elemento de transporte para transportar un fluido desde el extremo distal al proximal de la bomba.

35 En otra forma de realización, la dirección de despliegue del al menos un segmento plegable cuando se despliega está en una dirección opuesta a la primera dirección.

En otra forma de realización, la carcasa de bomba está hecha de un material con memoria de forma. En este sentido, la carcasa de bomba puede estar hecha, por ejemplo, de nitinol.

40 En otra forma de realización, está previsto que la temperatura de "acabado austenítico" (A_f) de la carcasa de bomba se sitúe por debajo de la temperatura corporal de una persona sana, en particular por debajo de 30 °C y en particular por debajo de la temperatura ambiente, es decir, por debajo de 20 °C. Sorprendentemente se ha demostrado que en esta temperatura A_f puede mejorarse la estabilidad y la longevidad de la carcasa. Esto se aplica en particular si la temperatura A_f está por debajo de la temperatura ambiente.

45 En otra forma de realización, la carcasa de bomba comprende una sección que aloja la bomba y una sección proximal dispuesta proximal a la sección que aloja la bomba, reduciéndose el diámetro interior de la sección proximal de un diámetro de la sección que aloja la bomba en el estado expandido de la carcasa de bomba hacia un extremo proximal de la sección proximal. Una carcasa de bomba de este tipo simplifica la aspiración en la cánula y la respalda debido a la forma de la carcasa de bomba. En la bomba de acuerdo con la invención, las estructuras helicoidales comprenden
50 puntales helicoidales dispuestos en la sección proximal.

En otra forma de realización, las estructuras helicoidales están dispuestos tanto en la sección proximal como en la sección que aloja la bomba.

55 En una forma de realización adicional, la carcasa de bomba comprende una sección distal adicional dispuesta distal a la sección que aloja la bomba, cuyo diámetro interior se reduce preferentemente desde un diámetro de la sección que aloja la bomba en el estado expandido de la carcasa de bomba hacia un extremo distal de la sección distal.

60 Esto permite una protección mejorada del rotor, ya que el árbol de accionamiento puede estar apoyado por otro cojinete, por ejemplo, en la región del diámetro interior reducido de la sección distal.

En otra forma de realización, las estructuras helicoidales también están dispuestas en la sección distal. A este respecto, las estructuras helicoidales pueden enrollarse o bobinarse en sentido contrario a la primera dirección. En esta forma de realización, las estructuras helicoidales soportan la formación de un momento de torsión tanto en la sección proximal como en la distal, que se introduce a lo largo de toda la carcasa de bomba entre las secciones
65

proximal y distal, pero el momento de torsión únicamente en la región de las secciones proximal y distal provoca una flexión o torsión de los elementos helicoidales. En una variante, las estructuras helicoidales en las áreas proximal y distal están configuradas de tal manera que el momento de torsión está orientado en la misma dirección proximal y distal y/o los momentos de torsión proximal y distal son esencialmente de la misma magnitud. En una analogía, esto es comparable a envolver un caramelo en una envoltura de caramelo, siendo posible desenvolver el caramelo del papel sujetando y tirando de ambos extremos al mismo tiempo. Esto impide que el árbol de accionamiento, por ejemplo, se tuerza y proteja el árbol de accionamiento contra daños.

En otra forma de realización, el árbol de accionamiento está apoyado alternativa o adicionalmente en una región de un extremo proximal de la carcasa de bomba.

En un segundo aspecto de la invención, una dirección de despliegue del al menos un elemento flexible cuando la carcasa de bomba se lleva del estado comprimido al expandido en contra de la dirección de giro del elemento de transporte cuando se transporta un fluido desde el extremo distal al extremo proximal de la bomba está configurada independientemente de las estructuras helicoidales. En este caso, al igual que en el primer aspecto de la invención, por la dirección de despliegue debe entenderse el movimiento del extremo radialmente exterior del segmento del elemento de transporte.

Otro aspecto de la invención comprende una carcasa de bomba, un árbol de accionamiento dispuesto en un espacio interior de la carcasa de bomba a lo largo de un eje longitudinal, así como un elemento de transporte dispuesto en el árbol de accionamiento. La carcasa de bomba comprende al menos una sección que aloja la bomba y una sección proximal dispuesta proximal a la sección que aloja la bomba, en donde la carcasa de bomba puede trasladarse de un estado comprimido a un estado expandido en una dirección radial que discurre transversalmente a la dirección longitudinal. El árbol de accionamiento está apoyado en un cojinete proximal en la región del extremo proximal de la carcasa de bomba.

En este tercer aspecto de la invención, el árbol de accionamiento está configurado de tal manera que una rigidez a la flexión del árbol de accionamiento en la región de la sección proximal de la carcasa de bomba y distal al cojinete proximal se corresponde con una rigidez a la flexión de la sección proximal de la carcasa de bomba. De esta manera, en caso de una flexión, la carcasa de bomba y el elemento de transporte están montados esencialmente de forma concéntrica entre sí dentro de la sección que aloja la bomba. En otras palabras, la línea de flexión de la carcasa de bomba en la sección proximal está armonizada con la línea de flexión del eje flexible en la región de la sección proximal, de modo que un momento de flexión que actúa en el extremo distal de la carcasa de bomba induce una flexión similar tanto en la carcasa como en el árbol. Esto evita que el rotor choque con la carcasa de bomba debido a la diferente rigidez a la flexión y pueda destruir la carcasa de bomba o el propio rotor. Durante el funcionamiento de la bomba, el movimiento del corazón que late o del paciente puede generar momentos de flexión o fuerzas que pueden dañar el rotor o la carcasa de bomba si no se adaptan la rigidez de flexión o los momentos de flexión.

En una variante, la rigidez a la flexión de la sección proximal de la carcasa de bomba es más blanda con respecto a la de la sección que aloja la bomba. En la región de la sección proximal, el árbol flexible también es más blando con respecto a una sección de árbol en la sección de la carcasa que aloja la bomba.

La rigidez a la flexión de la carcasa de bomba en la sección proximal puede verse influida, por ejemplo, por estructuras helicoidales. En un ejemplo de realización, las estructuras helicoidales crean un área elástica que absorbe las cargas mecánicas alternas debido a los momentos de flexión que actúan de manera diferente. A este respecto en una variante está previsto que las estructuras helicoidales estén dispuestas simétricamente alrededor del eje longitudinal. De esta manera, las estructuras helicoidales forman un área helicoidal que presenta un efecto de resorte. Este efecto de resorte permite controlar la rigidez a la flexión deseada. En particular, la rigidez a la flexión deseada puede ajustarse mediante el ángulo o el curso en espiral de las estructuras helicoidales. Para garantizar la resistencia a la fatiga de la carcasa de bomba, en una variante la distorsión local máxima en cualquier punto de la carcasa de bomba es inferior al 2 %.

En otra forma de realización, la carcasa de bomba también comprende una sección distal a la sección que aloja la bomba, en donde el árbol de accionamiento está apoyado en un cojinete distal en la región del extremo distal de la carcasa de bomba y una rigidez a la flexión del árbol de accionamiento en la región de la sección distal y proximal a la sección distal está adaptada a una rigidez a la flexión de la sección distal de tal modo que, en el caso de una flexión de la carcasa de bomba, el elemento de transporte está dispuesto esencialmente concéntrico dentro de la sección que aloja la bomba. En este sentido, por ejemplo, el árbol de accionamiento también puede estar apoyado en la región del extremo distal de la bomba, de modo que el árbol de accionamiento quede sujeto entre un cojinete proximal y uno distal. Dado que el árbol de accionamiento presenta una rigidez a la flexión en la región de la sección distal y proximal de la carcasa de bomba que corresponde a una rigidez a la flexión de la carcasa de bomba en la sección proximal o distal, es posible garantizar el apoyo esencialmente concéntrico del rotor en la carcasa de bomba.

En otra forma de realización, la carcasa de bomba está configurada de tal manera que está adaptada con una rigidez de un catéter, por ejemplo, en el extremo distal o proximal de la región de bomba. Si el catéter es demasiado rígido, se introducen fuertes deformaciones en la carcasa de bomba, pero si es demasiado blando, no se garantiza la posición de la carcasa durante el funcionamiento, por lo que en ambos casos no se puede garantizar el funcionamiento seguro

del rotor en la carcasa de bomba. Al adaptar la rigidez de la carcasa de bomba a la rigidez del catéter, se garantiza en este caso el apoyo concéntrico del rotor en la sección que aloja la bomba también cuando la bomba está en funcionamiento.

- 5 Para influir en la rigidez a la flexión del árbol, puede estar previsto, entre otras cosas, utilizar un árbol hueco que esté provisto de un núcleo en la región de la sección que aloja la bomba. Además, el núcleo puede extenderse al cojinete distal y al cojinete proximal.

- 10 En realidad, en las disposiciones de bomba descritas en esta solicitud, varias fuerzas externas y esfuerzos de flexión alternos actúan sobre el árbol de accionamiento, la carcasa de bomba, de un catéter de doble J dispuesto distal a la carcasa de bomba y, dado el caso, sobre elementos de cojinete del catéter o la disposición de la bomba para sangre. Las fuerzas externas y los esfuerzos de flexión alternos pueden transmitirse al catéter, por ejemplo, a través de una pared interna del corazón, en la que el catéter, dado el caso, descansa o se apoya (por ejemplo, a través de una así llamada punta de doble J), a través de cambios de presión pulsátiles o cambios de flujo en la sangre dentro de una
- 15 cámara del corazón o un vaso sanguíneo como, por ejemplo, el ventrículo izquierdo o derecho o la aorta, debido a un cambio en la posición o postura del cuerpo, en particular debido a un movimiento del tronco o un movimiento (de la pierna) cerca de un punto de punción. A pesar de estas cargas, con el catéter propuesto y la disposición de bomba para sangre propuesta puede transportarse sangre durante un tiempo prolongado, como por ejemplo durante horas, días o incluso semanas, con velocidades elevadas del rotor de bomba, por ejemplo en el intervalo de velocidad arriba
- 20 indicado, como por ejemplo en el uso anteriormente descrito de la disposición de bomba para sangre.

Cabe indicar que las características enumeradas en las reivindicaciones dependientes de la reivindicación independiente 1 también pueden combinarse con los aspectos segundo y tercero de la invención.

- 25 Otros aspectos se explican con referencia a las siguientes figuras.

Muestran:

- 30 FIG. 1 una vista general esquemática de una disposición de bomba;
- FIG. 2a a 2d una variante de una carcasa de bomba con un elemento de transporte dispuesto en ella sobre un árbol de accionamiento que apoyado únicamente proximal;
- 35 FIG. 3a a 3d variante de una bomba con una carcasa de bomba y un elemento de transporte apoyado en un árbol de accionamiento, en donde el árbol de accionamiento está apoyado distal y proximal;
- FIG. 4a, 4b ejemplo de realización de una rigidez a la flexión correspondiente entre la carcasa de bomba y el árbol de accionamiento;
- 40 FIG. 5a, 5b otras formas de realización de una carcasa de bomba y un árbol de accionamiento con la correspondiente rigidez a la flexión;
- FIG. 6a, 6b formas de realización de un árbol de accionamiento con núcleo y rotor;
- 45 FIG. 7a bis 7c formas de realización de una carcasa de bomba;
- FIG. 8 forma de realización de un extremo distal de la carcasa de bomba con un catéter conectado a esta;
- 50 FIG. 9 representación de una disposición de bomba con una combinación adaptada de carcasa de bomba y árbol de accionamiento para armonizar la línea de flexión.

- 55 Mediante la FIG. 1 se pretende dar una visión general esquemática de una disposición de bomba 1. La disposición de bomba 1 comprende una carcasa de bomba 2 con una cánula o un catéter 3, en la que está dispuesto un árbol de accionamiento 4. En la región de la carcasa de bomba 2 se encuentra un elemento de transporte 5 que se acciona a través del árbol de accionamiento 4 con un motor 6 conectado al extremo proximal del árbol de accionamiento. La bomba, incluido el árbol de accionamiento 4, se introduce a este respecto en un ventrículo cardíaco 10 a través de una esclusa 7, por ejemplo, a través de la arteria femoral 8 y el cayado aórtico 9, de modo que la carcasa de bomba 2 se detenga en la región de la válvula aórtica. El rotor 5 está configurado a este respecto de tal manera que la sangre se transporta en la dirección 12 desde el ventrículo hacia la aorta, es decir, desde el extremo distal de la bomba hasta
- 60 el extremo proximal de la bomba.

- 65 Mediante las FIG. 2a a d se explican distintas interacciones entre la carcasa, el árbol de accionamiento, el elemento de transporte y la cánula. En las FIG. 2a y 2c se representa la carcasa de bomba 20 en la sección longitudinal en estado expandido (FIG. 2a) y el estado comprimido (FIG. 2c). En las FIG. 2b y 2d se encuentran secciones transversales correspondientes.

En la carcasa 20 de bomba está dispuesto el árbol 21 de accionamiento con el elemento de transporte 22 situado sobre este. En el presente ejemplo, el elemento de transporte comprende dos segmentos flexibles 23 y 24, que están realizados como palas de rotor. La carcasa de bomba 20 se lleva del estado expandido al estado comprimido al tirar del árbol de accionamiento en la dirección de tracción 25, que es paralela a la dirección longitudinal 26 de la carcasa de bomba. En la FIG. 2b se representa una sección transversal para representar la carcasa de bomba en la representación de la FIG. 2a. Puede distinguirse que la carcasa de bomba 20 está dispuesta esencialmente concéntrica alrededor del árbol de accionamiento 21. En la sección representada en este caso, los puntales 27 que discurren en forma helicoidal pueden distinguirse como estructuras helicoidales que se ensanchan desde la sección proximal a la distal en la dirección radial 27a. Los puntales discurren desde el extremo proximal de la carcasa de bomba 28 hasta el extremo distal de la carcasa de bomba 29 en sentido contrario a las agujas del reloj. En comparación, también está dibujado el elemento de transporte 22, cuyos segmentos flexibles provocan un transporte del fluido. Esto también puede distinguirse en la vista desde arriba de la FIG. 2a. Como alternativa a la pluralidad de puntales, también se puede seleccionar otra estructura helicoidal, tal como una pluralidad de puntales que debido a su disposición forman una línea, es decir, una estructura helicoidal.

Si ahora la carcasa de bomba 20 se retrae hacia la cánula 30 desde el estado expandido representado en la FIG. 2a, mediante tracción en la dirección de tracción 25 al estado comprimido, los elementos helicoidales provocan un momento de torsión 31 que actúa en el sentido de las agujas del reloj. Por lo tanto, se opone al curso de los puntales helicoidales y trata de contrarrestar la torsión de los puntales helicoidales, incluso si no puede distinguirse un cambio visible en la carcasa. El momento de torsión actúa sobre los segmentos 23 y 24 de modo que los segmentos 23 y 24, como se muestra en la FIG. 2d, se envuelven alrededor del árbol de accionamiento 21 en la dirección de plegado 32 con el momento de torsión 31. Por consiguiente, cuando se empuja la carcasa de bomba fuera de la cánula 30, el rotor se despliega en dirección longitudinal en la dirección de despliegue 33.

En el ejemplo representado en este caso, la dirección de giro posterior del rotor es contraria a la dirección de giro 34, opuesta a la dirección de despliegue. Como resultado, entre otras cosas, puede provocarse un despliegue adicional del rotor a velocidades más altas. En otras variantes no reivindicadas, sin embargo, es posible elegir la dirección de giro en sincronismo con la dirección de despliegue. En este sentido una velocidad más alta provoca que el rotor se pliegue ligeramente en la dirección de plegado 32.

En el presente ejemplo, el árbol de accionamiento está hecho de una aleación de níquel-cobalto como, por ejemplo, 35NL T® o MP35N®. La cánula se fabrica, por ejemplo, a partir de un catéter de un material conocido en el estado de la técnica, como, por ejemplo, la silicona o el poliuretano. La carcasa de bomba puede estar hecha, por ejemplo, de nitinol. A este respecto, en el presente ejemplo, la temperatura A_f de la carcasa de bomba es de aproximadamente 15°, de modo que la temperatura A_f está por debajo de la temperatura ambiente. Esto tiene ventajas en cuanto a la estabilidad de la carcasa de bomba. En el siguiente ejemplo, el árbol de accionamiento únicamente está apoyado mediante un manguito de cojinete proximal 35. En cuanto a los materiales utilizados para el rotor, se pueden utilizar, por ejemplo, los materiales descritos en el documento US 13/261 565.

En el ejemplo representado en la FIG. 2, los puntales dispuestos en forma helicoidal discurren tanto en la sección proximal de la carcasa de bomba, que está situada proximal al elemento de transporte 22, como en la región de la sección que aloja la bomba, que está situada en la región del elemento de transporte 22.

Una variante de una combinación de carcasa de bomba, elemento de transporte y árbol de accionamiento se muestra, por ejemplo, en las FIG. 3a a 3d.

Una diferencia entre las formas de realización de la FIG. 2 y de la FIG. 3 es, entre otras cosas, que el árbol de accionamiento en la forma de realización de la FIG. 3 está apoyado tanto en un extremo distal como en la región de un extremo proximal de la carcasa de bomba.

La carcasa de bomba 40 representada en la FIG. 3a comprende una sección que aloja la bomba 41, una sección 42 dispuesta distal a la sección que aloja la bomba y una sección final 43 distal dispuesta distal a la sección distal. Además, la carcasa de bomba comprende una sección proximal 44 dispuesta proximal a la sección que aloja la bomba y una sección final 45 dispuesta proximal a la sección proximal. La carcasa de bomba 40 presenta puntales 46 helicoidales en la sección proximal 44 y la sección distal 42, que se muestran, por ejemplo, en la FIG. 3b. A este respecto, los puntales discurren en sentido contrario a las agujas del reloj desde el extremo proximal de la bomba hasta el extremo distal de la bomba. En la FIG. 3a también se muestra una cánula 47 que encierra el árbol de accionamiento 48 a medida que atraviesa el cayado aórtico y los propios vasos del cuerpo. En la región de la sección que aloja la bomba 41 de la carcasa también está dispuesto un rotor 49 en el árbol de accionamiento, que se usa para transportar la sangre desde el extremo distal al proximal. Mediante la FIG. 3b puede distinguirse que los puntales helicoidales 46 en la sección proximal 44 discurren en sentido contrario a las agujas del reloj y desde el interior (es decir, el extremo distal de la sección final 45) hacia el exterior (es decir, hacia el extremo proximal de la sección 41), mientras que los puntales helicoidales 50 en la sección distal 42 discurren en el sentido de las agujas del reloj y desde el exterior hacia el interior. Como resultado, cuando se sujetan la sección final 43 distal y la sección final 45 proximal y se tira de ambas secciones en direcciones opuestas, actúa un momento de torsión que discurre en el sentido de las agujas del reloj sobre la sección que aloja la bomba 41. Este mecanismo actúa también cuando la carcasa de bomba

se retrae hacia la cánula. En correspondencia con la FIG. 2a, la bomba se representa en el estado expandido en la FIG 3a. Si ahora actúa una fuerza de tracción 53 dirigida en contra de la dirección longitudinal 52, por un lado, se reduce el diámetro de la carcasa de bomba en las secciones 41, 42 y 44, y al mismo tiempo, se induce el momento de torsión 51 que actúa en el sentido de las agujas del reloj. Debido a la reducción del diámetro al colapsar, la carcasa de bomba 40 interactúa con el elemento de transporte 49 o sus segmentos flexibles 54 y 55. Debido a su forma y orientación, los segmentos flexibles 54 y 55 presentan una dirección de plegado 56 en la dirección del momento de torsión. De esta manera, los segmentos flexibles 54 y 55 se bobinan alrededor del árbol de accionamiento 48 en la dirección de plegado 56. Si ahora la carcasa de bomba se lleva desde la configuración comprimida en la FIG. 3c a la configuración expandida de la FIG. 3a, el rotor se despliega en la dirección de despliegue 57, que coincide con la dirección de hélice 58 de los puntales helicoidales. En el presente ejemplo, el rotor 48 gira a continuación en la dirección 59 para guiar la sangre desde el extremo distal al proximal de la bomba.

La forma de realización mostrada en la FIG. 3 corresponde a un "envoltorio de caramelo", ya que las hélices que define el curso de los puntales helicoidales giran en direcciones opuestas en la sección distal y en la proximal. Esto únicamente introduce un momento de torsión en la sección que aloja la bomba 41 así como en la sección 42 y 44 distal y proximal, que sin embargo disminuye el momento de torsión que actúa en las secciones finales distal y proximal 43 y 45. Debido a que hay cojinetes (no representados) para el árbol de accionamiento 48 en las secciones finales distal y proximal, el momento de torsión de la carcasa de bomba se transmite, dado el caso, al árbol de accionamiento cuando la carcasa de bomba 40 se lleva del estado expandido al comprimido.

Mediante las FIG. 4a y 4b, y las FIG. 5a y 5b, van a discutirse los aspectos de la correspondiente rigidez a la flexión de la carcasa de bomba y del árbol.

En las FIG. 4a y 4b se representa una disposición de bomba correspondiente a la FIG. 3. En particular, la carcasa de bomba 40 comprende las secciones 41 a 45 descritas con respecto a la FIG. 3, así como un árbol de accionamiento 48, que se sujeta de manera proximal en un primer cojinete 60 y un cojinete distal 61. Los puntales helicoidales 46 o 50 están ubicados en las secciones distal o proximal 42 y 44. Si ahora se aplica un momento de flexión a la carcasa de bomba 40, como se representa en la FIG. 4b, los puntales helicoidales 46 y 50 provocan una flexión de la carcasa de bomba debido a su disposición simétrica dispuesta alrededor del árbol de accionamiento, lo que corresponde a una flexión correspondiente del árbol de accionamiento en la sección distal o proximal 42 o 44. En este caso, por ejemplo, el árbol puede ser más blando en las regiones mencionadas que en la región de la sección que aloja la bomba 41. El refuerzo en la sección que aloja la bomba también se ve reforzado por el propio rotor o el cubo del rotor. Esto provoca que, como puede verse en la FIG. 4b, el elemento de transporte 49 permanece esencialmente concéntrico dentro de la sección que aloja la bomba incluso bajo cargas de flexión. Por ejemplo, basándose en el grosor de los puntales, el ángulo seleccionado de los puntales helicoidales y el número y disposición de los puntales, un momento de flexión correspondiente puede adaptarse a la rigidez a la flexión del árbol en la región correspondiente. El momento de flexión en este caso es la suma del producto de la fuerza generadora y el brazo de fuerza correspondiente sobre todas las fuerzas actuantes. A este respecto, el brazo de fuerza es la distancia desde un punto de apoyo. Por ejemplo, como punto de apoyo puede seleccionarse un punto en la región del cojinete proximal.

En las FIG. se representa un caso en las figuras 5a y 5b, en donde en este caso la disposición de bomba se corresponde esencialmente con la disposición de bomba de la FIG. 2. En este caso, sin embargo, la carcasa de bomba 20' presenta una sección rígida que aloja la bomba y una sección 201 distal, que se encuentra distal a una sección que aloja la bomba 200 que presenta estructuras helicoidales 27. Las estructuras helicoidales 27, que pueden generarse mediante una disposición en escalera de una pluralidad de puntales y sus conexiones o mediante la rotación segmentada de estructuras de puntales, están configuradas de tal manera que la rigidez a la flexión de la carcasa de bomba es más blanda en la sección distal 201 que en la sección que aloja la bomba 202. De este modo, los momentos de flexión que actúan sobre el catéter de doble J 36 también pueden absorberse por la sección distal además de la estructura de transición distal 37, que puede estar formada por 4 puntales, por ejemplo. De esta manera, el momento de flexión 38 (figura 5b) no actúa sobre la sección que aloja la bomba, por lo que el árbol de accionamiento está situado esencialmente concéntrico dentro de la sección que aloja la bomba incluso cuando se aplican momentos de flexión. La sección que aloja la bomba 200 es más rígida, y las medidas para aumentar la rigidez a la flexión se explicarán en una de los ejemplos de realización posteriores.

Opcionalmente, la carcasa de bomba también puede comprender una sección proximal 202 con estructuras helicoidales 27 para compensar un momento de flexión activo y para facilitar la compresión de la carcasa de bomba.

Mediante las FIG. 6a y 6b se discutirán más detalles de los diversos aspectos de la invención. La disposición de árbol 70 comprende el árbol de accionamiento 71 con un extremo distal 72, un elemento de transporte 73 y un extremo proximal 74, que puede acoplarse a un motor, por ejemplo, con un elemento de acoplamiento. En la región del elemento de transporte 73, el árbol de accionamiento 71 está reforzado con un núcleo 75, extendiéndose el núcleo entre el extremo distal 72 y una región proximal al elemento de transporte 73. El elemento de transporte 73 comprende dos segmentos flexibles 76 y 77 que, en una dirección de giro del elemento de transporte en el sentido de las agujas del reloj, si se contempla desde el extremo proximal al distal, provocan un transporte de un fluido desde el extremo distal al proximal. En la FIG. 6b muestra una sección transversal del rotor 73 desde el extremo proximal hasta el extremo distal. En este caso puede distinguirse con más detalle la forma de los segmentos flexibles 76 y 77. La

dirección de plegado del rotor cuando la carcasa de bomba no representada se introduce en la cánula es en el sentido de las agujas del reloj, es decir, los puntos 78 y 79 se transportan radialmente hacia dentro y en el sentido de las agujas del reloj. Correspondientemente, el rotor se despliega en el sentido contrario a las agujas del reloj cuando el elemento de transporte se empuja fuera del catéter. Por lo tanto, en una variante, está previsto que el elemento de transporte representado o la disposición de árbol 70 estén provistos de una carcasa que esté configurada de tal manera que provoque un momento de torsión en el sentido de las agujas del reloj cuando la carcasa de bomba se lleva del estado expandido al comprimido.

El núcleo 75 puede provocar a este respecto una rigidez mejorada en comparación con las otras regiones del árbol de accionamiento hueco 71. A este respecto el núcleo puede presentar diferentes rigideces desde su extremo distal hasta su extremo proximal, de modo que, por ejemplo, la rigidez a la flexión proximal y/o distal del elemento de transporte se reduce en comparación con la rigidez del núcleo en la región del elemento de transporte. Sin embargo, la correspondiente rigidez del árbol en la región del elemento de transporte también puede lograrse mediante un diseño (o adaptación) correspondiente del cubo del rotor.

Mediante las FIG. 7a a 7c se explicarán más detalles de una carcasa de bomba. En la FIG. 7a la carcasa de bomba representada en la FIG 7b se separa, se enrolla y aplan a lo largo de una línea divisoria imaginaria. En una forma de realización, sin embargo, la carcasa de bomba se corta primero, por ejemplo, por medio de un láser, como se muestra en la FIG. 7a. El corte puede llevarse a cabo a este respecto dentro de una forma tubular. A continuación, la forma representada en la Fig. 7b se realiza en un molde mediante un proceso de recocido. La carcasa de bomba 80, también desenrollada en la FIG. 7a, presenta en su extremo proximal 81 la sección de extremo proximal 83, que se extiende hasta los elementos helicoidales 82. Un área corta antes y después de los puntales helicoidales 82 define en este sentido la sección proximal 84. La sección que aloja la bomba 85 presenta un patrón de rejilla en el que los puntales unidos en forma de rejilla tienen puntos de contacto entre sí. De manera análoga a la sección proximal 84, la sección distal 86 muestra puntales helicoidales 87, que están dirigidos en dirección opuesta a los puntales 82 en su dirección de hélice. En el extremo distal se encuentra una sección final distal 88, en cuya zona, por ejemplo, el árbol de accionamiento puede estar apoyado en un catéter o catéter de doble J. El ángulo en el que los elementos helicoidales 82 discurren desde la sección final proximal hasta la sección que aloja la bomba puede ser, por ejemplo, de entre 20 y 40°. Análogamente a esto, el ángulo de los puntales 87 también puede ser de 20 a 40° (pero en la dirección opuesta).

En su forma de realización, los dos ángulos son opuestos en su dirección, como se muestra en la FIG. 7. Si ahora se monta la carcasa de bomba 80 como se indica arriba, la carcasa de bomba se produce en el estado expandido como se representa en la FIG. 7b. Puede distinguirse claramente que en la región de las secciones proximal o distal 84 y 86 tiene lugar un ensanchamiento del diámetro interior desde el extremo proximal al distal y viceversa. La sección que aloja la bomba 85 presenta el diámetro interior mayor para lograr una alta eficiencia al transportar el fluido. Una sección transversal de la carcasa de bomba 80 vista desde el extremo proximal hasta el extremo distal se muestra en la FIG. 7c, en donde puede distinguirse claramente que los puntales 82 discurren en sentido contrario a las agujas del reloj. Además, se representan los puntales de soporte 89, que muestran una transición a los puntales de rejilla 85a de la sección que aloja la bomba.

Mediante la FIG. 8 se representa la sección final distal 88 de la carcasa de bomba 80. Un catéter 90 se inserta a este respecto en la sección final distal 88 y comprende, entre otras cosas, un manguito de cojinete 91 en el que está apoyado el extremo distal de la disposición de árbol 70. En este sentido, el cojinete puede ser de cerámica, por ejemplo, mientras que el árbol puede estar hecho de los materiales descritos anteriormente.

En la FIG. 9 se muestra una sección longitudinal a través de una disposición de bomba 100, que comprende una carcasa de bomba 101, un árbol de accionamiento 102 y un rotor 103 dispuesto en el árbol de accionamiento. Además se representa una manguera de descarga 104. En la región final distal 110 de la carcasa de bomba, esta está conectada a un catéter que está configurado como un catéter de doble J (no representado). El apoyo del árbol de accionamiento 102 en la sección final distal corresponde a este respecto esencialmente al de la FIG. 8.

En la región de la sección final proximal 111 hay un apoyo proximal 112 del árbol de accionamiento, que comprende tanto un cojinete radial como un cojinete axial. Este cojinete se explica con más detalle en la solicitud presentada el mismo día con el número de expediente interno 137EP 2457.

Entre las secciones finales distal y proximal de la carcasa de bomba 101 se encuentran la sección distal 112, la sección que aloja la bomba 113 y la sección proximal 114. A este respecto, tanto la sección distal como la proximal presentan puntales helicoidales 115 y 116, respectivamente, que se fusionan en los puntales de soporte 117 y 118, respectivamente, hacia la sección que aloja la bomba. Estos puntales de soporte en cada caso se dividen además en puntales 119 de la sección que aloja la bomba. En el interior de la sección que aloja la bomba se encuentra una película de plástico 120, que en un ejemplo de realización está hecha de poliuretano. Esta película mejora el efecto de transporte del rotor 103.

El rotor 103 comprende dos palas de rotor flexibles 130 y 131 que están fijadas a un cubo 132. En algunos ejemplos de realización el rotor es una sola pieza de trabajo de plástico como, por ejemplo, poliuretano, Biresin, silicona o también Pebax. Por razones de claridad, el rotor 103 no se muestra en una representación en sección longitudinal.

El rotor 103 está dispuesto sobre un árbol de accionamiento 102, que está configurado como árbol hueco. En cuanto a los detalles, se hace referencia a la solicitud PMP Ref. 137EP 2457 presentada el mismo día. El árbol hueco está reforzado con un núcleo 105 entre el apoyo distal y proximal.

En la adaptación de la línea de flexión de la carcasa de bomba a la línea de flexión del árbol de accionamiento, se debe tener cuidado de que, en caso de que un momento de flexión 140 (o 141 o 142) actúe sobre la carcasa de bomba, el rotor 103 permanezca esencialmente concéntrico en la sección que aloja la bomba 113, o de que el rotor no haga tope con la superficie interior de la sección 113 que aloja la bomba. Como primera medida, en este ejemplo de realización, la rigidez a la flexión de la sección que aloja la bomba es más rígida que la rigidez a la flexión de la sección distal o proximal. En el ejemplo de realización mostrado, las rigideces a la flexión de las secciones distal y proximal se eligen simétricamente en aras de la simplicidad. Una posibilidad de influir en la rigidez a la flexión en la sección 113 que aloja la bomba es la densidad y el número de puntales 119 en relación con el diámetro considerado de la carcasa. En el presente ejemplo, las secciones distal y proximal 112 y 114 presentan en cada caso 10 puntales helicoidales, que se fusionan en 20 puntales de soporte 117 y 118, en cada caso, hacia la sección que aloja la bomba. Los puntales de soporte 117 o 118 se dividen de nuevo en 40 puntales 119, de modo que el número de puntales en la región que aloja la bomba es en ese caso mayor por un factor de 4. En otros ejemplos de realización este factor puede variar entre 0,9 y 20. De este modo, la rigidez a la flexión en la sección que aloja la bomba es mayor que en la región distal o proximal.

Otra posibilidad de adaptar la rigidez a la flexión de la sección distal y proximal en relación con la sección que aloja la bomba (en este caso: de hacerla más suave) es cambiar las dimensiones geométricas de los puntales 115-119. En el presente ejemplo, los puntales 115 y 116 son más gruesos por un factor de 2 a 3 que los puntales 119. De lo contrario, debido al factor de 4 en la proporción del número de puntales, las secciones proximal y distal serían demasiado blandas en algunos ejemplos de realización si los puntales 115-119 fueran del mismo grosor.

Otra posibilidad de adaptar la rigidez a la flexión en la región de las secciones proximal y distal es elegir el ángulo de flexión de los puntales helicoidales. En el presente ejemplo, los puntales helicoidales se enrollan en un ángulo de aproximadamente 30° desde el extremo distal al proximal de la sección proximal o distal. Sin embargo, el intervalo también puede estar en un intervalo de 5° a 90°.

Otra opción es variar la longitud de las secciones proximal y distal. En un procedimiento para adaptar la rigidez a la flexión de la carcasa de bomba, en primer lugar, se mide la disposición de árbol y a continuación se calculan los parámetros mencionados arriba de las diversas secciones de la carcasa de bomba y a continuación se fabrica una carcasa de bomba adecuada.

La rigidez a la flexión del árbol de accionamiento puede amoldarse a través de la rigidez del árbol hueco, el núcleo y el rotor. Dado que el árbol hueco en algunos ejemplos de realización puede estar expuesto a fuertes curvaturas, por ejemplo, en el cayado aórtico, el árbol hueco debe tener una rigidez a la flexión que permita tal curvatura y al mismo tiempo posea una resistencia para poder operar a altas velocidades el mayor tiempo posible. Por lo tanto, en algunos ejemplos de realización es aconsejable adaptar la rigidez a la flexión del árbol hueco principalmente a los requisitos impuestos al árbol hueco entre el motor y el apoyo. Sin embargo, la rigidez del núcleo puede adaptarse para adaptar la línea de flexión del árbol de accionamiento a la rigidez a la flexión de la carcasa de bomba entre los cojinetes proximal y distal.

Además, la elección del material y la geometría del rotor 103 provoca un arriostamiento del árbol de accionamiento en la región de la sección que aloja la bomba 113, de modo que la disposición de árbol de accionamiento con el rotor es más blanda en la región de la sección distal y proximal que en la región de la sección que aloja la bomba. Otras posibilidades de adaptación resultan de las declaraciones realizadas en el presente documento para el experto en la materia.

En otro ejemplo de realización, la carcasa de bomba presenta una estructura helicoidal que se produce como resultado de una pluralidad de puntales unidos entre sí. Eligiendo el punto de conexión de dos puntales, aunque los puntales se extiendan oblicuamente hacia arriba o hacia abajo, puede surgir una estructura helicoidal dirigida en una dirección. La rigidez a la flexión de esta estructura puede adaptarse a la rigidez a la flexión del árbol de accionamiento mediante cambios en el grosor, el número, la longitud y el ángulo incluido de la estructura.

Otras formas de realización y variantes de la invención resultan de las combinaciones mencionadas en este caso y de las combinaciones que son obvias para el experto en la materia.

La invención está definida por las reivindicaciones. También forman parte de la divulgación los siguientes aspectos que pueden servir para explicar la invención:

Bomba, en particular bomba para sangre (1), con un extremo proximal y otro distal y una carcasa de bomba (2; 20; 40; 80) dispuesta entre ellos, un árbol de accionamiento (4; 21; 48; 71) dispuesto en un espacio interior de la carcasa de bomba a lo largo de una dirección longitudinal, un elemento de transporte (5; 22; 49; 73) dispuesto en

el árbol de accionamiento, así como una cánula (3; 30; 47),

en donde la carcasa de bomba está configurada de tal manera que la carcasa de bomba puede llevarse al menos parcialmente a la cánula cuando se somete a una fuerza que actúa hacia el extremo proximal de la bomba y, a este respecto al menos a lo largo de una dirección radial que discurre transversalmente a la dirección longitudinal, se lleva de un estado expandible a un estado comprimido; y en donde la carcasa de bomba presenta además al menos una sección que, en el estado expandido, comprende estructuras (27; 46; 50; 82; 87) que discurren en forma helicoidal alrededor del eje longitudinal a lo largo del eje longitudinal que están enrolladas en una primera dirección desde el extremo proximal al extremo distal de la bomba;

y en donde el elemento de transporte comprende al menos un segmento plegable (22, 23; 54, 55; 76, 77),

en donde

las estructuras que discurren en forma helicoidal están configuradas de tal manera que cuando la carcasa de bomba se lleva del estado expandido al comprimido, un momento de torsión (31; 51) dirigido en contra de la primera dirección actúa sobre el segmento plegable.

2. Bomba según el aspecto 1, en donde el segmento plegable del elemento de transporte está configurado de tal manera que el momento de torsión está orientado en la misma dirección de giro (34; 59) del elemento de transporte para transportar un fluido desde el extremo distal al proximal de la bomba.

3. Bomba según el aspecto 1, en donde el segmento plegable del elemento de transporte está configurado de tal manera que el momento de torsión está orientado en la dirección contraria a una dirección de transporte del elemento de transporte para transportar un fluido desde el extremo distal al proximal de la bomba.

4. Bomba según uno de los aspectos anteriores, en donde una dirección de despliegue (33; 57) del al menos un segmento plegable durante el despliegue discurre en la primera dirección.

5. Bomba según uno de los aspectos 1 a 3, en donde una dirección de despliegue del al menos un segmento plegable discurre en una dirección opuesta a la primera dirección durante el despliegue.

6. Bomba según uno de los aspectos anteriores, en donde la carcasa de bomba está hecha de un material con memoria de forma.

7. Bomba según uno de los aspectos anteriores, en donde la carcasa de bomba comprende una sección que aloja la bomba (41; 85) y una sección proximal (44; 84) dispuesta proximal a la sección que aloja la bomba, en donde un diámetro interior de la sección proximal diferente disminuye desde un diámetro de la sección que aloja la bomba en el estado expandido de la carcasa de bomba hacia un extremo proximal de la sección proximal.

8. Bomba según el aspecto 7, en donde los puntales helicoidales están dispuestos en la sección proximal.

9. Bomba según el aspecto 7, en donde los puntales helicoidales están dispuestos en la sección que aloja la bomba.

10. Bomba según uno de los aspectos 7 a 9, en donde la carcasa de bomba comprende una sección distal (42; 86) adicional dispuesta distal a la sección que aloja la bomba, cuyo diámetro interior disminuye preferentemente desde un diámetro de la sección que aloja la bomba en el estado expandido de la carcasa de bomba hacia un extremo distal de la sección distal.

11. Bomba según el aspecto 10, en donde los puntales helicoidales están dispuestos en la sección distal.

12. Bomba según uno de los aspectos anteriores, en donde el árbol de accionamiento está apoyado al menos en una región de un extremo proximal (45; 83) de la carcasa de bomba.

13. Bomba según el aspecto 12, en donde el árbol de accionamiento está alojado adicionalmente en una región de un extremo distal (43; 87) de la carcasa de bomba.

14. Bomba según uno de los aspectos anteriores, en donde las estructuras helicoidales comprenden puntales helicoidales.

15. Bomba, en particular bomba para sangre, con un extremo proximal y otro distal y una carcasa de bomba dispuesta entre ellos, un árbol de accionamiento dispuesto en un espacio interior de la carcasa de bomba a lo largo de una dirección longitudinal, un elemento de transporte dispuesto en el árbol de accionamiento,

en donde el elemento de transporte comprende al menos un segmento flexible que está configurado de tal

- manera que una dirección de giro del elemento de transporte provoca un transporte de un fluido desde el extremo distal al proximal de la bomba; y la carcasa de bomba está configurada de tal manera que la carcasa de bomba puede llevarse, al menos parcialmente, hacia una cánula cuando se somete a una fuerza que actúa hacia el extremo proximal de la bomba y, a este respecto se lleva de un estado expandible a un estado comprimido al menos a lo largo de una dirección radial que discurre transversalmente a la dirección longitudinal; en donde una dirección de despliegue del al menos un segmento flexible cuando la carcasa de bomba se lleva del estado comprimido al estado expandido está dirigida en contra de la dirección de giro.
- 10 16. Bomba, en particular bomba para sangre, con una carcasa de bomba, un árbol de accionamiento dispuesto en un espacio interior de la carcasa de bomba a lo largo de un eje longitudinal, así como un elemento de transporte dispuesto en el árbol de accionamiento,
- 15 en donde la carcasa de bomba comprende al menos una sección que aloja la bomba y una sección proximal dispuesta proximal a la sección que aloja la bomba, y puede trasladarse en una dirección radial que discurre transversalmente a la dirección longitudinal desde un estado comprimido a un estado expandido; y en donde el árbol de accionamiento está apoyado en un cojinete proximal en la región del extremo proximal de la carcasa de bomba,
- 20 en donde el árbol de accionamiento está configurado de tal manera que una rigidez a la flexión del árbol de accionamiento en la región de la sección proximal de la carcasa de bomba y distal al cojinete proximal está adaptado a una rigidez a la flexión de la sección proximal, de modo que en el caso de una flexión de la carcasa de bomba, el elemento de transporte está dispuesto esencialmente concéntrico dentro de la sección que aloja la bomba.
- 25 17. Bomba según el aspecto 16, en donde la carcasa de bomba comprende además una sección distal dispuesta distal a la sección que aloja la bomba, en donde el árbol de accionamiento está apoyado en un cojinete distal en la región del extremo distal de la carcasa de bomba y una rigidez a la flexión del árbol de accionamiento en la región de la sección distal y proximal a la sección distal está adaptada a una rigidez a la flexión de la sección distal de tal modo que, en el caso de una flexión de la carcasa de bomba, el elemento de transporte está dispuesto esencialmente concéntrico dentro de la sección que aloja la bomba.
- 30 18. Bomba según el aspecto 16, en donde la rigidez a la flexión de la sección proximal está determinada esencialmente por la rigidez a la flexión de los puntales helicoidales que se discurren a lo largo del eje longitudinal y/o la carcasa de bomba comprende además una sección distal dispuesta distal a la sección que aloja la bomba, en donde el árbol de accionamiento en la región del extremo distal de la carcasa de bomba está apoyado en un cojinete distal, y una rigidez a la flexión del árbol de accionamiento en la región de la sección distal y proximal a la sección distal está adaptada a una rigidez a la flexión de la sección distal de manera que, en el caso de una flexión de la carcasa de bomba, el elemento de transporte está dispuesto esencialmente concéntrico dentro de la sección que aloja la bomba y la rigidez a la flexión de la sección distal está determinada esencialmente por la rigidez a la flexión de los puntales helicoidales que discurren a lo largo del eje longitudinal.
- 35 40 19. Bomba según uno de los aspectos 16 a 18, en donde el árbol de accionamiento es un árbol hueco que comprende un núcleo en la región de la carcasa de bomba.
- 45 20. Bomba según uno de los aspectos anteriores, en donde una temperatura de "acabado austenítico" (A_T) de la carcasa de bomba está situada por debajo de una temperatura de 34 °C, preferentemente por debajo de 30 °C, de forma especialmente preferente por debajo de 20 °C.

REIVINDICACIONES

1. Bomba, en particular bomba para sangre (1), con un extremo proximal y otro distal y una carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) dispuesta entre ellos, un árbol de accionamiento (4, 21, 48, 71) dispuesto en un espacio interior de la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) a lo largo de una dirección longitudinal, un elemento de transporte (5, 22, 49, 73) dispuesto en el árbol de accionamiento (4, 21, 48, 71),
5
en donde el elemento de transporte (5, 22, 49, 73) comprende al menos un segmento flexible que está configurado de tal manera que una dirección de giro del elemento de transporte (5, 22, 49, 73) provoca un transporte de un fluido desde el extremo distal al extremo proximal de la bomba;
10 y la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) está configurada de tal manera que la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) puede trasladarse al menos parcialmente a una cánula (3, 30, 47) cuando se somete a una fuerza que actúa hacia el extremo proximal de la bomba, y a este respecto se traslada de un estado expandible a un estado comprimido al menos a lo largo de una dirección radial que discurre transversalmente a la dirección longitudinal;
15 en donde una dirección de despliegue del al menos un segmento flexible cuando la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) se lleva del estado comprimido al estado expandido está dirigida en contra de la dirección de giro, en donde la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) comprende una sección (41; 85) que aloja la bomba y una sección proximal (44; 84) dispuesta proximal a la sección que aloja la bomba, en donde un diámetro interior de la sección proximal disminuye desde un diámetro de la sección que aloja la bomba en el estado expandido de la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) hacia un extremo proximal de la sección proximal,
20 en donde la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) presenta además al menos una sección que, en el estado expandido, comprende estructuras (27; 46, 50; 82, 87) que discurren en forma helicoidal alrededor del eje longitudinal a lo largo del eje longitudinal y que están enrolladas desde el extremo proximal al distal de la bomba si se contempla en una primera dirección,
25 en donde las estructuras helicoidales (27; 46, 50; 82, 87) comprenden puntales helicoidales, estando dispuestos los puntales helicoidales en la sección proximal (44; 84).
2. Bomba según la reivindicación 1, en donde la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) está hecha de un material con memoria de forma.
30
3. Bomba según las reivindicaciones 1 o 2, en donde una temperatura de "acabado austenítico" (A_r) de la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) se encuentra por debajo de una temperatura de 34 °C, preferentemente por debajo de 30 °C, de manera especialmente preferente por debajo de 20 °C.
35
4. Bomba según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde las estructuras que discurren en forma helicoidal están configuradas de tal manera que cuando se lleva la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) del estado expandido al comprimido, un momento de torsión (31; 51) dirigido en contra de la primera dirección actúa sobre el segmento plegable.
40
5. Bomba según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde los puntales helicoidales están dispuestos en la sección que aloja la bomba.
6. Bomba según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) comprende una sección distal (42; 86) adicional dispuesta distal a la sección que aloja la bomba, cuyo diámetro interior disminuye preferentemente de un diámetro de la sección que aloja la bomba en el estado expandido de la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80) hacia un extremo distal de la sección distal.
45
7. Bomba según la reivindicación 6, en donde los puntales helicoidales están dispuestos en la sección distal.
50
8. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el árbol de accionamiento (4, 21, 48, 71) está apoyado al menos en una región de un extremo proximal (45; 83) de la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80).
9. Bomba según la reivindicación 8, en donde el árbol de accionamiento (4, 21, 48, 71) está apoyado adicionalmente en una región de un extremo distal (43; 87) de la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80).
55
10. Bomba según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el árbol de accionamiento (4, 21, 48, 71) es un árbol hueco que comprende un núcleo en la región de la carcasa de bomba (2, 20, 40, 80).

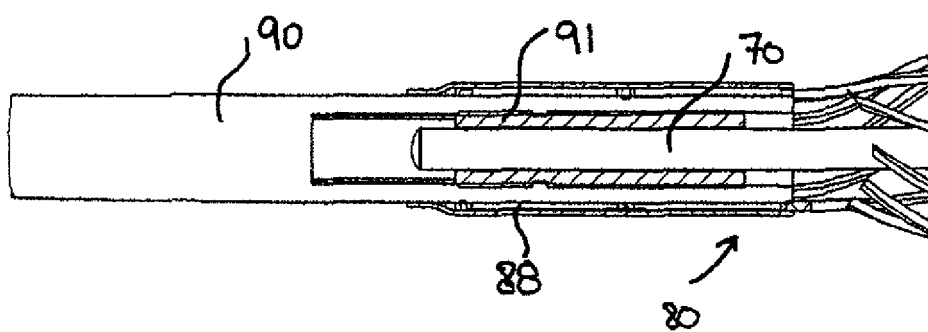
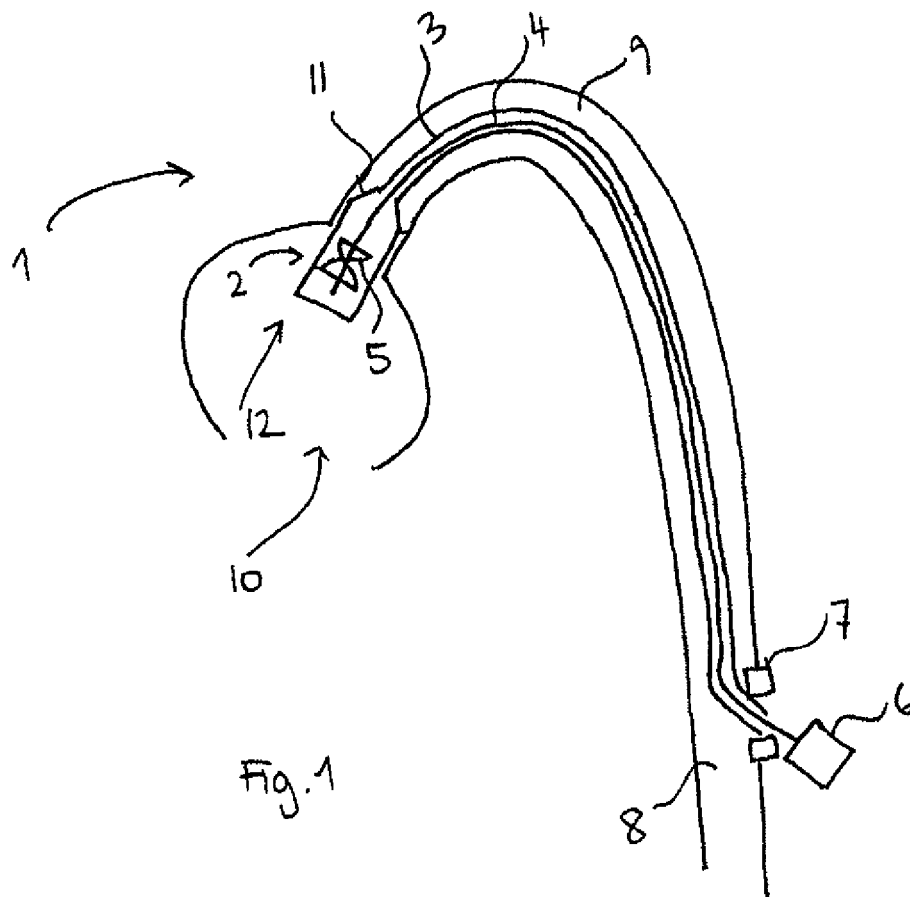


Fig. 2a

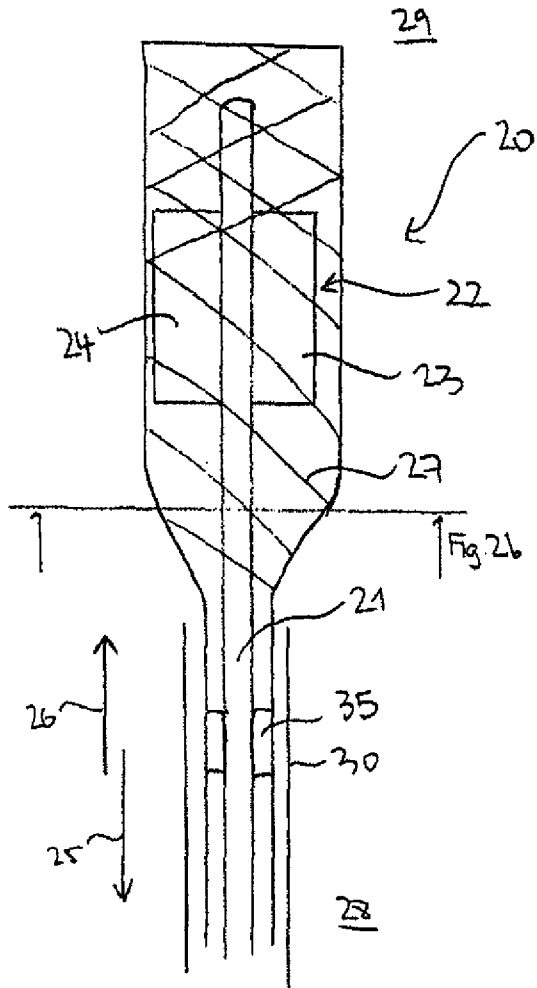
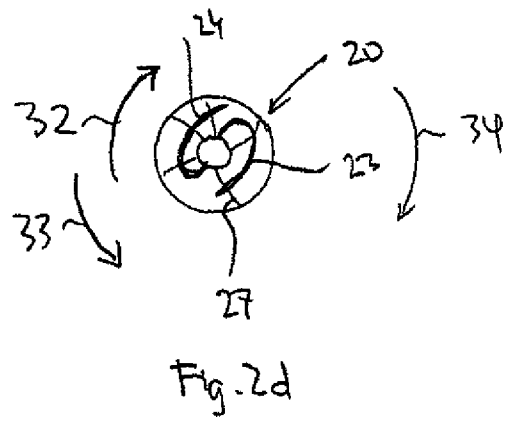
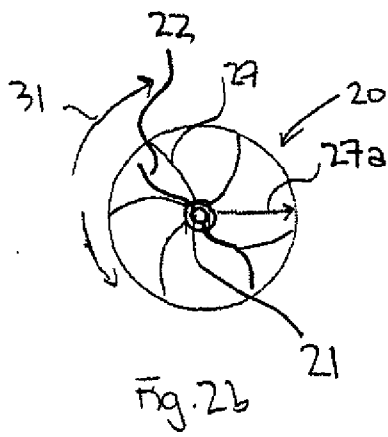
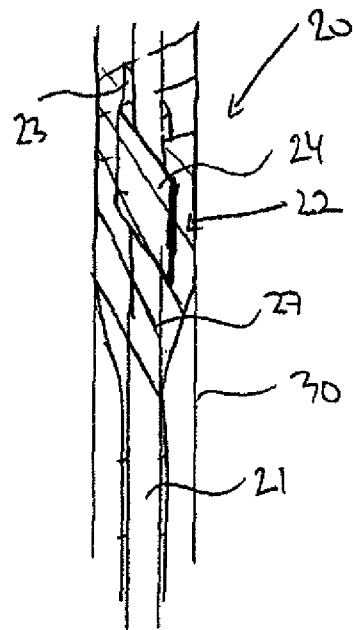
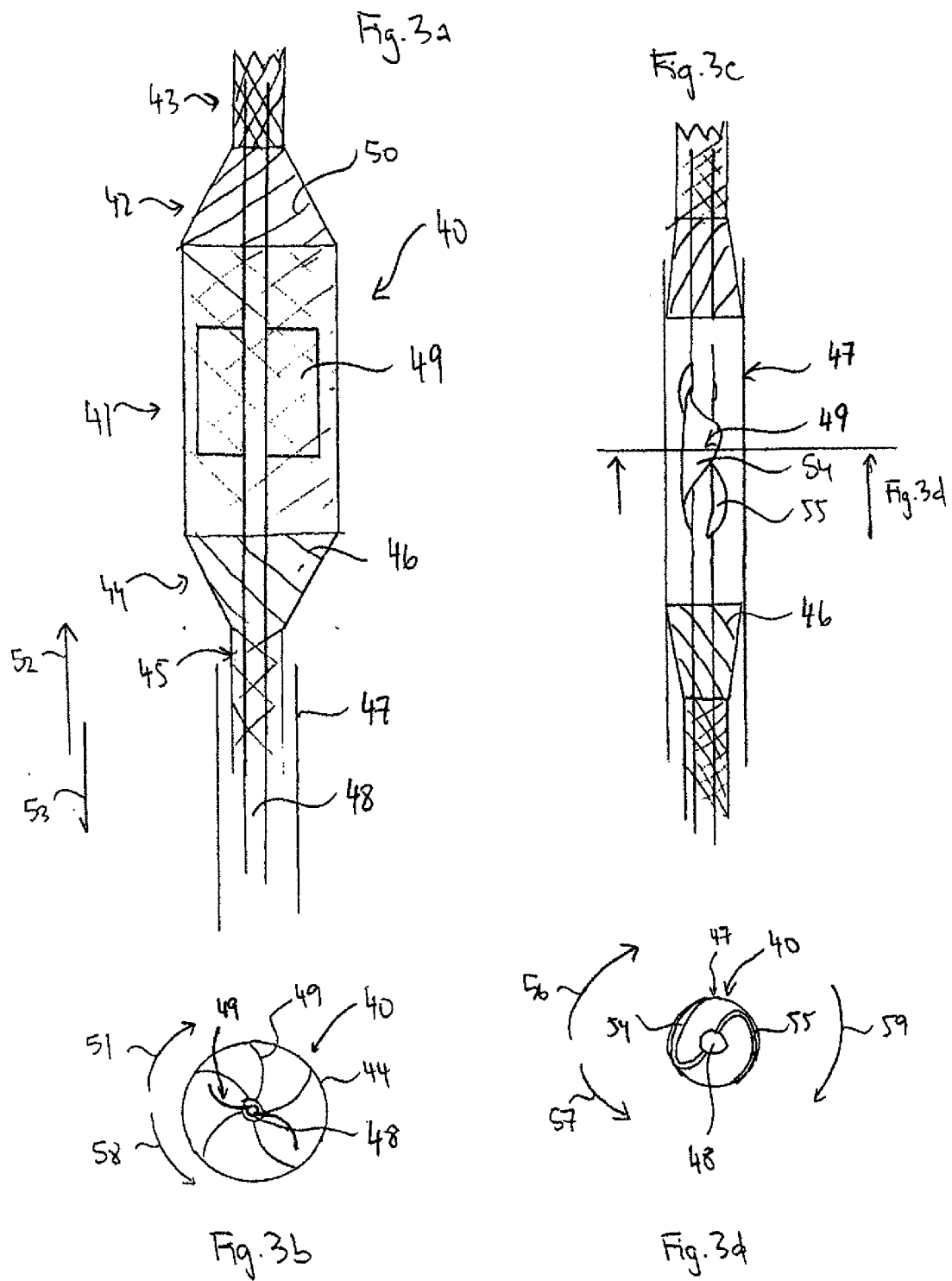


Fig. 2c





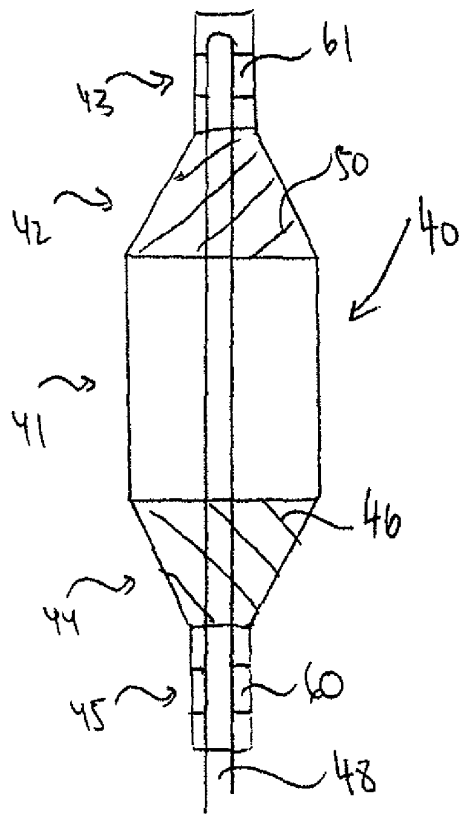


Fig. 4a

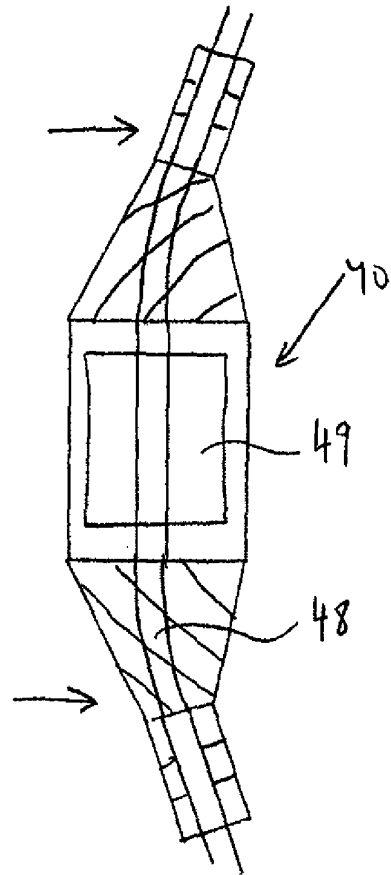


Fig. 4b

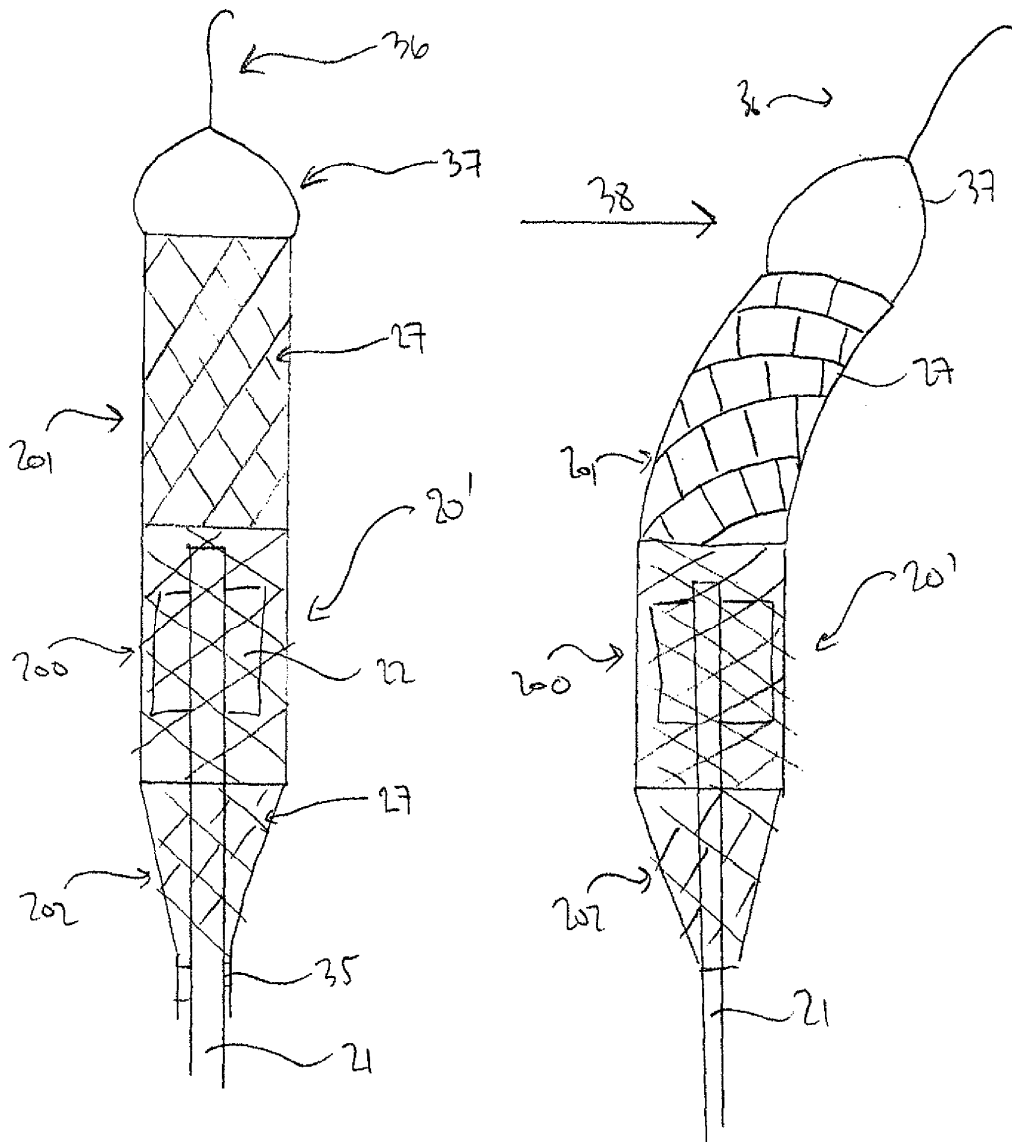


Fig. 5a

Fig. 5b

