

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 745**

51 Int. Cl.:

A61F 2/01 (2006.01)

A61F 2/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2004** **E 12179141 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2014** **EP 2529696**

54 Título: **Válvula cardiaca sustituible**

30 Prioridad:

23.12.2003 US 746280 23.12.2003 US 746942
23.12.2003 US 746240 23.12.2003 US 746872
23.12.2003 US 746887 23.12.2003 US 746120
23.12.2003 US 746285 15.07.2004 US 893151
15.07.2004 US 893131 15.07.2004 US 893143
15.07.2004 US 893142 21.10.2004 US 972287
21.10.2004 US 971535 05.11.2004 US 982692
05.11.2004 US 982388

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.04.2014

73 Titular/es:

SADRA MEDICAL, INC. (100.0%)
1717 Dell Avenue
Campbell, CA 95008, US

72 Inventor/es:

SALAHIEH, AMR;
BRANDT, BRIAN D.;
MOREJOHN, DWIGHT P.;
HAUG, ULRICH R.;
DUERI, JEAN-PIERRE;
VALENCIA, HANS F.;
GESHLIDER, ROBERT A.;
KROLIK, JEFF;
SAUL, TOM;
ARGENTO, CLAUDIO y
HILDEBRAND, DANIEL

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 457 745 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

Válvula cardíaca sustituible

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato para la sustitución endovascular de una válvula cardíaca. Más en concreto, la presente invención se refiere a un aparato para la sustitución percutánea de una válvula cardíaca por una válvula de sustitución que utiliza un anclaje expandible y recuperable.

10 La cirugía de las válvulas cardíacas se utiliza para reparar o sustituir válvulas cardíacas enfermas. La cirugía de las válvulas es una intervención a corazón abierto realizada con anestesia general. Se practica una incisión a través del esternón del paciente (esternotomía) y el corazón del paciente se detiene mientras el flujo sanguíneo se redirige a través de un sistema de circulación extracorpórea.

15 La sustitución de las válvulas puede estar indicada cuando hay un estrechamiento de la válvula cardíaca natural, generalmente denominada estenosis, o cuando la válvula natural presenta fugas o regurgita.

20 Al sustituir la válvula, la válvula natural se estirpa y se sustituye por una válvula o bien biológica o bien mecánica. Las válvulas mecánicas requieren medicación con anticoagulantes de por vida para impedir la formación de coágulos de sangre, y a menudo se puede escuchar el chasquido de las válvulas a través del pecho. Las válvulas de tejido biológico no requieren dicha medicación. La histoválvulas pueden obtenerse de cadáveres o pueden ser porcinas o bovinas, y generalmente están unidas a unos anillos sintéticos que se fijan al corazón del paciente.

25 La cirugía de sustitución de válvulas es una operación muy invasiva con un riesgo concomitante considerable. Entre los riesgos se incluyen el sangrado, la infección, el ictus, el ataque cardíaco, la arritmia, la insuficiencia renal, reacciones adversas a las medicaciones anestésicas así como la muerte súbita. De un 2 a un 5 % de los pacientes muere durante la intervención quirúrgica.

30 Después de la intervención quirúrgica, los pacientes pueden encontrarse temporalmente confusos debido a los émbolos y a otros factores asociados con el sistema de circulación extracorpórea. Los 2 o 3 primeros días después de la intervención quirúrgica transcurren en una unidad de cuidados intensivos, en la que las funciones cardíacas se vigilan estrechamente. La estancia media en el hospital oscila entre 1 y 2 semanas, y se requieren varias semanas más para una recuperación completa.

35 En los últimos años, los avances en cirugía mínimamente invasiva y en cardiología intervencionista han movido a algunos investigadores a promover la sustitución percutánea de la válvula cardíaca aórtica. Percutaneous Valve Technologies ("PVT") de Fort Lee, New Jersey, han desarrollado una endoprótesis vascular expandible por balón integrada con una válvula bioprotésica. El dispositivo de endoprótesis vascular/válvula se despliega a través de la
40 válvula enferma natural para mantener la válvula abierta de modo permanente, paliando con ello la necesidad de extirpar la válvula natural, y para situar la válvula bioprotésica en lugar de la válvula natural. El dispositivo de la PVT está diseñado para su instalación dentro de un laboratorio de cateterización cardíaca con anestesia local usando una guía fluoroscópica, evitando con ello la anestesia general y la operación a corazón abierto. El dispositivo se implantó por primera vez en un paciente en abril de 2002.

45 El dispositivo de PVT presenta varios inconvenientes. El despliegue de la endoprótesis vascular de la PVT no es reversible, y la endoprótesis vascular no es recuperable. Esto es un inconveniente fundamental porque la colocación inadecuada demasiado lejos hacia arriba en dirección a la aorta supone el riesgo de bloquear las aberturas de las arterias coronarias del paciente. Asimismo, una endoprótesis vascular/válvula mal colocada en la otra dirección (lejos de la aorta, más cerca del ventrículo) incidirá sobre el aparato mitral y, tarde o temprano, desgastará el paso de la valva dado que la valva se frota continuamente contra el borde de la endoprótesis vascular/válvula.

50 Otro inconveniente del dispositivo de la PVT es su perfil de la instalación en sección transversal relativamente amplio. La combinación de endoprótesis vascular/válvula del sistema PVT está montada sobre un balón de
55 instalación, lo que hace que resulte problemática la instalación retrógrada a través de la aorta. Por tanto, se necesita una vía de acceso transeptal anterógrada, lo que requiere la punción del tabique y la penetración a través de la válvula mitral, lo que incrementa en gran medida la complejidad y el riesgo del procedimiento. Muy pocos cardiólogos están actualmente adiestrados para realizar una punción transeptal, que, en sí misma, constituye un procedimiento problemático.

60 Otras válvulas cardíacas de sustitución de la técnica anterior utilizan endoprótesis vasculares autoexpandibles como anclajes. En el procedimiento de sustitución endovascular de las válvulas aórticas, resulta crítica la sustitución precisa de las válvulas aórticas con respecto a las aberturas de las arterias coronarias y a la válvula mitral. Sin embargo, los sistemas autoexpandibles ofrecen una precisión muy deficiente en el despliegue. A menudo el extremo proximal de la endoprótesis vascular no se suelta del sistema de instalación hasta que se verifica la
65 colocación precisa por fluoroscopia, y la endoprótesis vascular típicamente salta una vez liberada. Por tanto, a

menudo es imposible saber dónde se encontrarán los extremos de la la endoprótesis vascular dentro de la válvula natural, la entrada coronaria y la válvula mitral.

Asimismo, es muy conveniente la visualización de la forma en que la nueva válvula está funcionando antes de su despliegue final. La visualización antes del despliegue final e irreversible no puede, sin embargo, llevarse a cabo en sistemas de autoexpansión estándar, y la válvula de sustitución no es completamente operativa antes de su despliegue final.

Otro inconveniente de los sistemas de válvulas cardíacas de sustitución autoexpandibles es su falta de resistencia radial. Con el fin de que los sistemas autoexpandibles puedan ser fácilmente instalados a través de una vaina de instalación, el metal necesita flexionarse y doblarse por dentro del catéter de instalación sin resultar drásticamente deformado. En stents arteriales, esto no constituye un problema, y existen muchos sistemas de stent arteriales comerciales que aplican una fuerza radial suficiente contra la pared del vaso y al mismo tiempo pueden comprimirse hasta adoptar un diámetro lo bastante pequeño para ajustarse dentro de un catéter de instalación sin deformación drástica.

Sin embargo, cuando la endoprótesis vascular incorpora una válvula sujeta en su interior, como en el caso de la sustitución de válvulas aórticas, el anclaje de la la endoprótesis vascular a las paredes del vaso constituye un problema significativo durante la diástole. La fuerza para retener la presión arterial e impedir que la sangre retroceda al interior del ventrículo durante la diástole será directamente transferida a la superficie de contacto de las paredes stent - vaso. Por tanto, la cantidad de fuerza radial requerida para mantener la endoprótesis vascular - válvula autoexpandible en contacto con la pared del vaso y que no se deslice será mucho mayor que en los stents que no incorporen válvulas dentro de ellos. Asimismo, una endoprótesis vascular autoexpandible sin la suficiente fuerza radial terminará dilatándose y contrayéndose contra cada latido del corazón, alterando con ello la válvula, afectando su función y posiblemente migrando y terminando por ser completamente desalojada. El simple incremento del grosor de los tirantes de la la endoprótesis vascular autoexpandible no constituye una solución práctica en cuanto supone el riesgo de una deformación del perfil y/o plástica mayor de la la endoprótesis vascular autoexpandible.

La solicitud de patente estadounidense con el No.de Serie 2002/0151970 de Garrison et al, describe un dispositivo de dos piezas para la sustitución de la válvula aórtica que está adaptado para su instalación a través de la aorta de un paciente. La endoprótesis vascular es colocado de forma percutánea a través de la válvula natural, a continuación una válvula de sustitución es situada dentro de la luz de la endoprótesis vascular. Mediante la separación de la endoprótesis vascular y de la válvula durante la instalación, un perfil del sistema de instalación del dispositivo puede ser lo suficientemente reducido para hacer posible la instalación aórtica sin que se requiera una vía de acceso transeptal. Tanto la endoprótesis vascular como un bastidor de la válvula de sustitución pueden ser expandibles por balón o autoexpandibles.

Aunque ofrecen una vía de acceso aórtica, los dispositivos descritos en la solicitud de patente de Garrison, presentan varios inconvenientes. En primer lugar, la porción de la endoprótesis vascular del dispositivo es instalada a través de la válvula natural como una sola pieza en una sola etapa, lo que precluye la recolocación dinámica de la endoprótesis vascular durante la instalación. El acortamiento o la migración de la endoprótesis vascular durante la expansión pueden conducir a una alineación inadecuada.

Asimismo, la endoprótesis vascular de Garrison simplemente aplasta las valvas de la válvula natural contra la pared del corazón y no encaja con las valvas de una manera que pueda proporcionar una alineación efectiva del dispositivo con respecto a la posición natural de la válvula. Esto incrementa el inmediato riesgo de bloqueo de las aberturas de las arterias coronarias, así como el riesgo de migración a largo plazo del dispositivo después de la implantación. Asimismo, la endoprótesis vascular comprende unas aberturas o huecos en los cuales la válvula de sustitución queda asentada después de su instalación. El tejido puede sobresalir a través de estos huecos, incrementando con ello el riesgo de un asentamiento inadecuado de la válvula dentro de la endoprótesis vascular.

El documento US 5,957,949 divulga una válvula artificial se divulga una endoprótesis vascular para mantener un flujo unidireccional patente dentro de un paso biológico. La válvula artificial incluye que incluye un injerto tubular que incorpora unas porciones de muelle anulares radialmente comprimibles para presionar los extremos proximal y distal del injerto hasta conformar un encaje fijo con la superficie interior de un paso genéricamente tubular. También se divulga un catéter de despliegue que incluye un catéter interno con un alambre con núcleo de nitinol, un balón de la punta controlable en su extremo distal para la dilatación y oclusión del paso del paso, y un balón de injerto controlable en las proximidades de y proximal con respecto al balón de punta para asentar de manera fija las porciones de muelle de conformidad con la superficie interior.

Sumario de la invención

El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un sistema para la sustitución de una válvula cardíaca que se puede implantar de forma segura. Este objeto se obtiene mediante un aparato de acuerdo con la reivindicación 1. Las reivindicaciones dependientes representan características ventajosas de la presente invención.

Breve descripción de los dibujos

- 5 Las Figuras 1A - B son vistas en alzado de una válvula cardiaca de sustitución y de un anclaje de acuerdo con una forma de realización de la invención.
- Las Figuras 2A - B son vistas en sección del anclaje y la válvula de las Figuras 1.
- 10 Las Figuras 3A - B muestran la instalación y despliegue de una válvula cardiaca de sustitución y un anclaje, como por ejemplo el anclaje y la válvula de las Figuras 1 y 2.
- Las Figuras 4A - F muestran también la instalación y despliegue de una válvula cardiaca de sustitución y un anclaje, como por ejemplo la válvula y el anclaje de las Figuras 1 y 2.
- 15 Las Figuras 5A - I muestran el uso de una válvula cardiaca de sustitución y de un anclaje para sustituir una válvula aórtica.
- Las Figuras 6A - F muestran el uso de una válvula cardiaca de sustitución y un anclaje con una característica de alineación efectiva para sustituir una válvula aórtica.
- 20 La Figura 7 muestra el uso de una válvula cardiaca de sustitución y un anclaje con una característica de alineación efectiva alternativa para sustituir una válvula aórtica.
- Las Figuras 8A - C muestran otra forma de realización ejemplar de una válvula cardiaca de sustitución y de un anclaje de acuerdo con la invención.
- 25 Las Figuras 9A - H muestran la instalación y despliegue de la válvula cardiaca de sustitución y el anclaje de las Figuras 8.
- 30 La Figura 10 es un dibujo en sección transversal del sistema de instalación utilizado con el procedimiento y el aparato de las Figuras 8 y 9.
- Las Figuras 11A - C muestran cierres alternativos para su uso en las válvulas cardiacas de sustitución y en los anclajes de esta invención.
- 35 Las Figuras 12A - C muestran un cierre de encaje con la pared del vaso para su uso en las válvulas cardiacas de sustitución y los anclajes de esta invención.
- Las Figura 13 muestra unas fugas paravalvulares alrededor de una válvula cardiaca de sustitución y de un anclaje.
- 40 La Figura 14 muestra una junta de estanqueidad para su uso en una válvula cardiaca de sustitución y un anclaje de esta invención.
- Las Figuras 15A - E muestran disposiciones alternativas de juntas de estanqueidad dispuestas sobre una válvula cardiaca de sustitución y un anclaje.
- 45 Las Figuras 16A - C muestran diseños de juntas de estanqueidad alternativas para su uso en las válvulas cardiacas de sustitución y los anclajes.
- 50 Las Figuras 17A - B muestran una forma de realización alternativa de un cierre de anclaje en una configuración desbloqueada.
- Las Figuras 18A - B muestran el cierre de anclaje de la Figura 17 en una configuración bloqueada.
- 55 La Figura 19 muestra una fijación alternativa de una herramienta de despliegue de un anclaje y de un mecanismo de liberación para su uso con la invención.
- La Figura 20 muestra el mecanismo de fijación y liberación de la Figura 19 en el proceso de ser liberado.
- 60 La Figura 21 muestra el mecanismo de fijación y liberación de las Figuras 19 y 20 en estado liberado.
- La Figura 22 muestra una forma de realización alternativa de una válvula cardiaca de sustitución y de un anclaje y de un utensilio de despliegue de acuerdo con la invención en una configuración no desplegada.
- 65 La Figura 23 muestra la válvula cardiaca de sustitución y el anclaje de la Figura 22 en una configuración parcialmente desplegada.

La Figura 24 muestra la válvula cardiaca de sustitución y el anclaje de las Figuras 22 y 23 en una configuración desplegada de un modo más completo pero con el instrumento de despliegue todavía fijado.

5 La Figura 25 muestra otra forma de realización adicional del aparato de instalación y despliegue de la invención en uso con una válvula cardiaca de sustitución y un anclaje.

La Figura 26 muestra el aparato de instalación y despliegue de la Figura 25 en el proceso de despliegue de una válvula cardiaca de sustitución y de un anclaje.

10 La Figura 27 muestra una forma de la invención que emplea unas juntas de estanqueidad en la superficie de contacto de la válvula cardiaca de sustitución y el anclaje y el tejido del paciente.

15 La Figura 28 es una vista en sección transversal longitudinal de la junta estanca mostrada en la Figura 27 de forma comprimida.

La Figura 29 es una vista en sección transversal de la junta estanca mostrada en la Figura 28.

20 La Figura 30 es una vista en sección transversal longitudinal de la junta estanca mostrada en la Figura 27 en forma expandida.

La Figura 31 es una vista en sección transversal de la junta estanca mostrada en la Figura 28.

25 La Figura 32 muestra otra forma de realización adicional de la válvula cardiaca de sustitución y el anclaje en una configuración no desplegada.

La Figura 33 muestra la válvula cardiaca de sustitución y el anclaje de la Figura 32 en una configuración desplegada.

30 La Figura 34 muestra la válvula cardiaca de sustitución y el anclaje de las Figuras 32 y 33 desplegadas en la válvula cardiaca de un paciente.

35 Las Figuras 35A - H muestran otra forma de realización adicional de una válvula cardiaca de sustitución, un anclaje y un sistema de despliegue.

Las Figuras 36A - E muestran con mayor detalle el anclaje de la forma de realización mostrada en las Figuras 35A - H.

40 Las Figuras 37A - B muestran detalles adicionales de la forma de realización de las Figuras 35A - H.

Las Figuras 38 - 40 ilustran un procedimiento para la sustitución percutánea de una válvula cardiaca enferma de un paciente.

45 Las Figuras 41 y 42 muestran un anclaje para su uso en una forma de realización de una válvula cardiaca de sustitución de dos piezas y de un anclaje.

Las Figuras 43 y 44 muestran una válvula cardiaca de sustitución para su uso en una forma de realización de una válvula cardiaca de sustitución de dos piezas y de un anclaje.

50 Las Figuras 45 - 48 muestran un procedimiento para acoplar el anclaje de las Figuras 41 y 42 y la válvula cardiaca de sustitución de las Figuras 43 y 44.

55 Las Figuras 49A y 49B muestran el aparato de la válvula cardiaca de sustitución de acuerdo con la presente invención. La Figura 49A ilustra el aparato en una configuración de instalación comprimida dentro de un sistema de instalación. La Figura 49B ilustra el aparato en una configuración expandida parcialmente desplegada por el sistema de instalación.

60 Las Figuras 50A - 50F muestran un anclaje del aparato de las Figuras 49 en la configuración de instalación comprimida y en la configuración desplegada expandida, así como el aparato completo en la configuración desplegada, y unos mecanismos de cierre opcionales para su uso en el aparato.

La Figura 51 muestra una vista detallada de una variante del montante de anclaje.

65 Las Figuras 52A y 52B muestran una variante alternativa del montante que incorpora una característica de alineación de cierre.

- Las figuras 53A y 53B muestran una variante del montaje que incorpora una característica de alineación de cierre alternativa.
- 5 La Figura 54 muestra una variante del montante que incorpora un elemento expandible.
- La Figura 55 muestra una variante del montante con un elemento expandible o de cable alternativo.
- Las Figuras 56A - 56C muestran una variante del montante que incorpora una característica de alineación del cierre alternativa.
- 10 La Figura 57 muestra la variante del montante de la Figura 51 en combinación con un accionador ilustrativo y un accionador de liberación.
- Las Figuras 58A - 58C muestran una variante del montante, del accionador y del accionador de liberación que forman un mecanismo de fijación liberable alternativo.
- 15 Las Figuras 59A - 59C muestran otra variante del mecanismo de fijación liberable.
- Las Figuras 60A - 60C muestra otra variante adicional del mecanismo de fijación liberable. Las Figuras 61A y 61B muestran otra variante adicional del elemento de fijación liberable.
- 20 La Figura 62 muestra una variante del montante, del accionador y del elemento de cierre del anclaje que incorpora un cierre reversible.
- 25 Las Figuras 63A - 63C muestran una variante del accionador, del accionador del cierre y del accionador de liberación. La Figura 64 muestra una variante del elemento de cierre del anclaje que incorpora una característica de alineación del cierre.
- Las Figuras 65A y 65B muestran la expansión, el bloqueo y el accionamiento del mecanismo de fijación liberable del aparato de la Figura 64.
- 30 La Figura 66 muestra otra variante del aparato que incorpora un mecanismo de prevención de cierre accionable.
- 35 Las Figuras 67A y 67B muestran una variante del montante que está configurada para su cierre contra la trenza del anclaje.
- Las Figuras 68A - 68C muestran el accionamiento y la liberación de una variante del elemento del cierre de anclaje.
- 40 Las Figuras 69A y 69B muestran otra variante de un mecanismo de accionamiento liberable que incorpora un mecanismo de alineación de cierre que puede ser cortado a partir de un tubo.
- Las Figuras 70A - 70D muestran el accionamiento de una variante del elemento de cierre de anclaje que puede estar formado a partir de un tubo cortado.
- 45 Las Figuras 71A - 71F muestran una variante del montante que incorpora un accionador de desbloqueo.
- Las Figuras 72A - 72B muestran otra variante de hebilla del elemento de cierre del anclaje.
- 50 La Figura 73 muestra la fijación de una variante del elemento de cierre del anclaje al anclaje.
- La Figura 74 muestra una variante del montaje y del elemento de cierre del anclaje que incorpora un cierre de trinquete.
- 55 Las Figuras 75A y 75B muestran variantes del cierre de trinquete.
- Las Figuras 76A - 76H muestran el accionamiento de otra variante del cierre de trinquete.
- 60 Las Figuras 77A - 77C muestran una variante tubular del elemento del cierre de trinquete.
- Las Figuras 78A - 78C muestran una variante del elemento del cierre de anclaje de las Figuras 77.
- Las Figuras 79A y 79B muestran una variante del aparato de la Figura 78 que comprende una característica de alineación del cierre.
- 65

- Las Figuras 80A - 80F muestran un procedimiento de actuación y ajuste del cierre de trinquete del aparato de las Figuras 78.
- 5 Las Figuras 81A y 81B muestran una variante de un anclaje/accionador.
- Las Figuras 82A - 82C muestran vistas en detalle del mecanismo de fijación liberable del accionador de las Figuras 81.
- 10 Las Figuras 83A - 83C muestran una variante del mecanismo de fijación liberable de las Figuras 82.
- Las Figuras 84A - 84C muestran otra variante del mecanismo de fijación liberable.
- Las Figuras 85A - 85C muestran otra variante adicional del mecanismo de fijación liberable.
- 15 Las Figuras 86A - 86N muestran variantes de un accionador de liberación utilizado en combinación con el mecanismo de fijación liberable de las Figuras 82.
- Las Figuras 87A y 87B muestran vistas en detalle de una forma de realización del instrumento del sistema de instalación/despliegue.
- 20 Las Figuras 88A y 88B muestran el instrumento del sistema de instalación/despliegue de las Figuras 87 fijado de manera liberable al aparato 10, y separado del aparato.
- 25 Las Figuras 89A y 89B muestran una variante del instrumento de despliegue del sistema de instalación de las Figuras 87 y 88 en el que los accionadores se extienden mediante una estructura unitaria.
- Las Figuras 90A - 90C muestran diversas formas para conectar elementos del anclaje en el aparato de la válvula de sustitución.
- 30 La Figura 91 es una vista esquemática desde arriba de un aparato de fabricación de anclajes trenzados de acuerdo con la presente invención.
- Las Figuras 92A - 92D son vistas desde arriba esquemáticas que ilustran un procedimiento de utilización del aparato de la Figura 91 para fabricar un anclaje trenzado de la presente invención.
- 35 Las Figuras 93A - 93O son vistas en detalle esquemáticas que ilustran características de las células de trenza en el borde del anclaje.
- Las Figuras 94A - 95E ilustran características adicionales de las células de trenza en un borde de anclaje.
- 40 Las Figuras 95A - 95J son terminaciones de vistas en detalle esquemáticas para uno o más filamentos de alambre que forman los anclajes de la presente invención.
- 45 Las Figuras 96A y 96B son vistas laterales esquemáticas de formas de realización alternativas de la porción de anclaje del aparato de la presente invención.
- Las Figuras 97A - 97E son vistas laterales esquemáticas de formas de realización alternativas de la porción de anclaje del aparato de la presente invención.
- 50 Las Figuras 98A - 98D son vistas esquemáticas de diferentes configuraciones de tejedura.
- Las Figuras 99a - 99E son vistas laterales esquemáticas de diversas configuraciones de anclaje trenzadas.
- 55 Las Figuras 100A - 100E son vistas laterales esquemáticas de un proceso de despliegue.
- Las Figuras 101A y 101B ilustran un anclaje trenzado en el corazón.
- Las Figuras 102A y 102B ilustran un anclaje bilateralmente simétrico y un anclaje asimétrico, respectivamente.
- 60 La Figura 103 ilustra un anclaje trenzado de la presente invención con unos giros terminales cerrados Tu.
- Las Figuras 104A - 104E ilustran características adicionales de los giros terminales de un anclaje trenzado.
- 65 Las Figuras 105A - 105F ilustran el despliegue de un anclaje con unos elementos de encaje de las valvas dispuestos sobre el elemento de despliegue.

La Figura 106 ilustra un anclaje desplegado con unos elementos de anclaje de las valvas dispuestos sobre el extremo proximal del anclaje.

5 Las Figuras 107A - 107C ilustran el despliegue de un anclaje con unos elementos de alineación del anclaje y un junta de estanqueidad.

Las Figuras 108A - 108B ilustran una forma de realización del aparato con un junta de estanqueidad que no llega hasta el extremo proximal del anclaje tanto durante la sístole como durante la diástole.

10 Las Figuras 109A - 109B ilustran una forma de realización del aparato con junta de estanqueidad que llega hasta el extremo proximal del anclaje tanto durante la sístole como durante la diástole.

Descripción detallada

15 La presente invención se refiere a un aparato para la instalación y despliegue por vía endovascular o percutánea de una prótesis, por ejemplo una prótesis aórtica, dentro de y/o a través de la válvula cardiaca natural de un paciente, denominada en lo sucesivo en el presente documento sustitutoria de la válvula cardiaca del paciente.

20 Con referencia a las Figuras 1 a 4, se describe una primera forma de realización del aparato de válvula cardiaca de sustitución de acuerdo con la presente invención, que incluye un procedimiento de acortamiento y expansión de forma activa del aparato desde una configuración de instalación y hasta una configuración desplegada. El aparato 10 comprende una válvula de sustitución 20 dispuesta dentro de y acoplada al anclaje 30. Las Figuras 1 ilustran de forma esquemática las células individuales de un anclaje 30 del aparato 10, y deben observarse como si el anclaje
25 cilíndrico se hubiera cortado y hubiera quedado abierto y en plano. Las Figuras 2 ilustran de forma esquemática una parte detallada del aparato 10 en sección lateral.

El anclaje 30 presenta una zona de labio 32, una zona de faldilla 34 y una zona de cuerpo 36. Unos primero, segundo y tercer montantes 32a, 38b y 38c, respectivamente, están acopladas a la zona de faldilla 34 y se extienden
30 por dentro de la luz 31 del anclaje 30. Los montantes 38 están, de modo preferente, separados a intervalos regulares en un ángulo de 120° unos respecto de otros alrededor de la circunferencia del anclaje 30.

El anclaje 30 se fabrica, de forma preferente, mediante la utilización de patrones autoexpandibles (cortados por láser o clínicamente laminados), trenzas, y materiales, como por ejemplo acero inoxidable, níquel - titanio ("Nitinol") o
35 cromo - cobalto pero, como alternativa, puede fabricarse utilizando patrones expandibles por balón en los que el anclaje esté diseñado para deformarse drásticamente hasta conformar su configuración final por medio de la expansión del balón. La válvula de sustitución 20 se fabrica, de modo preferente, a partir de tejidos biológicos, por ejemplo valvas de válvulas porcinas o tejidos pericárdicos bovinos o equinos, como alternativa pueden fabricarse a partir de materiales de tejidos manipulados genéticamente (como por ejemplo un material de matriz extracelular
40 procedente de la submucosa del intestino delgado (SID)) pero, como alternativa, puede ser un material protésico a partir de un polímero elastomérico o silicona, una malla o patrón de Nitinol o acero inoxidable (con bombardeo iónico, químicamente laminada o cortada por láser). La valva también puede fabricarse a a partir de un material compuesto de los materiales elastoméricos o de silicona y de aleaciones de metal o de otras fibras, como por ejemplo, Kevlar o carbono. La base anular 22 de la válvula de sustitución 20 está, de modo preferente, acoplada a la
45 zona de faldilla 34 del anclaje 30, mientras que las comisuras 24 de las valvas de la válvula de sustitución 26 están acopladas a los montantes 38.

El anclaje 30 puede accionarse utilizando una fuerza no hidráulica o no neumática externa para efectuar un acortamiento activo con el fin de incrementar su resistencia radial. Como se muestra más adelante, las zonas
50 proximal distal y proximal del anclaje 30 pueden accionarse de manera independiente. El anclaje y la válvula pueden colocarse y expandirse para visualizar su emplazamiento con respecto a la válvula natural y otras características anatómicas y para visualizar el funcionamiento de la válvula. A continuación, se puede volver a colocar el anclaje y la válvula e incluso recuperarse hasta el interior de la vaina de instalación o el catéter. El aparato puede colocarse en las inmediaciones de la válvula aórtica del paciente en una vía de acceso retrógrada en un catéter con un
55 diámetro no superior a 7,6 mm, de modo preferente no superior a 7 mm, de modo más preferente no superior a 6,3 mm y, de modo más preferente no superior a 5,6 mm. Tras el despliegue, el anclaje y la válvula de sustitución capturan las valvas de la válvula natural y se cierran de modo eficiente para mantener su configuración y posición.

Se usa un instrumento de despliegue para accionar, recolocar, bloquear y/o recuperar el anclaje 30. Con el fin de
60 evitar la instalación del anclaje 30 sobre un balón para la expansión del balón, se utiliza un accionador del anclaje no hidráulico o no neumático. En esta forma de realización, el accionador es una herramienta de despliegue que incluye accionadores de control de la zona distal 50, accionadores de control 60 (incorporados aquí como vástagos o tubos) y accionadores de la zona proximal 62. Los cierres 40 incluyen montantes o brazos 38, de modo preferente, con elementos de interbloqueo macho 44, que se extienden desde la zona de faldilla 34 y elementos de interbloqueo
65 hembra que se acoplan entre sí 42 dispuestos en la zona de labio 32. Los elementos de interbloqueo macho 44 presentan ojales 45. Los accionadores de control 50 pasan desde el sistema de instalación del aparato 10 a través

de los elementos de interbloqueo hembra 42, a través de los ojales 45 de los elementos de interbloqueo macho 44 y de nuevo a través de los elementos de interbloqueo hembra 42, de manera que un doble filamento de alambre 50 pasa a través de cada elemento de interbloqueo hembra 42 para su manipulación por parte de un facultativo médico situado fuera del paciente para accionar y controlar el anclaje modificando la configuración del anclaje. Los accionadores de control 50 pueden, comprender, por ejemplo, filamentos de sutura o alambre.

Los accionadores 60 están acoplados de manera reversible al aparato 10 y pueden usarse en combinación con los accionadores 50 para accionar el anclaje 30, por ejemplo, para acortar y bloquear el aparato 10 en la configuración completamente desplegada. Los accionadores 60 facilitan también la colocación y retirada del aparato 10, según lo descrito más adelante en la presente memoria. Por ejemplo, el anclaje 30 puede ser acortado y expandido radialmente mediante la aplicación de una fuerza dirigida en dirección distal mediante los accionadores 60 retrayendo al tiempo los accionadores 50 en sentido proximal. Como se aprecia en las Figuras 3, los accionadores de control 62 pasan a través de las luces interiores 61 de los accionadores 60. Esto asegura que los accionadores 60 queden alineados adecuadamente con el aparato 10 durante su despliegue y acortamiento. Los accionadores de control 62 pueden también accionar el anclaje 60; unas fuerzas dirigidas en dirección proximal sobre los accionadores de control 62 contactan con la zona de labio proximal 32 del anclaje 30. Los accionadores 62 actúan también para acoplar y desacoplar del aparato 10 los accionadores 60. Los accionadores 62 pueden comprender, filamentos de sutura o de alambre.

Las Figuras 1A y 2A ilustran el anclaje 30 en una configuración de instalación o en una configuración parcialmente desplegada (por ejemplo, después de la expansión autoexpansiva dinámica desde una configuración de instalación constreñida dentro de la vaina de instalación). El anclaje 30 presenta una extensión relativamente larga y una anchura relativamente corta en la configuración de instalación o parcialmente desplegada, en comparación con la configuración retraída o completamente desplegada de las Figuras 1B y 2B.

En las Figuras 1A y 2A, la válvula de sustitución 20 está comprimida dentro de la luz 31 del anclaje 30. La retracción de los accionadores 50 con respecto a los accionadores 60 retrae el anclaje 30, lo que incrementa la anchura del anclaje reduciendo al tiempo su longitud. Asimismo, dicho acortamiento asienta de manera adecuada la válvula de sustitución 20 dentro de la luz 31 del anclaje 30. El acortamiento impuesto potenciará la fuerza radial aplicada por el aparato 10 al tejido circundante a lo largo de al menos una porción del anclaje 30. En algunas formas de realización, el anclaje ejerce una fuerza hacia fuera sobre el tejido circundante para encajar con el tejido de tal manera que se impida la migración del anclaje provocada por la fuerza de la sangre contra la valva cerrada durante la diástole. La fuerza del anclaje es, de modo preferente, de 0,45 kg a 0,90 kg, de modo más preferente de 0,90 kg a 1,81 kg o, de modo más preferente, de 1,81 kg a 4,53 kg. En algunas formas de realización, la fuerza del anclaje es, de modo preferente, mayor de 0,45 kg, de modo más preferente mayor que 0,90 kg o, de modo más preferente mayor de 1,81 kg. La fuerza radial potenciada del anclaje también es importante para potenciar la resistencia al aplastamiento del anclaje contra el tejido circundante debido a la respuesta cicatrizante (fibrosis y contracción del anillo durante un periodo de tiempo más largo) o a los cambios de presión dinámicos y al flujo en cada latido del corazón. En una forma de realización alternativa, el patrón o la prensa de anclaje está diseñada para que incorpore unos huecos o áreas en las que se permite que el tejido natural sobresalga ligeramente a través del anclaje y cuando se aplica el acortamiento, el tejido queda atrapado en el anclaje. Esta característica proporcionaría un medio adicional para impedir la migración del anclaje y potenciaría la estabilidad a largo plazo del dispositivo.

El despliegue del aparato 10 es completamente reversible hasta que un cierre 40 haya quedado bloqueado por medio del acoplamiento de los elementos de interbloqueo macho 44 con los elementos de interbloqueo hembra 42. El despliegue, a continuación, se completa mediante el desacoplamiento de los accionadores 60 respecto de la sección de labio 32 del anclaje 30 mediante la retracción de un extremo de cada accionador 62 con respecto al otro extremo del accionador, y mediante la retracción del otro extremo de cada accionador 50 con respecto al otro extremo del accionador hasta que cada accionador haya sido retirado del ojal 45 de su correspondiente elemento de interbloqueo macho 44.

Como se aprecia de forma óptima en la Figura 2B, la zona 36 del cuerpo del anclaje 30 puede, de manera opcional, comprender unos elementos de arpón 37 que sobresalen desde el anclaje 30 en la configuración completamente desplegada, por ejemplo, de una valva de la válvula natural del paciente y para evitar la migración del aparato.

Con referencia ahora a las Figuras 3, se muestra un sistema de instalación y despliegue para una forma de realización autoexpandible del aparato 10 que incluye una vaina 110 que presenta una luz 112. El anclaje autoexpandible 30 está comprimido hasta adoptar una configuración de instalación dentro de la luz 112 de la vaina 110, de manera que el aparato 10 pueda colocarse por medio del sistema de instalación 100. Como se aprecia en la Figura 3A el aparato 10 puede desplegarse a partir de la luz 112 mediante la retracción de la vaina 110 con respecto al aparato 10, los accionadores de control 50 y los accionadores 60, lo cual provoca que el anclaje 30 se autoexpandan de forma dinámica hasta una configuración parcialmente desplegada. Después, los accionadores de control 50 se retraen con respecto al aparato 10 y a los accionadores 60 para imponer el acortamiento al anclaje 30, como se aprecia en la Figura 3B.

Durante el acortamiento, los accionadores 60 empujan contra la zona de labio 32 del anclaje 30, mientras los

accionadores 50 traccionan sobre los montantes 38 del anclaje. Los accionadores 62 pueden retraerse junto con los accionadores 50 para potenciar la fuerza de empuje dirigida en sentido distal aplicada por los accionadores 60 a la zona de labio 32. La retracción continuada de los accionadores 50 con respecto a los accionadores 60 bloquearía los cierres 40 y desplegaría completamente el aparato 10 con la válvula de sustitución 20 completamente asentada dentro del anclaje 30, como en las Figuras 1B y 2B. El aparato 10 presenta una resistencia radial potenciada en la configuración completamente desplegada en comparación con la configuración parcialmente desplegada de la Figura 3A. Una vez que el aparato 10 se ha desplegado completamente, los accionadores 50 y 62 pueden retirarse del aparato 10, separando de esta manera el sistema de instalación 100, que incluye los accionadores 60, del aparato.

El despliegue del aparato 10 es completamente reversible hasta que los cierres 40 se han accionado. Por ejemplo, justo antes del bloqueo, la posición del anclaje y de la válvula y del accionamiento de la válvula pueden observarse mediante fluoroscopia. Si la posición necesita ser modificada, relajando y reaplicando alternativamente las fuerzas dirigidas en sentido proximal, ejercidas por los accionadores de control 50 y/o por los accionadores de control 62 y por las fuerzas dirigidas en sentido distal ejercidas por los accionadores 60, la expansión y contracción de las zonas de labio y faldilla del anclaje 30 pueden controlarse de manera independiente para que el anclaje y la válvula puedan ser desplazadas para, por ejemplo, evitar el bloqueo de la abertura de las coronarias, o la incisión sobre la válvula mitral. El aparato 10 puede también recuperarse completamente dentro de la luz 112 de la vaina 110 mediante la retracción simultánea en dirección proximal de los accionadores 50 y de los accionadores 60/accionadores 62 con respecto a la vaina 110. El aparato 10 puede a continuación retirarse del paciente o vuelto a colocar para un redespliegue posterior.

Con referencia ahora a las Figuras 4, se describe el despliegue etapa por etapa del aparato 10 por medio del sistema de instalación 100. En la Figura 4A, la vaina 110 está retraída con respecto al aparato 10, los accionadores 50 y los accionadores 60, provocando con ello que el anclaje autoexpandible 30 autoexpanda de manera dinámica el aparato 10 desde la configuración de instalación comprimida dentro de la luz 112 de la vaina 110 hasta la configuración parcialmente desplegada. El aparato 10 puede recolocarse después de forma dinámica por medio de los accionadores 60 para orientar adecuadamente el aparato, por ejemplo, con respecto a las valvas de la válvula natural de un paciente.

En la Figura 4B, los accionadores de control 50 están retraídos mientras que los accionadores 60 están avanzados, de modo que fuerzan la zona de labio 32 del anclaje 30 en dirección distal al mismo tiempo que se fuerzan los montantes 38 del anclaje en dirección proximal. Ello acorta el aparato 10, como se aprecia en la Figura 4C. El despliegue del aparato 10 es completamente reversible incluso después de que se ha iniciado el acortamiento y de que ha avanzado hasta el punto ilustrado en la Figura 4C.

En la Figura 4D, el acortamiento continuado provoca que los elementos de interbloqueo macho 44 de los cierres 40 encajen con los elementos de interbloqueo hembra 42. Los elementos macho se acoplan con los elementos hembra, bloqueando de esta manera el aparato 10 en la configuración acortada, como se aprecia en la Figura 4E. Después, los accionadores 50 se traccionan a través de los ojales 45 de los elementos macho 44 para retirar del aparato 10 los accionadores, y los accionadores 62 se traccionan a través del extremo proximal del anclaje 30 para desacoplar del aparato los accionadores 60, separando de esta manera del aparato 10 el sistema de instalación 100. El aparato completamente desplegado 100 se encuentra en la Figura 4F.

Con respecto a la Figura 5, se describe un procedimiento de sustitución por vía percutánea de una válvula aórtica enferma de un paciente con el aparato 10 y el sistema de instalación 100. Como se aprecia en la Figura 5A, la vaina 110 del sistema de instalación 100, con el aparato 10 dispuesto en su interior se hace avanzar de forma percutánea por encima de un alambre guía G, de modo preferente de manera retrógrada (aunque se puede utilizar, como alternativa, una vía de acceso anterógrada o híbrida), a través de la aorta A de un paciente hasta la válvula aórtica, AV, enferma del paciente. Un cono en punta 102 precede a la vaina 110 en una configuración conocida. En la Figura 5B, la vaina 110 está situada de tal manera que su zona distal queda dispuesta por dentro del ventrículo izquierdo, LV, del corazón H del paciente.

El aparato 10 se despliega desde la luz 112 de la vaina 110, por ejemplo, con la ayuda de una guía fluoroscópica de manera que el anclaje 30 del aparato 10 se autoexpanda de manera dinámica hasta adoptar una configuración parcialmente desplegada, como se muestra en la Figura 5C. De modo ventajoso, el aparato 10 puede retraerse dentro de la luz 112 de la vaina 110 por medio de los accionadores 50 (incluso después de que se haya expandido el anclaje 30 de manera dinámica hasta la configuración desplegada, por ejemplo, para anular el procedimiento o recolocar el aparato 10 o el sistema de instalación 100. Como otra ventaja adicional, el aparato 10 puede recolocarse de forma dinámica, por ejemplo a través de la vaina 110, y/o de los accionadores 60, con el fin de alinear de forma adecuada el aparato con respecto a los puntos de referencia anatómicos, como por ejemplo las aberturas de las coronarias del paciente o las valvas de la válvula natural del paciente, L. Cuando esté adecuadamente alineada, la zona de faldilla 34 del anclaje 30 está dispuesta de modo preferente en dirección distal respecto de las valvas, mientras que la zona del cuerpo 36 está dispuesta a través de las valvas y la zona de labio 32 está dispuesta en dirección proximal respecto de las valvas.

Una vez que están adecuadamente alineados, los accionadores 50 se retraen con respecto a los accionadores 60 para imponer el acortamiento sobre el anclaje 30 y expandir el aparato 10 hasta la configuración completamente desplegada, como se muestra en la Figura 5D. El acortamiento incrementa la resistencia radial del anclaje 30 para asegurar la permeabilidad prolongada del anillo de la válvula, An, así como para proporcionar una mejor junta de estanqueidad del aparato 10 que reduzca la regurgitación paravalvular. Como se aprecia en la Figura 5E, los cierres 40 mantienen el acortamiento impuesto. La válvula de sustitución 20 está adecuadamente asentada dentro del anclaje 30, y el flujo sanguíneo normal entre el ventrículo izquierdo, LV, y la aorta, A, es regulado a continuación por el aparato 10. El despliegue del aparato 10, de modo ventajoso, es completamente reversible hasta que se accionan los cierres 40.

Como se aprecia en la Figura 5F, los accionadores 50 se han traccionado desde los ojales 45 de los elementos macho 44 de los cierres 40, los accionadores 60 están desacoplados del anclaje 30, por ejemplo por medio de los accionadores 62 y el sistema de instalación 100 se extrae del paciente, completando de esta manera el despliegue del aparato 10.

Unos elementos de arpón opcionales 37 encajan con las valvas de la válvula natural del paciente, por ejemplo hasta evitaraún más la migración del aparato y/o reducir la regurgitación paravalvular.

La Figuras 5G y 5H muestran detalles adicionales del despliegue que utiliza un aparato de despliegue. El aparato 10 se despliega desde la luz, Lu, de la vaina 110, por ejemplo, mediante la ayuda de una guía fluoroscópica mediante la retracción proximal del asidero proximal 111 de la vaina 110 con respecto al eje 108, de manera que el anclaje 30 del aparato 10 se autoexpanda de forma dinámica hasta la configuración parcialmente desplegada de la Figura 5C. De modo ventajoso el aparato 10 puede ser retraído dentro de la luz, Lu, de la vaina 110 mediante la retracción del eje 108 con respecto a la vaina, y retrayendo de esta manera los accionadores 106a acoplados al anclaje 30 con respecto a la vaina 110. De esta manera, el anclaje 30 puede ser recuperado incluso después de que el anclaje haya sido expandido de forma dinámica hasta la configuración parcialmente desplegada, por ejemplo, para suspender el procedimiento o para recolocar el aparato 10 del sistema de instalación 100. Como otra ventaja adicional más, el aparato 10 puede ser recolocado de forma dinámica, con el fin de alinear de manera adecuada el aparato con respecto a los puntos de referencia anatómicos, como por ejemplo las aberturas de las coronarias del paciente o las valvas de la válvula natural del paciente, L. Cuando está adecuadamente alineada, la zona distal del anclaje 30 está, de modo preferente, dispuesta en dirección distal respecto de las valvas, mientras que una zona central del anclaje está dispuesta a través de las valvas y una zona proximal está dispuesta en dirección proximal respecto de las valvas.

Una vez adecuadamente alineados, unos accionadores 106b se retraen en dirección proximal con respecto a los accionadores 106a, por ejemplo, por medio de un mando 126 del asidero 120 para imponer el acortamiento sobre el anclaje 30 y expandir en mayor medida el aparato 10 hasta la configuración completamente desplegada como en la Figura 5D. El acortamiento incrementa la resistencia radial del anclaje 30 para asegurar la permeabilidad prolongada del anillo de la válvula, An, así como para proporcionar un mejor cierre estanco del aparato 10 que reduzca la regurgitación paravalvular. El cierre 40 constituido por el encaje de los elementos de bloqueo de los montantes 44 de los montantes 32 con los elementos de bloqueo de anclaje 34 del anclaje 30 mantiene el acortamiento impuesto. La válvula de sustitución 20 está adecuadamente asentada dentro del anclaje 30, y el flujo sanguíneo normal entre el ventrículo izquierdo, LV, y la aorta A queda regulado a continuación de modo completo mediante el aparato 10, aunque la válvula 20 esté operativa también durante el despliegue. El despliegue del aparato 10, de modo ventajoso es completamente reversible hasta que los cierres se han accionado. Los mecanismos de evitación del bloqueo liberable pueden estar dispuestos para asegurar que los cierres no se accionen de manera prematura. Asimismo, los cierres pueden ser reversibles, de manera que el aparato 10 pueda recuperarse o recolocarse incluso después del accionamiento de los cierres.

Una vez que el aparato 10 está completamente expandido y bloqueado en la posición expandida, los accionadores 106a son desacoplados del anclaje 30 mediante el accionamiento de los mecanismo de fijación liberables, por ejemplo, mediante la retracción de los accionadores de liberación 112 con respecto a los accionadores 106a por medio del mando 122 del asidero 120. Asimismo, los accionadores 106b se desacoplan de los montantes 32 mediante el accionamiento de los mecanismos de fijación liberables, por ejemplo, mediante la retracción de los accionadores de liberación 112 con respecto a los accionadores 106b por medio del mando 124 del asidero 120. Como se aprecia en la Figura 5E, el sistema de instalación 100 puede después retirarse del paciente, completando de esta manera el despliegue del aparato 10. Los elementos de arpón opcionales 37 encajan con las valvas de la válvula natural del paciente, por ejemplo para precluir la migración del aparato o reducir la regurgitación paravalvular.

Con referencia ahora a las Figuras 6, se proporciona un procedimiento de sustitución por vía percutánea de la válvula aórtica enferma de un paciente con el aparato 10, en el que la colocación apropiada del aparato queda asegurada por medio de una alineación efectiva de un sistema de instalación modificado con las valvas de la válvula natural del paciente. En la Figura 6A, el sistema de instalación modificado 100' instala el aparato 10 en la válvula aórtica enferma, AV, dentro de la vaina 110. Como se aprecia en las Figuras 6B y 6C, el aparato 10 se despliega desde la luz 112 de la vaina 110, por ejemplo, con la ayuda de una guía fluoroscópica, de tal manera que el anclaje

30 del aparato 10 se autoexpanda de forma dinámica hasta una configuración parcialmente desplegada. Como cuando está desplegado por medio del sistema de instalación 100, el despliegue del aparato 10 por medio del sistema de instalación 100' es completamente reversible hasta que se han accionado los cierres 40.

5 El sistema de instalación 100' comprende un elemento de encaje de las valvas 120, el cual, de modo preferente, se autoexpande junto con el anclaje 30. El elemento de encaje 120 los accionadores 60 del sistema de instalación 100' y la zona de labio 32 del anclaje 30. El elemento 120 encaja de manera liberable con el anclaje. Como se aprecia en la Figura 6C, el elemento es inicialmente desplegado en posición proximal a las valvas de la válvula natural del paciente, L. El aparato 10 y el elemento 120 pueden, a continuación, ser avanzados/recolocados de forma dinámica hasta que el elemento de encaje se alinee de manera efectiva contra las valvas, asegurando de esta manera la colocación adecuada del aparato 10. Asimismo, el sistema de instalación 100' incluye una estructura de filtro 61 A (por ejemplo una membrana o trenza de filtro) como parte de los accionadores de empuje 60 para actuar como un elemento de protección embólico. Durante la manipulación y el emplazamiento del anclaje se pueden generar émbolos, ya sea derivados de la valva natural enferma o bien del tejido aórtico circundante y pueden provocar un bloqueo.

Las flechas 6 IB en la Figura 6E muestran un flujo de sangre a través de la estructura de filtro 61 A por donde la sangre se permite que fluya pero los émbolos quedan atrapados dentro del sistema de instalación y se retiran del mismo al final del procedimiento.

20 Como alternativa, un acortamiento puede ser impuesto sobre el anclaje 30 mientras el elemento 120 está dispuesto en posición proximal respecto de las valvas, como se muestra en la Figura 6D. Tras la alineación efectiva del elemento 120 contra las valvas L, el elemento 120 precluye la migración distal adicional del aparato 10 durante el acortamiento adicional, reduciendo con ello un riesgo de colocación inadecuada del aparato. La Figura 6E detalla el encaje del elemento 120 contra las valvas naturales. Como se aprecia en la Figura 6F, una vez que el aparato 10 está completamente desplegado, el elemento 120, los accionadores 50 y los accionadores 60 son desacoplados del aparato, y el sistema de instalación 100' es retirado del paciente, completando de esta manera el procedimiento.

30 Con referencia a la Figura 7, se describe una forma de realización alternativa del aparato de las Figuras 6, en la que el elemento de encaje de las valvas 120 está acoplado al anclaje 30 del aparato 10' y no al sistema de distribución 100. El elemento de encaje 120 permanece implantado en el postdespliegue del paciente del aparato 10'. Las valvas L están emparedadas entre la zona de la punta 32 del anclaje 30 y el elemento 120 en la configuración completamente desplegada. De esta manera, el elemento 120 alinea de manera efectiva el aparato 10' con respecto a las valvas y precluye la migración distal del aparato a lo largo del tiempo.

35 Con referencia ahora a las Figuras 8, se describe un sistema de instalación alternativo adaptado para su uso con una forma de realización expandible por balón de la presente invención. En la Figura 8A, el aparato 10'' comprende un anclaje 30' que puede estar fabricado a partir de unos materiales expandibles por balón. El sistema de instalación 100'' comprende un miembro inflable 130 dispuesto en una configuración desinflada dentro de la luz 31 del anclaje 30'. En la Figura 8B, la vaina opcional externa 110 está retraída, y el miembro inflable 130 es inflado para expandir el anclaje 30' hasta la configuración completamente desplegada. Cuando el miembro inflable 130 está siendo desinflado, como en formas de realización anteriores, los accionadores 50 y 62 y los accionadores 60 se utilizan para contribuir al despliegue del anclaje 30' y al accionamiento de los cierres 40, así como para proporcionar la reversibilidad y recuperabilidad del aparato 10'' antes del accionamiento de los cierres 40. A continuación, los accionadores 50 y 62 y los accionadores 60 se retiran del aparato 10'', y el sistema de instalación 100'' es retirado, como se aprecia en la Figura 8C.

50 Como procedimiento de instalación alternativo, el anclaje 30' puede ser parcialmente desplegado por medio de la expansión parcial del miembro inflable 130. El miembro inflable sería entonces hacer avanzar por dentro de la válvula de sustitución 120 antes de la inflación del miembro inflable 130 y del completo despliegue del aparato 10''. Las presiones de inflación utilizadas oscilarían entre aproximadamente de 3 a 6 atm o, de modo más preferente, entre aproximadamente de 4 a 5 atm, aunque también pueden ser utilizadas presiones de atm mayores y menores (por ejemplo mayores de 3, de modo más preferente mayores de 4 atm, de modo más preferente mayores de 5 atm, o, de modo más preferente mayores de 6 atm). De modo ventajoso, la separación del miembro inflable 130 respecto de la válvula de sustitución 20, hasta el despliegue parcial del aparato 10'' en un punto de tratamiento, se espera que reduzca un perfil de instalación del aparato, en comparación con los aparatos anteriormente conocidos. Esta reducción del perfil puede facilitar la instalación y el despliegue retrógrados del aparato 10'', incluso cuando el anclaje 30' es expandible por balón.

60 Aunque el anclaje 30' ha sido descrito de forma ilustrativa como fabricado a partir de materiales expandibles por balón, se debe entender que el anclaje 30' puede, como alternativa, ser fabricado a partir de materiales autoexpandibles cuya expansión, de manera opcional puede ser asistida por balón. En dicha configuración, el anclaje 30' se expandiría hasta una configuración parcialmente desplegada tras la retirada de la vaina externa 110. Si se requiere, el miembro inflable 130 sería entonces hacer avanzar por dentro de la válvula de sustitución 20 antes de la inflación. El miembro inflable 130 contribuiría al despliegue completo del aparato 10'' por ejemplo, cuando la fuerza radial requerida para vencer la resistencia del tejido incidente fuera demasiado grande para ser vencida

simplemente mediante la manipulación de los accionadores 50 y de los accionadores 60. De modo ventajoso, la colocación opcional del miembro inflable 130 dentro de la válvula de sustitución 20, solo después de la autoexpansión dinámica del aparato 10'' hasta la configuración parcialmente desplegada en un punto de tratamiento, se espera que reduzca el perfil de instalación del aparato, en comparación con los aparatos anteriormente conocidos. Esta reducción puede facilitar la instalación retrógrada y el despliegue del aparato 10''

Con referencia a las Figuras 9 y 10, se describen con mayor detalle unos procedimientos y aparatos para una forma de realización asistida por balón. Las Figuras 9 y 10 muestran de manera gráfica el aparato 10' de las Figuras 7 utilizadas en combinación con el sistema de instalación 100'' de las Figuras 8. La Figura 10, ilustra una vista en sección del sistema de instalación 100''. El eje interno 132 del miembro inflable 130 tiene, de modo preferente, un diámetro aproximado de 1,33 mm, y comprende una luz 133 configurada para el paso del alambre guía G, que tiene un diámetro que lo atraviesa de aproximadamente 0,88 mm. Los accionadores de empuje 60 y los accionadores de tracción 50 pasan a través del tubo de guía 140, el cual tiene, de modo preferente, un diámetro de aproximadamente 45 mm o menor. El tubo de guía 140 está dispuesto dentro de la luz 112 de la vaina externa 110, la cual tiene un diámetro de aproximadamente 5,66 mm o menor.

En la Figura 9A, el aparato 10' es instalado en la válvula aórtica enferma, AV, dentro de la luz 112 de la vaina 110. En la Figura 9B, la vaina 110 está retraída con respecto al aparato 10' para autoexpandir de forma dinámica el aparato hasta la configuración parcialmente desplegada. También retraído y retirado está el cono de punta 102 el cual está fijado a una luz prehendida (no mostrada) que facilita su retirada antes de la carga y el avance de un catéter de balón de angioplastia regular por encima de alambre guía y por dentro del sistema de instalación 110.

En la Figura 9C, los accionadores de tracción 50 y los accionadores de empuje 60 son manipulados desde fuera del paciente para acortar el anclaje 30 y expandir en la medida suficiente la luz 31 del anclaje para facilitar el avance del miembro inflable 130 dentro de la válvula de sustitución 20. También se muestra la punta del catéter de angioplastia 130 cuando se hace avanzar a través del sistema de instalación 110.

El catéter de balón de angioplastia o el miembro inflable 130 es a continuación avanzado por dentro de la válvula de sustitución, como se muestra en la Figura 9D, y se impone un acortamiento adicional sobre el anclaje 30 para accionar los cierres 40, como en la Figura 9E. El miembro inflable es inflado para separar más aún las valvas de la válvula natural del paciente, L, y aseguran el flujo de sangre suficiente a través de, y la transparencia a largo plazo de la válvula de sustitución 20, como en la Figura 9F. El miembro inflable 130 es a continuación inflado y retirado del paciente, como en la Figura 9G. Un tamaño diferente de catéter de balón de angioplastia podría ser utilizado para repetir la misma etapa si fuera necesario por el usuario. Los accionadores de empuje 60 pueden, de manera opcional, ser utilizados para ajustar aún más el elemento de encaje de las valvas 120, o los arpones opcionales B a lo largo de los montantes 38, más profundamente por dentro de las valvas L, como en la Figura 9H. A continuación, el sistema de instalación 100'' es retirado del paciente, completando de esta manera la sustitución percutánea de la válvula cardiaca.

Como debe resultar evidente para los expertos en la materia, el orden del acortamiento impuesto y de la expansión por balón descritos en las Figuras 9 y 10, se ofrecen solo por razones ilustrativas. El orden real puede variar de acuerdo con las necesidades de un concreto paciente y/o con las preferencias de un facultativo médico determinado. Asimismo, la asistencia por balón puede no ser requerida en todos los casos, y el miembro inflable puede actuar simplemente como una precaución de seguridad empleada de manera selectiva en casos clínicos problemáticos.

Con referencia ahora a las Figuras 11, se describen cierres alternativos para su uso en el aparato de la presente invención. En la Figura 11A, el cierre 40' comprende un elemento de interbloqueo macho 44 como el descrito con anterioridad. Sin embargo, un elemento de interbloqueo hembra 42' comprende de manera ilustrativa una configuración triangular, en comparación con la configuración redondeada del elemento de interbloqueo 42 descrito con anterioridad. La configuración triangular del miembro de interbloqueo hembra 42' puede facilitar el acoplamiento del interbloqueo del elemento macho 44 con el interbloqueo del elemento hembra sin necesidad de deformar el elemento de interbloqueo macho.

En la Figura 11B, un cierre 40'' comprende un elemento de interbloqueo macho alternativo 44' que incorpora múltiples cabezas de flecha en línea 46 a lo largo de los montantes 38. Cada cabeza de flecha comprende unos apéndices deformables de manera resiliente 48 para facilitar el paso a través del elemento de interbloqueo hembra 42. Los apéndices 48 comprenden, de manera opcional, unos ojales 49, de manera que el accionador de control 50 o el alambre secundario pueda pasar a través de ellos para constreñir los apéndices en la configuración deformada. Para accionar el cierre 40'', una o más cabezas de flecha 46 del elemento de interbloqueo macho 44' se traccionan a través del elemento de interbloqueo hembra 42, y el alambre es retirado de los ojales 49, provocando con ello que los apéndices 48 se expandan de manera resiliente y accionen el cierre 40''.

De modo ventajoso, la provisión de múltiples cabezas de flecha 46 a lo largo de los montantes 38 produce un trinquete que facilita la determinación *in vivo* de un grado de acortamiento impuesto sobre el aparato. Asimismo, los apéndices de constricción opcionales 48 de las cabezas de flecha 46 a través de los ojales 49 impiden el accionamiento del cierre 40'' (y por tanto el despliegue del aparato) incluso después de que haya sido avanzado el

elemento macho 44' a través del elemento hembra 42. Solo después de que el facultativo médico haya retirado los apéndices de constricción del alambre 48 queda el cierre 40'' completamente encajado y el despliegue deja ya de ser reversible.

- 5 Un cierre 40''' de la Figura 11C es similar al cierre 40'' de la Figura 11B, excepto porque los ojales opcionales 49 dispuestos sobre los apéndices 48 han sido sustituidos por un tubo de recubrimiento opcional 47. El tubo de recubrimiento 47 desempeña una función similar a la de los ojales 49 mediante la constricción de los apéndices 48 para impedir el bloqueo hasta que el facultativo médico haya determinado que el aparato de la presente invención ha sido acortado y situado adecuadamente en un punto de tratamiento. El tubo de recubrimiento 47 es a continuación retirado lo que provoca que los apéndices se expandan de manera resiliente, accionando de esta manera completamente el cierre 40'''.

- 15 Con referencia a las Figuras 12, se describe un mecanismo de bloqueo que está configurado para encajar con la aorta del paciente. Unos elementos de interbloqueo macho 44'' de unos cierres 40'''' comprenden unas cabezas de flecha 46' que incorporan unos apéndices aguzados 48'. Tras su expansión a partir de la configuración de instalación de la Figura 12A hasta la configuración acortada de la Figura 12B, el aparato 10 sitúa los apéndices aguzados 48' adyacentes a la aorta del paciente A. Los apéndices 48' encajan con la pared aórtica y reducen un riesgo de migración del dispositivo a lo largo del tiempo.

- 20 Con referencia ahora a la Figura 13 se describe un riesgo de fugas paravulvares o de regurgitación a lo largo del aparato. En la Figura 13, el aparato 10 se ha implantado en el punto de la válvula aórtica enferma, AV, por ejemplo, utilizando las técnicas descritas con anterioridad en la presente memoria. La superficie de las valvas de la válvula original, L, es irregular, y la superficie de contacto I entre las valvas L y el anclaje 30 puede comprender unos huecos por donde la sangre B puede establecer un barrido. Dichas fugas plantean un riesgo de formación de coágulos de sangre o de un flujo sanguíneo insuficiente.

- 30 Con referencia a la Figura 14, se describen unos elementos opcionales para reducir la regurgitación o las fugas. Unos sacos flexibles 200 pueden estar dispuestos alrededor del exterior del anclaje 30 para proporcionar una junta de estanqueidad más eficiente a lo largo de la superficie de contacto irregular I. Los sacos 200 pueden estar llenos de un material apropiado, por ejemplo, agua, sangre, espuma o un hidrogel. Resulta evidente la incorporación de otros materiales de llenado alternativos.

- 35 Con referencia a las Figuras 15, se proporcionan unas disposiciones ilustrativas de los sacos 200. En la Figura 15A, los sacos 200 están dispuestos como sacos discretos en diferentes posiciones a lo largo de la altura del anclaje 30. En la Figura 15B, los sacos están dispuestos como cilindros continuos a varias alturas. En la Figura 15C, un único saco presenta una configuración cilíndrica que abarca múltiples alturas. Los sacos de la Figura 15D son independientes, más pequeños y están dispuestos en cantidades mayores. La Figura 15E proporciona un saco en espiral. Para los expertos en la materia deben resultar evidentes otras configuraciones de saco alternativas.

- 40 Con referencia a las Figuras 16, se disponen técnicas ejemplares de fabricación de los sacos 200. En la Figura 16A, los sacos 20 comprenden unas ranuras de "escamas de pescado" 202 que pueden ser retrollenadas, por ejemplo, con la sangre ambiente que pasa a través de la válvula de sustitución 20. En la Figura 16B, los sacos comprenden unos poros 204 que pueden ser utilizados para llenar los sacos. En la Figura 16C, los sacos comunican con la luz 31 del anclaje 30 y están llenos por la sangre de lavado que pasa por los sacos cuando la sangre se desplaza a través del aparato 10.

- 50 Las Figuras 17 y 18 muestran otra forma de realización alternativa adicional de cierre del anclaje. El anclaje 300 incorpora una pluralidad de elementos de interbloqueo macho 302 que incorpora unos ojales 304 conformados en su interior. Los elementos de interbloqueo macho están conectados a una estructura trenzada 300 mediante los elementos 302 (y 308) de intertejadura o, como alternativa, mediante sutura, cobresoldadura, soldadura o conexión con adhesivo. Las comisuras de la válvula 24 están conectadas a los elementos de interbloqueo macho 302 a lo largo de su extensión. La base anular 22 de la válvula de sustitución 20 está conectada al extremo distal 34 del anclaje 300 (o 30) como se ilustra en las figuras 1A y 1B. Los elementos de interbloqueo macho 302 incluyen también unos agujeros 306 que se acoplan con unas orejetas 310 que se extienden por dentro de los agujeros 312 existentes en los elementos de interbloqueo hembra 308. Para efectuar el cierre, los accionadores de control 314 que pasan a través de los ojales 304 y los agujeros 312 se traccionan en dirección proximal con respecto al extremo proximal del anclaje trenzado 300 para traccionar los elementos de interbloqueo macho a través de los agujeros 312 de manera que las orejetas 310 encajen con los agujeros 306 existentes en los elementos de interbloqueo macho 302. También se muestran los accionadores de liberación 314B que pasan a través del ojal 304B existente en el elemento de interbloqueo hembra 308. Si es necesario, durante el procedimiento, el usuario puede traccionar sobre los accionadores de liberación 314B invirtiendo la orientación de las orejetas 310 liberando el anclaje y haciendo posible la recolocación del dispositivo o su retirada del paciente. Después de que se ha alcanzado la posición final deseada, el accionador de liberación 314B y el accionador de control 314 se retiran del paciente con el sistema de instalación.

- 65 Las Figuras 19 a 21 muestran una forma alternativa de liberación de la conexión entre el anclaje y sus accionadores

de actuación y los accionadores de control. Los accionadores de control 62 (esto es, los accionadores de liberación) se extienden a través de los accionadores 60 desde el exterior forman un bucle a través de la zona proximal del anclaje 30 y se extienden parcialmente hacia atrás por dentro del tubo 60 (esto es, un accionador del anclaje). La porción replegada del accionador de control 62 crea un ajuste forzado dentro del tubo 60 que mantiene la posición del accionador de control con respecto al tubo 60 cuando todos los accionadores de control 62 se traccionan en dirección proximal para aplicar una fuerza dirigida en dirección proximal sobre el anclaje 30. Cuando una sola mitad del accionador de control 62 se tracciona en dirección proximal, sin embargo, el ajuste de fricción entre el alambre de control y el tubo dentro del cual está dispuesto, es vencido, permitiendo que el extremo 63 del accionador de control 62 se extraiga y quede libre del tubo, como se muestra en la Figura 21, liberando de esta manera el anclaje 30.

Las Figuras 22 a 24 muestran una forma de realización alternativa del anclaje. El anclaje 350 está fabricado como una trenza metálica, como por ejemplo de Nitinol o acero inoxidable. Una válvula de sustitución 354 está dispuesta dentro del anclaje 350. El anclaje 350 se acciona sustancialmente de la misma manera que el anclaje 30 de las Figuras 1 a 4 mediante la aplicación de unas fuerzas dirigidas en dirección proximal y distal procedentes de unos accionadores de control (no mostrados) y los accionadores 352.

Las Figuras 25 y 26 muestran otra forma de realización adicional del aparato de instalación y despliegue de la invención. Como alternativa al procedimiento de expansión por balón descrito con respecto a las Figuras 8, en esta forma de realización el cono en punta (por ejemplo, el elemento 102 de las Figuras 5) es sustituido por un catéter de balón de angioplastia 360. De esta manera, el catéter de balón expandible 360 precede a la vaina 110 dispuesta sobre el alambre guía G. Cuando el anclaje 30 y la válvula 20 son expandidos mediante el accionamiento de los accionadores 60 y de los accionadores de control (no mostrados) según lo descrito con anterioridad, el catéter de balón 360 se retrae en dirección proximal dentro del anclaje expandido y de la válvula y expande aún más según lo descrito con anterioridad con respecto a las Figuras 8.

Las Figuras 27 a 31 muestran unas juntas de estanqueidad 370 que se expanden con el tiempo para cerrar de forma estanca la superficie de contacto entre la válvula y el tejido del paciente. Las juntas de estanqueidad 370 están, de modo preferente, constituidas a partir de alambre de Nitinol rodeado por una espuma expandible. Como se muestra en sección transversal en las Figuras 28 y 29, en el momento del despliegue, la espuma 372 se comprime alrededor del alambre 374 y mantenida en la forma comprimida mediante un revestimiento de liberación temporal 376. Después del despliegue, el revestimiento 376 se disuelve *in vivo* para permitir que la espuma 372 se expanda, como se muestra en las Figuras 30 y 31.

Las Figuras 32 a 34 muestran otra forma para cerrar de forma estanca la válvula de sustitución contra las fugas. Una junta de estanqueidad de material flexible 380 se extiende desde el extremo distal de la válvula 20 y hacia atrás en dirección proximal sobre el anclaje 30 durante la instalación. Una vez desplegada, como se muestra en las Figuras 33 y 34, la junta de estanqueidad de material textil 380 se frunce para crear unas aletas y receptáculos de material textil que se extienden por dentro de los espacios conformados de las valvas 382, en especial cuando los receptáculos están llenos de sangre en respuesta a la presión sanguínea de reflujo. Esta disposición crea una junta de estanqueidad alrededor de la válvula de sustitución.

Las Figuras 35A a H muestran otra forma de realización de un aparato de válvula cardíaca de sustitución. El aparato 450 comprende una válvula de sustitución 460 (véanse las Figuras 37B y 38C) dispuesta dentro de y acoplada con un anclaje 470. La válvula de sustitución 470 es, de modo preferente, biológica, por ejemplo porcina pero, como alternativa, puede ser sintética. El anclaje 470 está fabricado, de modo preferente, a partir de materiales autoexpandibles, como por ejemplo una malla de acero inoxidable o una alineación de níquel - titanio ("Nitinol") y comprenden una zona de labio 472, una zona de faldilla 474 y unas zonas del cuerpo 476a, 477b y 476c. La válvula de sustitución 460, de modo preferente, está acoplada a la zona de faldilla 474 pero, como alternativa, puede estar acoplada a otras zonas del anclaje. Como se describe en la presente memoria más adelante, la zona de labio 472 y la zona de faldilla 474 están configuradas para expandirse y encajar/capturar las valvas de la válvula natural de un paciente, proporcionando de esta manera una alineación efectiva, reduciendo la regurgitación paravalvular, reduciendo la migración del dispositivo, etc.

Como se aprecia en la Figura 35A, el aparato 450 es comprimible hasta adoptar una configuración de instalación, en la que el aparato puede colocarse a través del sistema de instalación 410. El sistema de instalación 410 comprende la vaina 420 que presenta una luz 422, así como los accionadores 424a y 424b vistos en las Figuras 35D - 35G. Los accionadores 424a están configurados para expandir la zona de faldilla 474 del anclaje 470, así como la válvula de sustitución 460 acoplada a ella, mientras los accionadores 424b están configurados para expandir la zona de labio 472.

Como se aprecia en la Figura 35B, el aparato 450 puede colocarse y desplegarse desde la luz 422 del catéter 420 mientras el aparato está dispuesto en la configuración de instalación comprimida. Como se aprecia en las Figuras 35B - 35D, el catéter 420 está retraído con respecto al aparato 450, lo cual provoca que el anclaje 470 se autoexpanda de forma dinámica hasta una configuración parcialmente desplegada. Los accionadores 424a son a continuación retraídos para expandir la zona de faldilla 474 como se aprecia en las Figuras 35E y 35F. De modo

preferente, dicha expansión puede ser mantenida por medio de unas características de bloqueo descritas más adelante en la presente memoria.

En la Figura 35G, los accionadores 424b están retraídos para expandir la zona de labio 472 y desplegar completamente el aparato 450. Como en el caso de la zona de faldilla 474, la expansión de la zona de labio 472, de modo preferente, puede mantenerse por medio de unas características de bloqueo. Después de que tanto la zona de labio 472 como la zona de faldilla 474 han sido expandidas, los accionadores 424 pueden ser retirados del aparato 450, separando de esta manera del aparato el sistema de instalación 410. El sistema de instalación 410 puede después retirarse, como se muestra en la Figura 35H.

Como debe resultar evidente para los expertos en la materia, la zona de labio 472 puede, de manera opcional, ser expandida antes de la expansión de la zona de faldilla 474. Como otra alternativa adicional, la zona de labio 472 y la zona de faldilla 474 pueden, de manera opcional, ser expandidas de manera simultánea, en paralelo, de manera gradual o de forma secuencial. De modo ventajoso, la instalación del aparato 450 es completamente reversible hasta que la zona de labio 472 o la zona de faldilla 474 haya sido bloqueada adoptando la configuración expandida.

Con referencia ahora a las Figuras 36A - E, las células individuales del anclaje 470 del aparato 450 se describen para detallar el despliegue y la expansión del aparato. En la Figura 36A, las células individuales de la zona de labio 472, de la zona de faldilla 474 y de las zonas del cuerpo 476a, 476b, y 476c se muestran en la configuración de instalación comprimida, como aparecerían mientras estuvieran dispuestas dentro de la luz 422 de la vaina 420 del sistema de instalación 410 de las Figuras 35. Una porción de las células que forman las zonas del cuerpo 476, por ejemplo, cada fila "enésima" de las células, comprende características de bloqueo.

La zona del cuerpo 476a comprende un elemento de interbloqueo macho 482 del cierre de labio 480, mientras que la zona del cuerpo 476b comprende un elemento de interbloqueo hembra 484 del cierre de labio 480. El elemento macho 482 comprende un ojal 483. El alambre 424b pasa desde el elemento de interbloqueo hembra 484 a través del ojal 483 y hacia atrás por el elemento de interbloqueo hembra 484, de manera que hay un doble filamento de alambre 424b que pasa a través de la luz 422 del catéter 420 para su manipulación por un facultativo médico situado exterior al paciente. La zona del cuerpo 476b comprende también un elemento de interbloqueo macho 492 de cierre de faldilla 490, mientras que la zona del cuerpo 476c comprende un elemento de interbloqueo hembra 494 del cierre de faldilla. El alambre 424a pasa desde el elemento de interbloqueo hembra 494 a través del ojal 493 del elemento de interbloqueo macho 492, y hacia atrás por el elemento de interbloqueo hembra 494. El cierre de labio 480 está configurado para mantener la expansión de la zona de labio 472, mientras que el cierre de faldilla 490 está configurado para mantener la expansión de la zona de faldilla 474.

En la Figura 36B, el anclaje 470 se muestra en la configuración parcialmente desplegada, por ejemplo, después del despliegue desde la luz 422 de la vaina 420. Las zonas del cuerpo 476, así como la zona de labio 472 y la zona de faldilla 474, se autoexpanden hasta adoptar la configuración parcialmente desplegada. El despliegue completo se consigue entonces mediante los accionadores refractantes 424 con respecto al anclaje 470, y expandiendo hacia fuera la zona de labio 472 y la zona de faldilla 474, como se aprecia en las Figuras 37C y 37D. Como se aprecia en la Figura 36E, la expansión continúa hasta que los elementos macho encajan con los elementos de interbloqueo hembra del cierre de labio 480 y del cierre de faldilla 490, manteniendo de esta manera dicha expansión (cierre de labio 480 mostrado en la Figura 36E). De modo ventajoso, el despliegue del aparato 450 es completamente reversible hasta que el cierre de labio 480 y/o el cierre de faldilla 490 han sido accionados.

Con referencia a las Figuras 37A - B, las vistas isométricas, parcialmente en sección, ilustran con mayor detenimiento el aparato 450 en la configuración completamente desplegada y expandida. La Figura 37A ilustra la estructura de bastidor de alambre del anclaje 470, mientras que la Figura 37B ilustra una forma de realización del anclaje 470 cubierto con un material biocompatible B. La colocación de la válvula de sustitución 460 dentro del aparato 450 se puede apreciar en la Figura 37B. La válvula natural del paciente es capturada entre la zona de labio 472 y la zona de faldilla 474 del anclaje 470 en la configuración completamente desplegada (véase la Figura 39B).

Con referencia a las Figuras 38 - 40, en combinación con las Figuras 35 y 36, se describe un procedimiento para la colocación de forma percutánea de la válvula aórtica enferma de un paciente con el aparato 450. El sistema de instalación 410, que incorpora el aparato 450 dispuesto en su interior, se hace avanzar de forma percutánea de modo preferente de forma retrógrada, a través de la aorta A de un paciente hasta la válvula aórtica, AV, enferma del paciente. La vaina 420 está situada de manera que su extremo distal quede dispuesto dentro del ventrículo izquierdo, LV, del corazón, H, del paciente. Como se ha descrito con respecto a las Figuras 35, el aparato 450 se despliega desde la luz 422 de la vaina 420, por ejemplo, con la ayuda de una guía fluoroscópica, de manera que la sección de faldilla 474 quede dispuesta dentro del ventrículo izquierdo, LV, la sección del cuerpo 476b quede dispuesta a través de las valvas, L, de la válvula natural del paciente, y que la sección de labio 472 quede dispuesta dentro de la aorta, A, del paciente. De modo ventajoso, el aparato 450 puede ser recolocado de manera dinámica para obtener una alineación adecuada con los puntos de referencia anatómicos. Asimismo, el aparato 450 puede ser refractado dentro de la luz 422 de la vaina 420 por medio de los accionadores 424, incluso después de que el anclaje 470 se haya expandido de forma dinámica hasta la configuración parcialmente desplegada, por ejemplo, para suspender el procedimiento o para recolocar la vaina 420.

Una vez situados adecuadamente, los elementos 424a son retraídos para expandir la zona de faldilla 474 del anclaje 470 dentro del ventrículo izquierdo, LV. La zona de faldilla 474 está bloqueada en la configuración expandida por medio del cierre de faldilla 490, según lo descrito con anterioridad con respecto a las Figuras 36. En la Figura 38, la zona de faldilla 474 es maniobrada de manera que encaje con el anillo, An de la válvula del paciente y/o con las valvas, L, de la válvula natural, proporcionando de esta manera una alineación efectiva del aparato 450 con respecto a los puntos de referencia anatómicos.

Los elementos 424b son a continuación accionados desde el exterior del paciente con el fin de expandir la zona de labio 472, como se ha descrito con anterioridad en las Figuras 35. La zona de labio 472 queda bloqueada en la configuración expandida por medio del cierre de labio 480. De modo ventajoso, el despliegue del aparato 450 es completamente reversible hasta que el cierre de labio 480 y/o el cierre de faldilla 490 haya(n) sido accionado(s). Los elementos 424 se traccionan desde los ojales 483 y 493, y el sistema de instalación 410 es retirado del paciente. Como debe resultar evidente, el orden de expansión de la zona de labio 472 y de la zona de faldilla 474 puede ser invertido, concurrente, etc.

Como se aprecia en la Figura 39, la zona de labio 472 encaja con las valvas, L, de la válvula natural del paciente, proporcionando de esta manera una alineación efectiva adicional y reduciendo el riesgo de que la zona de labio 472 bloquee las aberturas, O, coronarias del paciente. La Figura 40 ilustra la misma vista en sección transversal, al tiempo que muestra también la posición de la válvula de sustitución 460. Las valvas naturales del paciente quedan encajadas y/o capturadas entre la zona de labio 472 y la zona de faldilla 474. De modo ventajoso, la zona de labio 472 precluye la migración distal del aparato 450, mientras que la zona de faldilla 474 precluye la migración proximal. Se espera que la zona de labio 472 y la zona de faldilla 474 reduzcan también la regurgitación paravalvular.

Con referencia a las Figuras 41 - 48, se describe una primera forma de realización del aparato de dos piezas adaptado para la sustitución percutánea de una válvula cardiaca de un paciente. Como se aprecia en las Figuras 45 - 48, el aparato 510 comprende un dispositivo de dos piezas que incorpora una pieza de anclaje expandible diseñada al efecto 550 de las Figuras 41 y 42 y una pieza de la válvula de sustitución expandible 600 de las Figuras 43 y 44. Tanto la pieza de anclaje 550 como la pieza de la válvula 600 presentan configuraciones de instalación reducidas y configuraciones desplegadas expandidas. Ambas pueden ser o bien expandibles por balón (por ejemplo fabricadas a partir de acero inoxidable) o autoexpandibles (por ejemplo, fabricadas a partir de una aleación de níquel - titanio ("Nitinol") o a partir de una malla de alambre) desde las configuraciones instalada a la desplegada.

Al sustituir la válvula aórtica de un paciente, el aparato 510, de modo preferente, puede colocarse a través de la aorta del paciente sin que se requiera un acceso transeptal, reduciendo de esta manera el traumatismo del paciente, las complicaciones y el tiempo de recuperación. Asimismo, el aparato 510 hace posible la recolocación de manera dinámica de la pieza de anclaje 550 durante la instalación y facilita la alineación efectiva del aparato 510 con respecto a la posición natural de la válvula del paciente, reduciendo de esta manera el riesgo de migración del dispositivo y reduciendo el riesgo de bloqueo o de obturación del flujo hacia las aberturas de las coronarias del paciente. Asimismo, la configuración desplegada expandida del aparato 510, como se aprecia en la Figura 48, está adaptada para reducir la regurgitación paravalvular, así como para facilitar el adecuado asentamiento de la pieza de la válvula 600 dentro de la pieza de anclaje 550.

Como se aprecia en las Figuras 41 y 42, la pieza de anclaje 550 comprende, de modo preferente, tres secciones. La sección de labio 560 está adaptada para encajar con las valvas de la válvula natural del paciente para proporcionar una alineación efectiva y asegurar el emplazamiento preciso del anclaje con respecto al anillo de la válvula del paciente durante el despliegue permitiendo al tiempo la recolocación dinámica del anclaje durante el despliegue. La sección de labio 560 mantiene también la colocación adecuada del aparato compuesto anclaje/válvula 510 después del despliegue para precluir la migración distal. La sección de labio 560 puede, de manera opcional, estar cubierta o revestida con una película biocompatible B (véanse las Figuras 45 - 48) para asegurar el encaje de las valvas de la válvula natural. Se espera que la sección de labio de cubierta con la película B esté sobretodo indicada cuando las valvas naturales estén estenosadas y/o fundidas entre sí.

Una sección de surco 570 de la pieza de anclaje 550 está adaptada para encajar con una porción de bastidor expandible, descrita más adelante en la presente memoria, de la pieza de válvula 600 para acoplar la pieza de anclaje 550 a la pieza de válvula 600. En comparación con el aparato anteriormente conocido, la sección de surco 570 comprende un material adicional y unas aberturas o huecos reducidos G, lo que se espera que reduzca la protrusión de tejido a través de los huecos tras el despliegue, facilitando de esta manera el adecuado asentamiento de la válvula dentro del anclaje. La sección de surco 570 puede, de manera opcional, estar cubierta o revestida con la película biocompatible B (véanse las Figuras 45 - 48) para reducir en mayor medida la protrusión de tejido de la válvula natural a través de los huecos G.

Por último, la sección de faldilla 580 de la pieza de anclaje 550 mantiene la adecuada colocación del aparato compuesto por los anclajes/válvulas 510 después del despliegue mediante la preclusión de la migración proximal. Al sustituir la válvula aórtica de un paciente, la sección de faldilla 580 es desplegada por dentro del ventrículo izquierdo del paciente. Como en el caso de la sección de labio 560 y de la sección de surco 570, la sección de faldilla 580

puede, de manera opcional, estar cubierta o revestida con una película biocompatible B (véanse las Figuras 45 - 48) para reducir la regurgitación paravalvular. Como debe resultar evidente para los expertos en la materia, toda, una porción de, o ninguna porción de la pieza de anclaje 50 puede estar cubierta o revestida con una película biocompatible B.

En la Figura 41, una porción de la pieza de anclaje 550 ha sido aplanada para ilustrar la estructura de la célula de anclaje básica, así como para ilustrar la estructura básica de las células de anclaje, así como para ilustrar las técnicas de fabricación de la pieza de anclaje. Con el fin de formar el entero anclaje, el anclaje 550 estaría incurvado en los emplazamientos indicados en la Figura 41, y la estructura básica de las células de anclaje estaría rodada para formar una estructura de 360° unida. La sección de labio 560 estaría doblada hacia atrás volviendo la página para formar un labio que doblara en dos la sección de surco, la sección de surco 570 quedaría doblada fuera de la página adoptando una forma de "C" o de "U", mientras que la sección de faldilla 580 resultaría doblada por la parte trasera de la página. La Figura 42 muestra la porción de anclaje después de la incurvación y en una configuración expandida desplegada.

La estructura básica de las células de anclaje, observada en la Figura 41 está, de modo preferente, conformada mediante corte por láser de una lámina plana o de un tubo hueco colocado sobre un mandril. Cuando está formada mediante una lámina plana, la lámina estaría cortada en el número requerido de células de anclaje, incurvada hasta adoptar la forma apropiada y rodada para formar un cilindro. Los extremos del cilindro se unirían a continuación entre sí, por ejemplo, por soldadura.

Si fuera expandible por balón, la pieza de anclaje 550 estaría conformada a partir de un material apropiado, como por ejemplo acero inoxidable y a continuación quedaría fruncido sobre un catéter de instalación por balón en una configuración de instalación comprimida. Si fuera autoexpandible y estuviera conformada a partir de un material con memoria de la forma, por ejemplo una aleación de níquel - titanio ("Nitinol"), la pieza de anclaje sería termofijada de manera que pudiera quedar constreñida dentro de una vaina en la configuración de instalación comprimida, y a continuación se autoexpandiría de forma dinámica hasta la configuración desplegada expandida tras la retirada de la vaina. Asimismo, si la pieza de anclaje 550 estuviera conformada a partir de una malla o trenza de alambre, como por ejemplo una trenza de acero para resortes, el anclaje quedaría constreñido dentro de una vaina en la configuración de instalación y se expandiría de forma dinámica hasta la configuración desplegada tras la retirada de la vaina.

En las Figuras 43 y 44, la pieza de válvula 600 se describe con mayor detalle. La Figura 43 ilustra la pieza de válvula 600 en una configuración de instalación comprimida, mientras que la Figura 44 ilustra la pieza de válvula en una configuración desplegada expandida. La pieza de válvula 600 comprende una válvula de sustitución 610 acoplada a un bastidor expandible 620. La válvula de sustitución 610 es, de modo preferente, biológica, aunque pueden también ser utilizadas válvulas sintéticas. La válvula de sustitución 610 comprende, de modo preferente, tres valvas 611 acopladas a tres montantes 621 del bastidor expandible 620. El bastidor expandible 620 está, de modo preferente, conformado a partir de una pieza continua de material y puede comprender unas puntas 622 en la configuración de instalación comprimida, las cuales se expandan para formar el anillo 624 en la configuración desplegada. El anillo 624 está adaptado para encajar con la sección de surco 570 de la pieza de anclaje 550 para acoplar la pieza de anclaje 550 a la pieza de válvula 600. Como en el caso de la pieza de anclaje 550, la pieza de válvula 600 puede ser expandible por balón y estar acoplada a un catéter de instalación por balón en la configuración de instalación. Como alternativa, la pieza de anclaje 550 puede ser autoexpandible, por ejemplo Nitinol o malla de alambre, y quedar constreñida dentro de una vaina en la configuración de instalación.

Con referencia de nuevo a las Figuras 45 - 48, se describe un procedimiento para el despliegue de la pieza de válvula 600 y su acoplamiento con la pieza de anclaje desplegada 550 para formar el aparato de dos piezas 510. En la Figura 45, la pieza de válvula 600 está avanzada por dentro de la pieza de anclaje 550 en una configuración de instalación al menos parcialmente comprimida. En la Figura 46, las puntas 622 del bastidor 620 están expandidas de manera que encajen con la sección de surco 570 de la pieza de anclaje 550. En la Figura 47, el bastidor 620 continúa expandiéndose y forma el anillo 624. El anillo 624 se abocina a partir del resto de la pieza de válvula 600 y actúa para situar adecuadamente el anillo dentro de la sección de surco 570. La Figura 48 muestra la pieza de válvula 600 en una configuración completamente desplegada, adecuadamente asentada y bloqueada por fricción dentro de la sección de surco 570 para formar el aparato compuesto de anclaje/válvula 510.

Las Figuras 49A y 49B ilustran una forma de realización de un instrumento y un aparato de un sistema de instalación/despliegue de acuerdo con la presente invención. Como se aprecia en la Figura 49A, el aparato 10 puede ser comprimido para su instalación dentro del instrumento del sistema de instalación/despliegue 100. El sistema de instalación 100 incluye el alambre guía G, el cono en punta 102, los elementos de accionamiento de anclaje 106, el eje de múltiples luces o el catéter 108 que incorpora una luz central opcional 109 y una pluralidad de luces, Lu, dispuesta circunferencialmente, una vaina externa 110 que incorpora un asidero proximal opcional 111, y un asidero de control 120. El cono en punta 102 puede, por ejemplo, ser manipulado por medio de un eje que se extienda a través de la luz central 109 del catéter de múltiples luces 108.

Los elementos de accionamiento de anclaje 106 comprenden, de modo preferente, tanto elementos de

accionamiento de anclaje proximales como elementos de accionamiento de anclaje distales. Los elementos de accionamiento de anclaje proximales pueden, por ejemplo, comprender los accionadores 106a que sean acoplados de manera liberable a una zona proximal del anclaje 30 del aparato 10 por medio de unos mecanismos de fijación liberables para manipular una zona proximal del aparato 10. Los elementos de accionamiento de anclaje distales pueden comprender los accionadores 106b que sean acoplados de manera liberable a una zona distal del anclaje 30 por medio de los mecanismos de fijación liberables para manipular la zona distal del aparato 10. En algunas formas de realización, los elementos de accionamiento de anclaje distales pueden comprender unos montantes o unos elementos de fijación de anclaje 32 del anclaje 30 y unos mecanismos de fijación liberables que conecten los accionadores 106b a los montantes 32. En una configuración alternativa, los elementos de accionamiento de anclaje proximales pueden ser acoplados de manera liberable a una zona proximal del aparato 10 por medio de unos montantes y de unos mecanismos de fijación liberables para la manipulación de una zona proximal del aparato, mientras que los elementos de accionamiento de anclaje distales pueden conectar con una zona distal del anclaje 30 con la ayuda de unos medios de fijación liberables para manipular una zona distal del aparato. Como otra alternativa, tanto el elemento de accionamiento proximal como distal pueden conectar con el anclaje 30 por medio de mecanismos de fijación liberables.

En la forma de realización mostrada en las Figuras 49, los accionadores 106a pueden, por ejemplo, incluir unos elementos de dedo rígidos que se extiendan desde una zona distal del eje multiluces 108, mientras que los accionadores 106b pueden incluir unos elementos de control (por ejemplo, filamentos de sutura o alambres metálicos o poliméricos) que pasen a través de una o más luces, Lu, del eje 108. Los accionadores de liberación 112 destinados a los mecanismos de fijación liberables para ambos conjuntos de accionadores pueden, Asimismo, pasar a través de una o más luces, Lu, del eje 108. Los accionadores de liberación pueden comprender, por ejemplo, unos elementos de control (por ejemplo, filamentos de sutura, o alambres metálicos o poliméricos), cubiertas, mandriles, elementos alargados, superficies de fricción, porciones de envuelta, perfiles de interferencia, etc. Los accionadores de liberación son, de modo preferente, amovibles con respecto a los elementos de accionamiento de anclaje 106, por ejemplo, por medio del asidero de control 120.

El asidero de control 120 está acoplado al eje multiluces 108. El mando 122 dispuesto dentro de la ranura 123 puede activar los accionadores de liberación 112 que acoplan los accionadores 106a de los elementos de accionamiento de anclaje 106 con el aparato 10. Asimismo, el mando 124 dispuesto dentro de la ranura 125 puede activar los accionadores de liberación 112 que acoplan los accionadores 106b de los elementos de accionamiento de anclaje 106 con los montantes 32 del anclaje 30 del aparato 10. El asidero 120 comprende también un mando 126 para, por ejemplo, manipular los accionadores 106b para controlar el movimiento de la zona distal del aparato 10 con respecto a su zona proximal. Al contrario, el movimiento controlado de la zona proximal del aparato 10 con respecto a su zona distal se puede conseguir manteniendo el mando 126 fijo al tiempo que se avanza o retrae el asidero 120. El mando 126 puede, de manera opcional, desplazar los accionadores 106b al unísono con sus accionadores de liberación concomitantes 112.

El aparato 10 comprende el anclaje 30 y la válvula de sustitución 20. El anclaje 30 comprende, de modo preferente, una trenza. Dicha trenza puede presentar unos extremos cerrados en uno u otro o ambos de sus extremos. La válvula de sustitución 20 está, de modo preferente, acoplada al anclaje a lo largo de los montantes 32, por ejemplo, a lo largo de una estructura de fijación de la válvula, como por ejemplo una orejeta y/o una pluralidad de agujeros. Los montantes 32, por tanto, pueden funcionar como soportes de válvula y pueden ser adaptados para soportar la válvula de sustitución dentro del anclaje. En la forma de realización mostrada, hay tres montantes, correspondientes a los tres puntos de fijación comisurales de la válvula. Los montantes pueden ser fijados a la porción de trenza del anclaje 30. Los montantes pueden ser fijados al extremo distal de la trenza, como se muestra en la Figura 50A, a la zona central o al extremo proximal. La válvula de sustitución 20 puede estar compuesta por un material sintético y/o puede proceder de tejido animal. La válvula de sustitución 20 está, de modo preferente, configurada para quedar fijada dentro del anclaje 30.

El anclaje 30 comprende una pluralidad de elementos de bloqueo de anclaje 34, por ejemplo, unas hebillas 34, fijadas a su zona proximal, una para cada montante 32. Los montantes 32 pueden comprender un elemento de cierre que forme un mecanismo de cierre de dos piezas con los elementos de cierre de anclaje 34 para mantener el anclaje 30 en una configuración desplegada o expandida (por ejemplo, como se ilustra en las Figuras 49B, 50B y 50C).

En la presente forma de realización, el anclaje 30 está conformado a partir de una trenza de alambre comprimible y expandible. La trenza de anclaje 30 es, de modo preferente, autoexpandible y está, de modo preferente, conformada a partir de un material como Nitinol, acero de cromo - cobalto o alambre de acero inoxidable que utilice uno o más filamentos de alambre. La instalación y el despliegue del anclaje trenzado 30 es similar a la instalación y despliegue de los anclajes descritos en la Solicitud de patente estadounidense con el Número de Serie 10/746,120. En concreto, en una forma de realización descrita más adelante, durante el despliegue el anclaje trenzado 30 es acortado activamente mediante la retracción en dirección proximal de los accionadores 106b con respecto a los accionadores 106a para expandir y bloquear el anclaje en posición. En algunas formas de realización, el accortamiento puede expandir el anclaje 30 hasta adoptar una forma expandida radialmente simétrica y literalmente simétrica o asimétrica. La etapa de acortamiento puede incluir la expansión de una primera zona del anclaje hasta

un primer diámetro y un segunda zona del anclaje hasta un segundo diámetro mayor que el primer diámetro. Una tercera zona puede también ser expandida hasta un diámetro mayor que el primer diámetro. La expansión de varias zonas del anclaje (por ejemplo, la zona distal) puede ser especialmente útil para localizar la válvula aórtica y centrar el anclaje dentro de ella. De modo preferente, el anclaje asegurado no interfiere con la válvula mitral o las aberturas de las arterias coronarias. En algunas formas de realización, se deja que el anclaje se autoexpanda antes de la etapa de acortamiento.

Como se aprecia en las Figuras 49, después de la instalación endovascular a través de la vaina 110 hasta las inmediaciones de la válvula natural del paciente (como por ejemplo la válvula aórtica), el aparato 10 puede ser expandido desde la configuración de instalación comprimida de la Figura 49A hasta la configuración desplegada expandida de la Figura 49B utilizando el instrumento del sistema/despliegue de instalación 100. Para desplegar el aparato 10, la vaina externa 110 puede ser retraída con respecto al aparato 10 retrayendo en dirección proximal el asidero de la vaina 111 con respecto al asidero de control 120. La vaina 110 es así retirada del exterior del aparato 10, permitiendo que el anclaje 30 se autoexpanda. Por ejemplo, si la trenza de anclaje 30 está compuesta por un material con memoria de la forma, se puede expandir hasta o hacia su configuración "en reposo". Esta configuración en reposo de la trenza puede ser, por ejemplo, su configuración expandida, una configuración comprimida o una configuración parcialmente expandida entre la configuración comprimida y la configuración expandida o alguna combinación. En algunas formas de realización preferentes, la configuración en reposo del anclaje se dispone entre la configuración comprimida y la configuración expandida. Dependiendo de la configuración en reposo de la trenza y del diámetro de la anatomía del paciente en el emplazamiento de despliegue elegido, el anclaje puede o puede no autoexpandirse para situarse en contacto con el diámetro de la anatomía del paciente en ese emplazamiento.

En su configuración comprimida, el anclaje 30 tiene, de modo preferente, un diámetro de instalación comprimido de entre aproximadamente de 1 a 10 mm o, de modo más preferente, de 2 a 9,3 mm o, de modo más preferente de 4 a 8 mm. En algunas formas de realización, el anclaje 30 en su configuración comprimida tendrá una longitud que oscilará de aproximadamente 5 a aproximadamente 170 mm, de modo más preferente de aproximadamente 10 a aproximadamente 160 mm, de modo más preferente de aproximadamente 15 a aproximadamente 150 mm, de modo más preferente de aproximadamente 20 a aproximadamente 140 mm o, de modo más preferente, de aproximadamente 25 mm a aproximadamente 130 mm.

De modo similar, en su configuración expandida, el anclaje 30 preferente tiene un diámetro de entre aproximadamente 10 a aproximadamente 36 mm o, de modo más preferente, de aproximadamente 24 a aproximadamente 33 mm o, de modo más preferente, de aproximadamente 24 a aproximadamente 30 mm. En algunas formas de realización, el anclaje en su configuración expandida tendrá una longitud de aproximadamente 1 a aproximadamente 50 mm, de modo más preferente de aproximadamente 2 a aproximadamente 40 mm, de modo más preferente de aproximadamente 5 a aproximadamente 30 mm o, de modo más preferente, de aproximadamente 7 a aproximadamente 20 mm.

En conjunto, la relación de las longitudes desplegada a comprimida/envainada es, de modo preferente, de aproximadamente 0,05 a 0,5, de modo más preferente de aproximadamente 0,1 a 0,35 o, de modo más preferente de aproximadamente 0,15 a 0,25. En cualquiera de las formas de realización de la presente memoria, el anclaje 30 en su configuración expandida, presenta, de modo preferente, una resistencia al aplastamiento radial que mantiene el anclaje sustancialmente no deformado en respuesta a una presión de hasta aproximadamente 0,5 bar dirigida sustancialmente en sentido radial hacia dentro en dirección al eje geométrico central o, de modo más preferente hasta aproximadamente 2 atm dirigida sustancialmente en sentido radial hacia dentro en dirección al eje geométrico central. Asimismo, en cualquiera de las formas de realización de la presente memoria, el anclaje, de modo preferente, presenta una constante elástica axial de entre aproximadamente de 10 a 250 g/cm, de modo más preferente, entre aproximadamente de 20 a 200 g/cm o, de modo más preferente entre aproximadamente de 40 a 160 g/cm. Asimismo, en cualquiera de las formas de realización de la presente memoria, el anclaje está, de modo preferente, adaptado para soportar la válvula de sustitución en respuesta a una presión diferencial de hasta aproximadamente 0,16 bar (120 mm Hg), de modo más preferente hasta aproximadamente 0,32 bar (240 mm Hg) o, de modo más preferente, hasta aproximadamente 0,427 bar (320 mm Hg).

Estos parámetros no pretenden ser limitativos. Los expertos en la materia tendrán sin duda presentes otros parámetros.

Como se aprecia en la Figura 49B, el anclaje 30 puede ser expandido hasta una configuración completamente desplegada desde una configuración desplegada parcial (por ejemplo, una configuración autoexpandida) acortando de forma activa el anclaje 30 durante el despliegue endovascular. En algunas formas de realización, el acortamiento del aparato conlleva la aplicación de una fuerza dirigida distalmente sobre el extremo proximal del anclaje mediante uno o más elementos de accionamiento del anclaje para desplazar el extremo proximal del anclaje en dirección distal manteniendo al tiempo la posición del extremo distal del anclaje. Por ejemplo, la zona proximal del anclaje 30 puede ser empujada en dirección distal por determinados elementos de accionamiento del anclaje 106, por ejemplo, los accionadores 106a. Como alternativa, el acortamiento del aparato conlleva la aplicación de una fuerza dirigida en dirección proximal sobre el extremo distal del anclaje por uno o más elementos de accionamiento del anclaje para desplazar el extremo distal del anclaje en dirección proximal manteniendo al tiempo la posición del extremo proximal

del anclaje. Por ejemplo, la zona distal del anclaje 30 puede ser traccionada en dirección proximal por medio de una fuerza dirigida en dirección proximal aplicada por los elementos de accionamiento 106b de los montantes, siendo esta fuerza opuesta por los accionadores del anclaje 106a.

- 5 Los elementos de accionamiento del anclaje 106 están, de modo preferente, adaptados para expandirse radialmente cuando el anclaje se expande radialmente y para contraerse radialmente cuando el anclaje se contrae radialmente. Asimismo, unas fuerzas en dirección proximal o distal por parte de los elementos de accionamiento del anclaje aplicadas sobre un extremo del anclaje no constriñen diametralmente el extremo opuesto del anclaje. Asimismo, cuando una fuerza dirigida en dirección proximal o distal es aplicada sobre el anclaje por unos elementos de
10 accionamiento del anclaje, de modo preferente es aplicada sin pasar por cualquier porción de un sistema de despliegue a través de una abertura central de la válvula de sustitución. Esta disposición permite que la válvula de sustitución opere durante el despliegue y antes de la retirada del sistema de despliegue.

- Los elementos distales de accionamiento del anclaje pueden incluir, por ejemplo, los accionadores 106b y/o los
15 accionadores 112 de liberación que son controlados, por ejemplo, por los mandos de control 124 y 126 del asidero de control 120. De modo similar, las zonas proximales del anclaje 30 pueden ser empujadas en dirección distal por medio de los elementos proximales de accionamiento del anclaje, por ejemplo los accionadores 106a, dispuestos en la zona proximal del anclaje. Los elementos proximales de accionamiento del anclaje facilitan la aplicación de una fuerza dirigida distalmente hacia el extremo proximal del anclaje 30 para desplazar o constreñir el extremo proximal
20 del anclaje en dirección distal y son controlados por medio del movimiento del eje 108 con respecto a los elementos distales de accionamiento de anclaje. El mando de control 122 del asidero de control 120 puede controlar los accionadores de liberación 112 para liberar de la trenza los elementos proximales de accionamiento del anclaje. Los elementos proximales de accionamiento de anclaje pueden también estar dispuestos para expandirse cuando el extremo proximal del anclaje se expanda radialmente durante la aplicación de una fuerza dirigida distalmente sobre
25 el extremo proximal del anclaje. De modo preferente, los elementos proximales de accionamiento del anclaje aplican una fuerza dirigida en dirección distal sobre el extremo proximal del sistema de anclaje a través de una pluralidad de accionadores 106a con el fin de expandir la trenza del anclaje 30. Dicha expansión de la trenza puede, de manera opcional, ser asistida por medio de la inflación de un catéter de balón (véanse las Figuras 25 y 26) dispuestos de manera reversible dentro del aparato 10, como se describe en la Solicitud de patente estadounidense con el
30 Número de Serie 10/746,120.

- En la configuración completamente desplegada los elementos de bloqueo de los montantes 32 y los elementos de bloqueo del anclaje o las hebillas 34 del anclaje 30 pueden ser utilizados para bloquear y mantener el anclaje en la configuración desplegada. El aparato 10 puede ser recolocado o recuperado de un paciente hasta que los elementos
35 de bloqueo de los montantes 32 hayan quedado interbloqueados con los elementos de bloqueo de anclaje 34 del anclaje 30 para formar el cierre 40. En una forma de realización, los accionadores 106b y los accionadores de liberación auxiliares 112 comprenden unos elementos de control fijados a los montantes 32 que son entrelazados a través de las hebillas 34 para que la fuerza dirigida en dirección proximal ejercida sobre los montantes 32 por los elementos de control durante el despliegue traccione un elemento de bloqueo de los montantes 32 hacia y a través
40 de las hebillas 34 para formar el cierre 40. De esta manera, los elementos de control pueden actuar tanto como accionadores del anclaje como accionadores del cierre.

- Dicho cierre puede, de manera opcional, ser reversible selectivamente para hacer posible la recolocación y/o la retirada del aparato 10 durante o después del despliegue. Cuando el cierre es selectivamente reversible, el aparato
45 puede ser recolocado y/o recuperado según se desee, esto es, incluso después del accionamiento del cierre 40.

- Asimismo, los cierres utilizados en la presente memoria pueden incluir una pluralidad de niveles de bloqueo en los que cada nivel de bloqueo se traduzca en una cantidad suficiente de expansión. Por ejemplo, los elementos de cierre del anclaje situados en el extremo proximal del montante pueden presentar múltiples configuraciones de
50 bloqueo dentro de la hebilla de manera que cada configuración se traduzca en una cantidad diferente de expansión del anclaje (véase, por ejemplo, la Figura 50F). Dichos mecanismos de bloqueo pueden, por ejemplo, comprender unos trinquetes que presenten múltiples emplazamientos de bloqueo. Asimismo, pueden determinarse unos elementos característicos del elemento de cierre para facilitar la alineación del montante y de los elementos de cierre del anclaje, como por ejemplo una bisagra o una anchura sobredimensionada del montante o de los elementos de
55 cierre del anclaje. Asimismo, pueden incorporarse mecanismos de evitación del bloqueo para precluir el bloqueo hasta que se desee por parte del facultativo médico.

- Cuando el aparato 10 es situado a través de la válvula cardiaca enferma de un paciente, el anclaje 30 puede ser utilizado para desplazar las valvas de la válvula natural del paciente, y la válvula de sustitución 20 ocupará a
60 continuación el lugar de la válvula natural. Después de la colocación y expansión finales, el aparato 10 puede ser desacoplado del sistema de instalación 100 desacoplando del aparato los elementos de accionamiento proximales y distales 106 del anclaje por medio de unos mecanismos de fijación liberables, por ejemplo, desacoplando los accionadores proximales 106a del anclaje trenzado 30 y los accionadores distales 106b de los montantes 32 del anclaje por medio de unos mecanismos de fijación liberables. El desplazamiento de los accionadores de liberación
65 112, por ejemplo, utilizando los mandos 122 y 124 del asidero 120 puede, por ejemplo, accionar los mecanismos de fijación liberables. De modo preferente, los mecanismos de fijación liberables pueden ser accionados desplazando el

(los) accionador(es) de liberación menos de aproximadamente 2,54 cm. Después del desacoplamiento, el instrumento del sistema de instalación/despliegue 100 puede ser retirado del paciente, completando de esta manera la sustitución endovascular de la válvula cardíaca de un paciente.

Antes de la implantación del aparato de válvula de sustitución descrito en la presente memoria, puede ser conveniente llevar a cabo una valvuloplastia sobre la válvula enferma del paciente mediante la inserción de un balón dentro de una válvula y expandiéndolo, utilizando, por ejemplo, con una solución salina mezclándola con un agente de contraste, además de la preparación de la zona de la válvula para su implante, la visualización fluoroscópica de la valvuloplastia ayudará a determinar el tamaño apropiado del implante de válvula de sustitución que va a utilizarse.

Las Figuras 50A - 50C muestran detalles adicionales del anclaje 30 del aparato 10. La Figura 50A muestra el aparato en una configuración comprimida, preparada para su instalación dentro de una vaina o de otra luz o para su recuperación y recaptura dentro de una vaina o de otra luz. Las Figuras 50B y 50C muestran el anclaje y la válvula en una configuración expandida y bloqueada.

Como se muestra en la Figura 50B, el anclaje 30 presenta tres montantes y tres hebillas. Como se aprecia en la Figura 50C las tres valvas de la válvula de sustitución 20 pueden estar acopladas a los tres montantes 32 a lo largo de unas estructuras de soporte de la válvula. Así, los montantes 32 actúan como soportes de válvula. Los montantes, a diferencia de la trenza, no se comprimen o expanden. En algunas formas de realización, un montante 32 presenta una o más ranuras proximales 33, al menos un agujero proximal 36a y al menos un agujero distal 36b. El tejido de las valvas puede, por ejemplo, ser introducido a través de la ranura 33 y suturado en posición por medio de una sutura conducida a través de uno o más agujeros proximales 36a. De esta manera, la(s) ranura(s) 33 y el (los) agujero(s) 36a puede(n) formar una estructura de soporte de la válvula. También pueden ser empleadas estructuras de soporte de la válvula alternativas conocidas en la técnica para fijar las valvas de la válvula a los montantes.

Los montantes 32 pueden ser acoplados a la trenza de anclaje 30 por medio de uno o más agujeros distales 36b. Por ejemplo, la trenza de anclaje 30 puede ser tejida a través de los agujeros 36b, o una sutura o un alambre puede ser conducido a través de los agujeros 36b y anudada a la trenza. Otro agujero proximal adicional (no mostrado) en el montante 32 sirve como elemento de bloqueo del anclaje que se sitúa en contacto con el elemento de cierre del anclaje dispuesto por la hebilla 34 para formar el cierre 40. Las hebillas 34 pueden también ser fijadas a la trenza de anclaje 30 por medio de tejedura o suturación.

Pueden ser utilizados cierres alternativos para cerrar el anclaje de la presente invención en la configuración acortada, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 50D - 50F. De modo preferente, un cierre puede presentar múltiples opciones de bloqueo de manera que el bloqueo pueda configurar una pluralidad de volúmenes de expansión. Asimismo, la opción de bloqueo puede ser empleada de forma asimétrica para conferir unos perfiles no cilíndricos al anclaje. En la Figura 50A, el cierre 40' comprende un elemento macho del cierre 44 dispuesto sobre el montante 32 y un elemento de anclaje del cierre 34 dispuesto sobre el anclaje trenzado 30. El elemento de anclaje del cierre 34 comprende de forma ilustrativa un saliente u ojal triangular 42 del anclaje 30. El perfil triangular del elemento hembra de cierre 42 puede facilitar el acoplamiento del elemento de cierre macho 44 con el elemento hembra de cierre sin que sea necesaria la deformación del elemento macho del cierre. Uno o más agujeros 45 pueden estar dispuestos a través del montante 32, por ejemplo, para fijar de manera liberable un accionador 106b al montante.

En la Figura 50E, el cierre 40'' comprende un elemento macho del cierre 44' que presenta múltiples cabezas de flecha en línea 46 a lo largo de los montantes 32. Cada cabeza de flecha comprende unos apéndices deformables 48 para facilitar el paso a través del elemento hembra del cierre 42', el cual comprende, según se ilustra, un ojal redondeado. Los apéndices 48 comprenden, de manera opcional, unos agujeros 49, de forma que el mecanismo de prevención del cierre liberable 47, según se ilustra, un alambre de control, pueda pasar a través de los agujeros para constreñir los apéndices en la configuración deformada. Para accionar el cierre 40'', una o más cabezas de flecha 46 del elemento de cierre macho 44' se traccionan a través del elemento hembra de cierre 42', por ejemplo, por medio de un accionador de montante/cierre, y el mecanismo de prevención del cierre es retirado de los agujeros 49, provocando de esta manera que los apéndices 48 se expandan de manera resiliente y accionen el cierre 40''.

De modo ventajoso, la provisión de múltiples cabezas de flecha 46 a lo largo de los montantes 32 producen un trinquete que facilita la determinación *in vivo* de un grado de acortamiento y la expansión impuesta sobre el anclaje 30. Asimismo, los apéndices de constricción adicionales 48 de las cabezas de flecha 46 por medio del mecanismo 47 impide el accionamiento del cierre 40'' (y de esta manera el despliegue del aparato 10) incluso después de que el elemento macho 44' haya sido avanzado a través del elemento hembra 42'. Solo después de que un facultativo médico haya retirado el mecanismo de prevención del cierre 47, el cual constriñe los apéndices 48, queda el cierre 42'' completamente encajado y el despliegue ya no resulta reversible.

El cierre 40''' de la Figura 50F es similar al cierre 40'' de la Figura 50E, excepto porque los agujeros 49 dispuestos sobre los apéndices 48 han sido eliminados, y el mecanismo de prevención del cierre comprende un tubo de cubierta o cubierta 47. El tubo de cubierta 47 constriñe los apéndices 48 para impedir el bloqueo hasta que un

facultativo médico haya determinado que el aparato ha sido acortado y situado adecuadamente en un punto de tratamiento. El cierre 40''' puede, por ejemplo, ser accionado aplicando una fuerza dirigida en dirección proximal sobre el accionador 106b. El accionador 106b comprende, según se ilustra, un alambre de control dispuesto de manera liberable a través del agujero 45 dentro del montante 32. El mecanismo de prevención del cierre 47 es a continuación retirado en dirección proximal con respecto al anclaje 30, lo que provoca que los apéndices se expandan de manera resiliente, accionando completamente de esta manera el cierre 40'''.

Con referencia a la Figura 51, se describe una vista detallada del montante 32. En la Figura 51, el montante 32 comprende, según se ilustra, un elemento de fijación del accionador 250 para fijar el montante a un accionador 106b; un elemento de cierre del montante 252, según se muestra una ranura, para interbloquear el montante 32 con un elemento de bloqueo del anclaje 34; una estructura de fijación de la válvula 254, que comprende la ranura 255 y una pluralidad de agujeros 256, para fijar la válvula de sustitución 20 al montante (una orejeta de la válvula puede ser introducida a través de la ranura 255, a continuación cosida a la parte trasera de los agujeros pasantes del montante 256); y un elemento de fijación de la trenza 258 para fijar el montante a una zona distal del anclaje 30. La trenza del anclaje 30 puede, por ejemplo, estar entrelazada a través del elemento de fijación de la trenza 258. El montante 32 puede ser fabricado a partir de una diversidad de materiales, por ejemplo, materiales metálicos, como por ejemplo acero inoxidable, y puede ser cortado por láser, fundido a presión, etc. En esta variante del montante 32, la válvula 20 está dispuesta en posición distal respecto del elemento de cierre 252. En variantes alternativas, la válvula puede estar fijada al montante proximal del elemento de cierre o en línea con el elemento de cierre (esto es, ni proximal ni distal respecto del cierre).

Las Figuras 52 proporcionan una variante alternativa del montante 32. En las Figuras 52, el montante 32 comprende un elemento de cierre 260 que incorpora una característica de alineación del cierre 262, según se ilustra una bisagra 263. La bisagra 263 hace posible que el elemento de cierre 260 rote desde una posición en línea con el montante 32 como se muestra en la Figura 52A, hasta una posición desalineada con el montante, como se muestra en la Figura 52B, facilitando de esta manera la alineación con un elemento de cierre del anclaje 34. Como se muestra, el montante 32 comprende también un elemento del accionador 264, según se ilustra un ojal, una estructura de soporte de la válvula 266 que presenta una ranura 267 y una pluralidad de agujeros 268, y un elemento de fijación de la trenza 269.

Las Figuras 53 ilustran una variante alternativa de una característica de alineación del cierre 262 que comprende un muelle 270. Como en el caso de la bisagra 263, el muelle 270 facilita la alineación del elemento de bloqueo del montante 260 con un elemento de cierre del anclaje 264 permitiendo que el elemento de cierre del montante rote desde una posición en línea con el montante 32, como en la Figura 53A, hasta una posición desalineada con el montante, como en la Figura 53B. El muelle 270 aplica también una fuerza recuperada que obliga al elemento del cierre del montante 260 de nuevo a alinearse con el montante 32. Asimismo, el muelle 270 puede facilitar la elongación dinámica del montante 32 en respuesta a una tensión axial. Esta elongación puede facilitar el alargamiento axial del anclaje 30 en respuesta a la compresión radialmente hacia dentro aplicada sobre el anclaje.

Con referencia a la Figura 54, se dispone otra variante del montante 32 que comprende una zona de expansión 280, la cual puede, por ejemplo, comprender un elemento característico cortado por láser a lo largo del montante 32. La zona de expansión 280 facilita la elongación dinámica del montante 32 en respuesta a la tensión axial aplicada al montante, la cual facilita el alargamiento axial del anclaje 30 en respuesta a la compresión radialmente hacia dentro aplicada sobre el anclaje. La Figura 55 ilustra un elemento expandible alternativo 290 que comprende un alambre o vástago curvado que puede ser alargado y enderezado mediante la aplicación de una tensión axial para facilitar el alargamiento axial del anclaje en respuesta a la compresión radialmente hacia dentro aplicada al anclaje (y con ello la tensión axial aplicada al montante 32 por medio de la interacción entre el elemento de bloqueo del montante 260 y un elemento de bloqueo del anclaje 34).

Un elemento 290, de manera adicional o como alternativa, puede servir como elemento característico de alineación de cierre. En dicha configuración el elemento 290 puede, de manera opcional, no ser expandible. En términos más generales, el montante 32 puede comprender unos extremos proximal y distal conectados por un miembro de tracción.

Las Figuras 56 ilustran otra variante del montante 32 que incorpora otro elemento característico alternativo de alineación del cierre 262. En las Figuras 56, el accionador 106b aplica una fuerza dirigida en dirección proximal la cual aproxima entre sí el elemento de cierre del montante 260 y el elemento de cierre del anclaje 34, haciendo posible que el sistema se bloquee. El elemento de cierre del anclaje 34 define una anchura del cierre W_1 . En esta forma de realización, el elemento característico de alineación del cierre 262 comprende un área o anchura W_2 de cierre del elemento de cierre del montante que es sustancialmente más ancha que la anchura W_1 del cierre, por ejemplo, al menos aproximadamente el doble de la anchura. Esta anchura incrementada potencia la probabilidad de interbloqueo del montante y de los elementos de cierre del anclaje, incluso en ángulos drásticamente desalineados. En las Figuras 56, el montante 32 y el elemento de bloqueo del anclaje 34 están dispuestos en un ángulo de desalineación mostrado de aproximadamente 10° .

Con referencia ahora a la Figura 57, la variante del montante 32 de la Figura 51 se muestra en combinación con un

accionador ilustrado 106b y el accionador de liberación 112. En la Figura 57, el accionador 106b comprende, según se ilustra, un vástago 300 que incorpora un elemento de fijación del montante 302 que coincide con el elemento de fijación del accionador 250 del montante 32. Las superficies de leva anguladas 304 y 305 del elemento de fijación del montante 302 y del elemento de fijación del accionador 250, respectivamente, forman una superficie de contacto entre el elemento de fijación del montante 302 y el elemento de fijación del accionador 250. El desplazamiento proximal del accionador 106b con respecto al montante 32 se traduce mediante las superficies de leva en una fuerza lateral entre los dos elementos que actúan para separar y liberar el montante 32 del accionador 106b. El accionador de liberación 112, según se ilustra un tubo 310, puede ser avanzado sobre el accionador 300 para cubrir la superficie de contacto de las superficies de leva del montante y del accionador 106b, formando de esta manera un mecanismo de fijación liberable para asegurar el montante al accionador incluso durante la aplicación de una tensión axial sobre el accionador. Para separar el montante 32 del accionador 106b, por ejemplo, después de la expansión y de bloqueo del anclaje 30, el accionador de liberación 112 puede ser retraído con respecto al accionador 106b hasta la posición mostrada en la Figura 57, suprimiendo de esta manera una constricción procedente de las superficies de leva 304 y 305 y haciendo posible que el montante y el accionador sean traccionados y separados. El accionador de liberación 112 es retraído, de modo preferente, menos de aproximadamente 2,54 cm con respecto al accionador 106b con el fin de accionar el mecanismo de fijación liberable, por ejemplo, para suprimir la constricción derivada de las superficies de leva 304 y 305.

Con referencia ahora a las Figuras 58, se describe un mecanismo de fijación liberable alternativo para fijar una variante del montante 32 a una variante del accionador 106b. En las Figuras 58A y 58B, el montante 32, que incorpora el elemento de fijación del accionador 320, según se ilustra una abertura proximal de tamaño ampliado situado dentro del montante, queda acoplado con un ajuste de interferencia, con el elemento de fijación del montante 330 del accionador 106b, como se ilustra una perilla de tamaño ampliado, mando u otro saliente distal del accionador. La pendiente del elemento 330 proporciona una superficie de leva que se sitúa en contacto con una superficie interior de la abertura 320. El ángulo de la superficie de leva entre el elemento 330 y la abertura 320 convierte el desplazamiento proximal del accionador 106b con respecto al montante 32 en desplazamiento lateral entre el accionador 106b y el montante 32, separando así estos elementos. El accionador de liberación 112, como se ilustra un tubo 310, cubre el mecanismo de fijación liberable de ajuste de referencia para precluir el desplazamiento lateral del elemento de fijación del montante con respecto al elemento de fijación de liberación, fijando con ello de manera liberable el montante de liberación 106b. En la Figura 58C, el tubo 310 está retraído con respecto al montante y al accionador, lo que permite el desplazamiento lateral entre los elementos de fijación del montante y del liberador, separando de esta manera el montante de liberación 106b del montante 32. Si el tubo 310 no ha sido retraído, por supuesto, el desplazamiento proximal del accionador 106b desplaza el montante 32 y la porción distal del anclaje en dirección proximal.

Las Figuras 59 ilustran una variante del mecanismo de fijación liberable de las Figuras 58. En las variantes de las Figuras 59, el elemento de fijación 320 del montante 32 es deformable desde un perfil sustancialmente redondo hasta un perfil ovalado o "con figura de ocho" mediante el avance del accionador de liberación 112 sobre el elemento de fijación. Esto forma un mecanismo de fijación liberable. En el perfil deformado de las Figuras 59A y 59B, el elemento de fijación del montante 330 del accionador 106b es acoplado mediante ajuste de interferencia con el elemento de fijación del montante 32. En la Figura 59C, la retracción del accionador de liberación 112 con respecto al montante y al accionador permite que el elemento de fijación del accionador 320 recobre de manera resiliente su configuración no deformada o en reposo, permitiendo de esta manera la separación del montante 32 respecto del accionador 106b. El elemento de fijación del accionador 320 puede, por ejemplo, ser fabricado a partir de un material con memoria de la forma, como por ejemplo Nitinol. Una superficie de leva 331 dispuesta sobre el elemento de fijación del montante 330 y una correspondiente superficie dispuesta sobre la porción interna del elemento 320 convierten el desplazamiento proximal del accionador 106b con respecto al montante 32 en desplazamiento lateral del elemento 330 con respecto al elemento 320 cuando el accionador de liberación 112 ha sido retraído.

En la variante de las Figuras 60, el elemento de fijación del montante 330 es deformable (como en las Figuras 60A y 60B), y el elemento de fijación del anclaje 320 puede ser acoplado mediante un ajuste de interferencia con el elemento de fijación del montante. La Figura 60C muestra el elemento de fijación del montante 330 en su configuración en reposo después de que el tubo 310 ha sido retraído, liberando de esta manera el elemento de fijación del anclaje 320. Como debe resultar evidente para muchos o todos los elementos de los elementos de bloqueo o fijación de dos piezas descritos en la presente memoria, la posición de los elementos puede ser invertida.

En las Figuras 61, el elemento de fijación del montante 330 comprende una porción de envuelta 332 que puede ser insertada a través del elemento de fijación del anclaje 320, según se ilustra un ojal, envuelto hacia atrás, a continuación cubierto con el tubo del accionador de liberación 310 para constreñir la porción de envuelta 332 en la configuración envuelta como en la Figura 61A. El tubo del accionador de liberación 310 puede ser retraído con respecto a la porción de envuelta para reconfigurar de manera resiliente o dinámica (por ejemplo, mediante la retracción del accionador 106b con respecto al montante 32) la porción de envuelta hasta adoptar una configuración sustancialmente recta para liberar una fijación entre el montante y el liberador, como en la Figura 61B. La porción de envuelta 332 es, de modo preferente, fabricada a partir de un material con memoria de la forma, como por ejemplo Nitinol, o en un material resiliente, como por ejemplo acero para resortes.

La Figura 62 muestra otra variante del montante, del accionador y del elemento de bloqueo del anclaje. En la figura 62, el montante 32 comprende un elemento de bloqueo del montante 260 y un elemento de fijación del accionador 264, según se ilustra un ojal, a través del cual está dispuesto de manera reversible el accionador 106b. El elemento de bloqueo del anclaje 34 comprende, según se ilustra, una hebilla, la cual puede, por ejemplo, estar conformada a partir de un tubo cortado o a partir de un material resiliente curvado. El elemento de bloqueo del anclaje 34 comprende un elemento de fijación del anclaje o de la trenza 340 para fijar la hebilla al anclaje 30, y una orejeta 342 para el interbloqueo de la hebilla con el elemento de bloqueo del montante 260 el cual, según se ilustra es una ranura conformada a través del montante 32. El accionador 106b, por tanto, acciona el montante (y, con ello, el extremo distal del anclaje al cual está fijado el montante) así como el cierre del anclaje. El accionador 106b puede ser liberado del montante (y, por tanto, del anclaje) traccionando un extremo del alambre de control en dirección proximal para extraer el alambre de control a través de y hacia fuera de la abertura 264.

El elemento de bloqueo del anclaje 34 comprende también una fijación del accionador de desbloqueo opcional 344, según se ilustra un par de ojales, a través del cual el accionador de desbloqueo 350 es acoplado de manera liberable al elemento de bloqueo del anclaje 34. El accionador de desbloqueo 350 comprende, según se ilustra, un alambre de control. Tras el bloqueo de la orejeta 342 de la hebilla 34 dentro de la ranura 260 del montante 32, una fuerza dirigida en dirección proximal aplicada sobre el accionador de desbloqueo 350 puede retirar la orejeta de la ranura desbloqueando de esta manera la hebilla 34 y el montante 32 y permitiendo que el montante se contraiga y se alargue. El desbloqueo puede ser utilizado, por ejemplo, para recolocar o recuperar el aparato de anclaje y de válvula incluso después de que el aparato ha sido bloqueado en la configuración completamente desplegada, como se ha descrito con anterioridad con respecto a las Figuras 5.

Las Figuras 63 muestran otra variante del accionador, del accionador de bloqueo y del accionador de liberación. Como en el caso de los elementos de bloqueo del anclaje, el elemento de bloqueo del anclaje 34 en esta forma de realización está fijado a un extremo proximal del anclaje, y el extremo distal del montante 32 está fijado a un extremo distal del anclaje. El anclaje no se muestra en las Figuras 63 para facilitar la ilustración. Con la misma finalidad, tampoco se muestra el accionador de desbloqueo en las Figuras 63.

Como se muestra, el accionador 106b acciona tanto el montante 32 (y, por tanto, el extremo distal del anclaje al cual está fijado el montante) como el cierre formado entre el elemento de cierre del montante 260 y el elemento de cierre de anclaje 34. En la Figura 63A, el accionador de liberación 112 pasa a través del accionador 106b para accionar el mecanismo de liberación liberable entre el montante 32 y el accionador 106b. La Figura 63B proporciona una vista detallada del mecanismo de fijación liberable. El accionador 106b comprende una porción de envuelta 360 que pasa a través del elemento de fijación del accionador 264 y se envuelve alrededor del extremo del montante 32. La porción de envuelta 360 puede comprender un material con memoria de la forma como por ejemplo Nitinol, o un material deformable, como por ejemplo, un material deformable de manera resiliente.

La porción de envuelta 360 comprende también una primera abertura 362 para encajar el accionador de liberación 112, según se ilustra un alambre o un vástago que pasa a través de la luz, Lu, del accionador 106b. Las paredes de la luz actúan como soporte lineal y/o guía del movimiento durante el avance y la retracción del accionador de liberación con respecto al accionador. El accionador 106b comprende también una segunda abertura 364, la cual puede estar alineada con la primera abertura 362 para encajar con el accionador de liberación 112, según se muestra. Como se aprecia en la vista en sección transversal de la Figura 63C, la porción de envuelta 360, y especialmente la porción curvada 361 de la porción de envuelta, actúa como elemento de resorte que fuerza la primera abertura a desalinearse con la segunda abertura. De esta manera, el accionador de liberación 112 puede ser acoplado mediante un ajuste de interferencia o fricción a través de la primera abertura 362 y de la segunda abertura 364. La retracción del accionador de liberación en situación proximal respecto de las primera y segunda aberturas puede accionar el mecanismo de fijación liberable para liberar del montante 32, de manera resiliente o dinámica, la porción de envuelta 360 y liberar el accionador 106b. La porción de envuelta y/o curvada 360/361 del accionador 106b, según se ilustra, está dispuesta en un extremo distal del accionador.

Como debe resultar evidente para los expertos en la materia, el mecanismo de fijación liberable de las Figuras 63 puede también ser utilizado para fijar un accionador 106a a un anclaje trenzado 30. En términos más generales, la porción de envuelta 360 proporciona un primer perfil ilustrativo sobre un elemento de accionamiento del anclaje 106 que está adaptado para acoplarse con un segundo perfil dispuesto sobre un elemento de fijación del accionador del montante o del anclaje (como por ejemplo el elemento 264 de las Figuras 63, o un alambre de la trenza del anclaje 30) para impedir sustancialmente el desplazamiento distal o proximal relativo entre el elemento de accionamiento del anclaje y el anclaje. El aparato comprende también un accionador de liberación adaptado para accionar el mecanismo de fijación liberable. El accionador de liberación está adaptado para ser desplazado para permitir el desplazamiento relativo entre el primer perfil y el segundo perfil. Este desplazamiento relativo puede modificar el primer perfil y/o el segundo perfil en un tercer perfil que permita el desplazamiento distal o relativo entre el elemento de accionamiento de anclaje y el anclaje y el montante. Asimismo, este desplazamiento relativo puede separar del elemento de fijación del anclaje o del accionador el elemento de accionamiento del anclaje.

La Figura 64 ilustra una variante del elemento de cierre del anclaje de las Figuras 63. En la Figura 64 el elemento de cierre del anclaje 34 comprende un elemento característico de alineación de cierre 370. El elemento característico

370 comprende una porción de encaje 372, según se ilustra un bucle, que está adaptada para encajar con el montante 32 antes del encaje del elemento de cierre del anclaje 34 (esto es, antes del encaje de la orejeta 342 del elemento de cierre del anclaje) con el elemento de cierre del montante 260. El elemento característico 370 asegura la alineación del montante y de la hebilla antes del bloqueo. Asimismo, el elemento característico 370 añade una resistencia adicional al elemento de cierre del anclaje 34 y opone unas fuerzas dirigidas hacia dentro aplicadas al elemento 34 cuando la válvula 20 del aparato 10 se cierra durante la diástole.

Con referencia ahora a las Figuras 65, se describe el accionamiento del aparato de la Figura 64. Como se aprecia en la Figura 65A, el elemento de cierre del anclaje 34 se hace avanzar distalmente con respecto al montante 32, por ejemplo, aplicando una fuerza dirigida en dirección distal al anclaje por medio del accionador del anclaje 106a para desplazar la porción proximal del anclaje en dirección distal manteniendo al tiempo la posición del montante 32 por medio del accionador 106b. Como alternativa o de manera adicional, puede aplicarse una fuerza dirigida en dirección proximal al montante 32 por medio del accionador 106b al tiempo que se mantiene la posición del extremo proximal del anclaje para desplazar la posición distal del anclaje en dirección proximal. Un elemento característico de alineación del cierre 370 encaja con el extremo proximal del montante antes del interbloqueo de la orejeta 342 del elemento de cierre del anclaje 34 con el elemento de cierre del montante 260, asegurando de esta manera una alineación adecuada. La retracción continuada del montante 32 con respecto a la hebilla 34 bloquea el montante dentro de la hebilla, como se muestra en la Figura 65B. Esto también expande el aparato 10 hasta la configuración completamente desplegada de, por ejemplo, las Figuras 49B y 50C. A continuación, el accionador de liberación 112 es retraído en dirección proximal con respecto al accionador 106b, lo que provoca que la porción de envuelta 360 del accionador oscile de manera resiliente o dinámica hacia fuera desalineando de esta manera la primera abertura 362 y la segunda abertura 364. La retracción proximal del accionador 106b con respecto al montante 32 retira del elemento de fijación del accionador 264 del montante 32 la porción de envuelta 360.

La Figura 66 muestra una variante del aparato de las Figuras 64 y 65. En la Figura 66, el elemento de cierre del anclaje 34 comprende un anillo de bloqueo 380, mientras que el elemento de cierre del montante 260 comprende un extremo envuelto o curvado del montante 32. El extremo proximal curvado forma también el elemento de fijación del accionador 264. La porción de envuelta 360 del accionador 106b está envuelta alrededor del extremo curvado del montante 32. El accionador de liberación 112, que pasa a través de la primera abertura 362 y de la segunda abertura 364 del accionador 106b, asegura de maneja liberable esta fijación. El accionador de liberación comprende también un accionamiento 390 que facilita el paso del accionador a través de los elementos de fijación de accionador de liberación 392 del montante 32, en la Figura unos ojales. Cuando están dispuestos los elementos pasantes 392, el accionador de liberación 112 actúa también como un mecanismo de prevención del cierre que impide el bloqueo del extremo proximal curvado del montante 32 con el anillo 380 del elemento de cierre de anclaje 34.

En uso, el extremo proximal del montante 32 puede ser retraído por medio del anillo 380 del elemento de cierre del anclaje 34. El accionador de liberación 112 puede, a continuación, ser retraído con respecto a un accionador del anclaje 106b y del montante 32, de manera que el accionador de liberación quede dispuesto en dirección proximal respecto de los elementos de fijación 392 del montante. A continuación se puede dejar que el montante 32 avance en dirección proximal hasta que su extremo proximal curvado quede capturado y bloqueado contra el anillo 380 del elemento 34. La retracción del accionador de liberación 112 con respecto al accionador 106b facilita la separación del accionador respecto del montante, como se ha descrito con anterioridad.

Con referencia ahora la Figura 67, se describe una forma de realización del montante 32 que está configurado para quedar bloqueado contra la trenza del anclaje 30, por oposición a un elemento separado de cierre del anclaje 34. El elemento de cierre del montante 260 comprende, según se ilustra, una orejeta incurvada 400 que captura la trenza del anclaje para bloquear el anclaje en una configuración desplegada.

Las Figuras 68 ilustran el bloqueo y el desbloqueo de una variante del elemento de cierre del anclaje 34. El elemento de cierre del anclaje 34 de las Figuras 68 es similar a la variante de hebilla del elemento 34 descrito con anterioridad con respecto a las Figuras 62 y 63. Sin embargo, la variante de las Figuras 68 se fabrica a partir de una tira de material que está incurvada para formar una porción enrollada o curvada. La Figura 68A ilustra el aparato antes del bloqueo, la Figura 68B ilustra la configuración bloqueada y la Figura 68C ilustra el bloqueo mediante la aplicación de una fuerza de bloqueo en dirección proximal para bloquear el accionador 350.

Las Figuras 69 muestran otra forma de realización adicional de un mecanismo de accionamiento liberable. El mecanismo de cierre del anclaje 34 comprende un mecanismo de alineación del cierre dispuesto en dirección proximal respecto de la orejeta de bloqueo 412. Como se muestra, el mecanismo de alineación del cierre 410 encaja con el extremo distal del montante 32 para alinear el montante y el elemento de cierre del anclaje antes del bloqueo del elemento de cierre del montante 260 con la orejeta 412 con el elemento de cierre del anclaje 34. El mecanismo de alineación del cierre 410 añade una resistencia adicional del elemento de cierre del anclaje 34 y opone unas fuerzas dirigidas hacia dentro aplicadas al elemento 34 cuando la válvula 20 del aparato 10 se cierra durante la diástole. De modo ventajoso, las fuerzas dirigidas hacia dentro actúan para mantener el aparato 10 en la configuración bloqueada. El mecanismo 410 puede, de manera opcional, estar conformado a partir de un tubo cortado.

Las Figuras 70 ilustran una variante del elemento de cierre del anclaje 34 que se puede conformar a partir de un tubo cortado. Como se aprecia en las Figuras 70A y 70B, el elemento 34 comprende unas orejetas 420 para encajar con el extremo proximal curvado del montante 32 que forma el bloqueo del elemento del montante 260. Con el fin de bloquear el montante con el elemento 34, el extremo distal curvado del montante es retraído en dirección proximal respecto de las orejetas 420 mediante la acción de la tensión proximal aplicada sobre el montante 32 por el accionador 106b mientras el elemento 34 se mantiene fijo, como se ha descrito con anterioridad. Cuando entra en el elemento de cierre del anclaje 34, el extremo curvado del montante se dispone en leva hacia dentro mediante el encaje del borde distal del elemento 34 con la superficie externa del elemento curvado. Una vez en situación proximal con respecto a las orejetas 420, el extremo curvado del montante se desplaza hacia fuera, bloqueando de esta manera el aparato e impidiendo el posterior desplazamiento distal del montante 32 con respecto al elemento 34. Para desbloquear el aparato, la porción curvada del montante es traccionada en mayor medida en dirección proximal por el accionador 106b hasta que la punta de la porción curvada se desplaza por el interior de una abertura 422 conformada en el elemento 34. Como se aprecia en las Figuras 70C y 70D, el avance distal resiliente del montante con respecto al elemento 34, por ejemplo, por medio de la expansión resiliente de la trenza de anclaje 30, deforma y endereza el extremo proximal curvado del montante 32 por medio de un encaje de leva de la cara inferior de la porción curvada del montante con la porción interna de la abertura 422, lo que permite que el accionador 106b se deslice fuera del montante 32, desbloqueando el aparato 10. La porción curvada del montante 32 puede, de manera opcional, estar conformada a partir de un material con memoria de la forma, de manera que el montante recobre su perfil curvado para su posterior rebloqueo después del desbloqueo.

Las Figuras 71 ilustran una variante del montante 32 y del elemento de cierre del anclaje 32. El elemento de cierre del anclaje 34 comprende, según se ilustra, una porción curvada 35 que encaja con y penetra en la ranura del elemento de cierre del montante 260 para bloquear el anclaje cuando el montante 32 es traccionado en dirección proximal por dentro del elemento 34 por el accionador 106b. Después del bloqueo, la retracción proximal continuada del montante 32 por el accionador 106b encaja el extremo distal de la porción curvada del elemento 34 con una superficie de leva 430 del montante 32. El avance distal resiliente del montante 32 (como por ejemplo mediante la contracción y elongación resilientes del anclaje hasta adoptar su configuración en reposo) deforma entonces y endereza el extremo enrollado del elemento 34, permitiendo de esta manera que el elemento de cierre del anclaje 34 se separe del montante 32, desbloqueando el aparato.

Las Figuras 72 y 73 ilustran variantes de hebilla adicionales del elemento de cierre del anclaje 34. El desplazamiento proximal de montante 32 dentro del elemento de cierre de anclaje 34 (mediante, por ejemplo, el accionador 106b) encaja con una superficie inferior 702 de una porción curvada 700 del elemento 34 con el extremo proximal del montante 32. El desplazamiento proximal ulterior del montante 32 con respecto al elemento 34 sitúa en leva la porción curvada 700 hacia delante hasta que el extremo curvado 704 de la porción curvada 700 coincide y se desplaza de manera resiliente dentro de la abertura 260 del montante 32, bloqueando el aparato. La variante de la Figura 73 ilustra la fijación a la trenza del anclaje 30 por medio de suturas o elementos similares conducidas a través de las aberturas 340 del elemento 34. El cierre no se puede bloquear por medio del accionador de desbloqueo 350.

Con referencia ahora a la Figura 74, se describe una forma de realización de un montante 32 y de un elemento de cierre del elemento 34 con un cierre de trinquete. El montante 32 comprende un elemento de fijación del accionador descrito con anterioridad 250 que está sujeto de manera liberable al elemento de fijación del montante 302 del accionador 106b. (Pueden, como alternativa, ser utilizados otros mecanismos de fijación liberables). El montante 32 comprende también un elemento de fijación de la trenza 430 y una estructura de fijación de la válvula 432. En la variante de la Figura 74, la estructura de fijación de la válvula 432 comprende una orejeta 433 que se extiende desde el montante 32, así como una pluralidad de agujeros 434 a través del montante 32 y una pluralidad de agujeros 435 a través de la orejeta 433. La válvula de sustitución 20 puede ser fijada al montante 32 cosiendo la válvula a la estructura de fijación de la válvula a través de los agujeros 434 y/o 435.

El montante 32 comprende también un elemento de bloqueo de trinquete 440 que presenta una pluralidad de planos inclinados con unas superficies de leva 442 y unas superficies de fricción 443. Los planos inclinados están dispuestos a lo largo uno u otro lado de la orejeta 443 para el trinqueteo y el bloqueo contra el trinqueteo del elemento de cierre del anclaje 34. El elemento de cierre del anclaje 34 comprende unos dientes de trinquete 450 a uno y otro lado de los elementos de fijación de la válvula que se sitúan en leva contra la superficie 442 y quedan bloqueados contra las superficies de fricción 443 del elemento 440 del montante 32, cuando el montante 32 es retraído en dirección proximal a través del elemento 34. De modo ventajoso la provisión de múltiples filas de trinquetes de plano inclinado a lo largo del montante 32 facilita el interbloqueo del montante y del elemento en múltiples localizaciones independientes.

El elemento 34 comprende unas ranuras proximal y distal 452 que reciben el montante 32, así como una ranura longitudinal central 453 que facilitan el paso de la orejeta 433 (y con ello de la válvula 20) a través de aquella. El accionador 106b puede quedar dispuesto a través de las ranuras 452 antes de la aproximación y el bloqueo del montante con el elemento de cierre del anclaje 34 con el fin de facilitar la alineación del montante y del elemento de cierre del anclaje. El elemento de cierre 34 puede ser raqueteado a lo largo del elemento de cierre del trinquete 440 para conseguir cualquier configuración de bloqueo deseada y el grado de expansión del aparato 10. La estructura de

fijación de la válvula 432, y con ello de la válvula de sustitución 20, puede quedar situada en posición proximal respecto del despliegue posterior del cierre de trinquete o en línea con el cierre de trinquete (esto es, ni en posición proximal ni en posición distal con respecto al cierre de trinquete). El elemento 34 comprende también una(s) fijación(es) del accionador de desbloqueo 454 para acoplar el elemento a un accionador de desbloqueo, por ejemplo, el accionador de desbloqueo descrito con anterioridad 350, para desbloquear el elemento 34 mediante la aplicación de una fuerza de desbloqueo dirigida en dirección proximal que desplace los dientes de trinquete 450 de las superficies de fricción 443.

Las Figuras 75 ilustran variantes de la Figura 74. Los elementos del cierre de trinquete 440 de los montantes 32 de las Figuras 75 comprenden una pluralidad de ranuras de trinquete 444 en las cuales el diente de trinquete 450 del elemento de cierre del anclaje 34 puede quedar bloqueado. El diente de trinquete 450 comprende una superficie de fricción proximal 456 y una superficie de leva distal 457 para facilitar la retracción proximal de un montante 32 a través de una ranura 452 para trinquetear la superficie de leva 457 a través de las ranuras de trinquete 444, pero para evitar el avance distal del montante una vez que el diente de trinquete 450 está encajado dentro de las ranuras de trinquete 444 mediante el bloqueo de una ranura de trinquete contra la superficie de fricción 456. Como en el caso de la variante de la Figura 74, el elemento de cierre del anclaje 34 no se puede bloquear y comprende una fijación del accionador de desbloqueo 454. Frente a la variante de la Figura 74, el cierre de trinquete está dispuesto en dirección proximal respecto de la estructura de fijación de la válvula 432, y por tanto en dirección proximal de la válvula de sustitución 20. En la Figura 75A la estructura de fijación de la válvula 432 comprende una ranura 436 en lugar de la orejeta 433.

Las Figuras 76 ilustran otra variante del cierre de trinquete de la Figura 74. En las Figuras 76, los elementos de cierre de trinquete 440 del montante 32 se extienden a lo largo de solo un borde del montante. De esta manera, el elemento de cierre del anclaje 34 comprende un diente de trinquete unitario 450 para situarse en leva contra la superficie 442 y su bloqueo contra la superficie de fricción 443 de los elementos 440 del montante 32, cuando el montante 32 es retraído en dirección proximal a través del elemento 34.

El aparato de las Figuras 76 comprende también el desbloqueo o el ajuste del accionador 500 que está fijado de manera liberable al elemento de cierre del anclaje 34 a lo largo de la fijación del accionador de desbloqueo 454. El accionador 500 comprende dos elementos accionables de manera independiente o simultánea: el elemento de ajuste 510 y el elemento de liberación 520. El elemento de ajuste 510 comprende un miembro alargado 512 que presenta un saliente 514 con una luz 515, así como una extensión distal 516 con una muesca 518 que presenta una superficie de leva opcional 519. El elemento de liberación 520 comprende un elemento alargado 521, el cual, puede, comprender un mandril que está configurado para su paso a través de la luz 515 del saliente 514 del elemento de ajuste 510. Los miembros alargados 512 y 521 del accionador 500 se extienden, de modo preferente, a través del sistema de instalación 100 del paciente para su avance independiente o simultáneo y/o su retracción por parte de un facultativo médico.

Como se ilustra en la Figura 76A, la muesca 518 del elemento de ajuste 510 del accionador 500 puede estar situada dentro de la fijación del accionador de desbloqueo 454 del elemento de cierre del anclaje 34 durante el despliegue del aparato 10. Como se aprecia en la Figura 76B, el elemento de cierre del anclaje 34 está bloqueado dentro de los elementos de cierre de trinquete 440 del montante 32 mediante la retracción en dirección proximal del accionador 106b con respecto al elemento de cierre del anclaje 34. El elemento de liberación 520 puede entonces ser avanzado con respecto al elemento de ajuste 510 para situar el miembro alargado 521 dentro de la fijación del accionador de desbloqueo 454 adyacente a la extensión distal 516 del elemento de ajuste 510. Esto sirve para bloquear por fricción o por ajuste de interferencia el accionador 500 dentro de la fijación 454 a lo largo de la muesca 518 del elemento de ajuste 510. De esta manera, el avance y/o la retracción simultáneas de los elementos de ajuste y liberación del accionador 500 por un facultativo médico provoca que el elemento de cierre del anclaje 34 se desplace al unísono con el accionador 500. Como debe resultar evidente, el accionador 500 puede, como alternativa, quedar bloqueado por fricción con un elemento de cierre del anclaje 34 antes del despliegue completo del aparato 10. Asimismo, el (los) accionador(es) 500 puede(n) ayudar, o ser utilizado(s) en lugar de los accionadores 106a para desplegar el aparato 10.

Como se aprecia en la Figura 76C, el cierre formado entre el elemento de cierre del anclaje 34 y el montante 32 puede ser desbloqueado o ajustado, según se desee, mediante la aplicación de una fuerza de desbloqueo lateral al diente de trinquete 450 por medio del accionador 500 que tracciona el diente de trinquete a distancia de la superficie de fricción 443 de los elementos de cierre de trinquete 440. El accionador 500 puede, a continuación, ser avanzado en dirección distal o, como se aprecia en la Figura 76D, ser retraído en dirección proximal con respecto a los elementos del cierre de trinquete 440 y del montante 32 para expandirse aún más o parcialmente comprimir el anclaje 30, respectivamente (la expansión ulterior puede, como alternativa, conseguirse mediante el trinqueteo adicional del diente de trinquete 450 a lo largo de la superficie de leva 442 de los elementos de cierre de trinquete 440, por ejemplo, retrayendo aún más en dirección proximal el accionador 106b, que no se muestra en las Figuras 76C - 76F por razones de claridad). Los elementos de accionamiento del anclaje 106 pueden ayudar a dicha expansión controlada o a comprimir el anclaje 30.

Cuando se sitúa o se resitúa en un emplazamiento deseado y/o cuando se consiga un grado deseado de bloqueo, la

fuerza de desbloqueo lateral puede ser retirada del diente de trinquete 450 para bloquear de nuevo el elemento de cierre del anclaje 34 con el montante 32 a lo largo de los elementos de cierre de trinquete 440, como se muestra en la Figura 76E. Para completar el despliegue del aparato 10, el controlador de ajuste 500 y el accionador 106b así como el accionador 106a (no mostrado), pueden separarse del aparato. En la Figura 76F, el elemento de liberación 520 del accionador 500 es retraído en dirección proximal con respecto al elemento de ajuste 510, retirando de esta manera de la fijación del accionador de desbloqueo 454 del elemento de cierre del anclaje 34 el miembro 521 del elemento de liberación 520. Esto suprime el ajuste de interferencia entre la muesca 518 y la fijación 454. La retracción proximal del accionador 500 con respecto al elemento de cierre del anclaje 34 separa de la fijación 454 del elemento de cierre del anclaje 34 el elemento de ajuste 510 del accionador 500, como se muestra en la Figura 76G. La superficie de leva opcional 519 a lo largo de la muesca 518 puede facilitar dicha separación. En la Figura 76H el accionador 106b está separado del montante 32 mediante la retracción del accionador de liberación 112 con respecto al accionador, según se ha descrito con anterioridad.

Con referencia ahora a las Figuras 77, se describe otra variante de un elemento de bloqueo de trinquete ajustable. Como se aprecia en la Figura 77A, el montante 32 comprende un tubo 470 que presenta una luz 471 y un elemento de cierre de trinquete 472, según se ilustra una pluralidad de ranuras que comunican con la luz 471. El montante 32 comprende también una estructura de soporte de válvula o un elemento de fijación 474 y un elemento de fijación de la trenza 476.

El elemento de cierre del anclaje 34, que se puede fabricar a partir de un tubo cortado, comprende una estructura sustancialmente cilíndrica que incorpora un elemento de fijación de trenza 480, una luz 482 y unas orejetas 484. Como se aprecia en la vista en planta de la Figura 77B, las orejetas 484 del elemento de cierre del anclaje 34 están configuradas para su bloqueo por dentro de las ranuras del elemento de cierre de trinquete 472 del montante 32. Como se aprecia en la vista en planta de la Figura 77C el accionador de ajuste 490, según se ilustra un mandril M que presenta un extremo distal ahusado 494 que actúa como superficie de leva, puede ser avanzado a través de la luz 481 de elemento de cierre del anclaje 34 y de la luz 471 del tubo 470 del montante 32, para desplazar las orejetas 484 respecto de las ranuras de bloqueo del montante 32, desbloqueando de esta manera el montante respecto del elemento de bloqueo del anclaje. Esto facilita, por ejemplo, el reajuste del bloqueo/expansión del aparato 10, la recolocación del aparato 10, la recuperación del aparato 10, etc.

Las Figuras 78 ilustran una variante del elemento de cierre del anclaje 34 en la que las orejetas 484 están situadas a lo largo de un eje geométrico diferente. Esto puede proporcionar un cierre más firme entre el montante 32 y el elemento de cierre del anclaje 34. Las Figuras 79 ilustran una variante del montante 32 configurada para su uso en la variante del elemento de cierre del anclaje 34. En las Figuras 79, el montante 32 comprende un surco 478 que conecta las ranuras del elemento de cierre de trinquete 472. El surco 478 no comunica con la luz 471 del tubo 470 del montante 32. Por el contrario, el surco puede actuar como mecanismo de alineación del cierre que guía las orejetas 484 del elemento de cierre del anclaje 34 a lo largo del montante 32 y del elemento de cierre de trinquete 472, como se aprecia en la vista desde arriba de la Figura 79B.

Con referencia ahora a las Figuras 80, se describe un procedimiento de actuación de la variante de las Figuras 78. Como se aprecia en la Figura 80A, el accionador de ajuste 490 está inicialmente dispuesto a través de la luz 482 del elemento de cierre del anclaje 34 y dentro de la luz 471 del montante 32. El montante 32, a continuación, puede ser retraído en dirección proximal con respecto al elemento de cierre del anclaje 34, por ejemplo, por medio del accionador 106b (no mostrado). En la Figura 80B, el accionador 490 sirve como mecanismo de prevención del cierre que precluye el bloqueo de las orejetas 484 dentro del elemento de bloqueo de trinquete 472. En la Figura 80C, el accionador 490 es retraído con respecto al montante 32 y al elemento de cierre del anclaje 34, lo cual abre la luz 471 del tubo 470 y permite que las orejetas 484 pasen a través de las ranuras del elemento de cierre de trinquete 472, bloqueando de esta manera el montante con el elemento de cierre del anclaje. En la Figura 80D, el accionador 490 es vuelto a avanzar por dentro de la luz 471, de forma que el extremo distal ahusado 494 del mandril M sirva como superficie de leva que fuerce a las orejetas 484 fuera de la luz 471 cuando el accionador se hace avanzar. Esto desbloquea el montante respecto del elemento de cierre del anclaje para facilitar el ajuste, la recolocación o la recuperación del aparato 10. En la Figura 80E, un grado de bloqueo/expansión del aparato es ajustado mediante la recolocación del elemento de bloqueo del anclaje 34 con respecto al montante 32 y, con ello de las orejetas 484 con respecto al elemento de cierre de trinquete 472. Cuando está adecuadamente ajustado, el accionador 490 puede ser retirado de la luz 471 del tubo 470 del montante 32, como se muestra en la Figura 80F. Las orejetas 484 retornan de manera resiente a la configuración bloqueada dentro de las ranuras de cierre de trinquete 472.

Con referencia ahora a las Figuras 81, se describe una forma de realización del accionador de anclaje 106a. El accionador 106a comprende un miembro alargado 600 que presenta una extensión proximal 602 que puede ser fijada, por ejemplo, a un eje o catéter multiluces descrito con anterioridad 108 del instrumento del sistema de instalación/despliegue 100 (véanse las Figuras 49), por ejemplo, por medio de epoxi, curación por rayos UV, etc. La luz 601 se extiende a través del miembro alargado 600 desde la extensión proximal 602 hasta el mecanismo de fijación liberable 604. El mecanismo de fijación liberable 604 fijó de manera liberable el accionador 106a a la trenza del anclaje 30. El mecanismo comprende el accionador de liberación 112 y, según se muestra, es similar al mecanismo de fijación liberable descrito con anterioridad de las Figuras 63 a 65. El accionador de liberación 112, según se ilustra un mandril, pasa a través de una luz, Lu, de un eje multiluces 108 y, a continuación, a través de la

luz 601 del accionador 106a hasta el mecanismo 604.

El accionador 106a comprende también unos elementos característicos de conformación que afectan a un perfil del accionador de anclaje cuando una fuerza de accionamiento del anclaje es aplicada al anclaje 30. Estas características pueden comprender, por ejemplo, unas porciones con diámetro reducido del accionador, unas porciones con un grosor de pared reducido del accionador y/o unas hendiduras conformadas en el accionador del anclaje. La aplicación de una fuerza de accionamiento del anclaje puede, por ejemplo, dotar al accionador 106a de un perfil apreciado en la Figura 81A. Este perfil puede facilitar la expansión del anclaje 30/aparato 10. Como debe resultar evidente, las características de conformación pueden estar provistas de cualquier elemento de accionamiento del anclaje 106, incluyendo cualquiera de las variantes descritas con anterioridad de los accionadores 106b.

Como se aprecia en las Figuras 82, el mecanismo de fijación liberable 604 comprende una porción de enrollamiento 610 que puede, por ejemplo, pasar a través de la trenza del anclaje 30 y enrollarse alrededor del extremo proximal del anclaje. La porción de enrollamiento 610 puede comprender un material con materia de la forma, como por ejemplo Nitinol, o un material deformable, por ejemplo un material deformable de manera resiliente. La porción de enrollamiento comprende una primera abertura 612 para encajar con el accionador de liberación 112. Las paredes de la luz 601 del miembro alargado 600 pueden actuar como soporte lineal y/o guía del movimiento durante el avance y retracción del accionador de liberación con respecto al accionador. El accionador 106a comprende también una segunda abertura 614, la cual puede estar alineada con la primera abertura 612 para encajar con el accionador de liberación 112, según se muestra. La porción de enrollamiento 610, y sobre todo la porción curvada 611 de la porción de enrollamiento, actúa como un elemento de resorte que fuerza a la primera abertura a desalinearse de la segunda abertura para encajar y mantener el accionador de liberación 112 en posición.

Como se aprecia en la Figura 82C, cuando el accionador de liberación es retraído en dirección proximal con respecto al accionador, la porción de enrollamiento 610 oscila de manera resiliente o dinámica hacia fuera. A continuación, la retracción proximal del accionador del anclaje 106a con respecto al anclaje 30 separa del anclaje la porción de enrollamiento 610, y con ello el accionador 106a. La superficie 616 de la porción de enrollamiento 610 puede actuar como superficie de leva cuando la superficie interna de la porción de enrollamiento 610 se desliza a lo largo de la trenza de anclaje 30 para facilitar dicha separación.

De esta manera, el accionador de liberación 112 puede estar acoplado mediante ajuste de interferencia o fricción a través de la primera abertura 612 y de la segunda abertura 614. La retracción del accionador de liberación en dirección proximal respecto de las primera y segunda aberturas acciona el mecanismo de fijación liberable 604 para desenrollar de manera resiliente o dinámica la porción 610 y liberar el accionador 106a del anclaje 30. La porción de enrollamiento 610 del accionador 106a, según se muestra, está dispuesta en un extremo distal del accionador.

Con referencia a las Figuras 83, se describe una variante del mecanismo de fijación liberable 604. En las Figuras 83, la porción de enrollamiento 610 comprende, según se ilustra, unas orejetas 618 que actúan como mecanismo de liberación para alinear la porción de enrollamiento del mecanismo 606 con el miembro alargado 600. Esto puede facilitar el avance del accionador de liberación 112 por medio del mecanismo 604. Las Figuras 84 ilustran una variante de las orejetas 618 en las que las orejetas son redondeadas. Esto puede reducir la fricción, proporcionar una superficie atraumática, etc. Deben resultar evidentes configuraciones adicionales de las orejetas 618. Como alternativa, las orejetas 618 pueden actuar como elementos de resorte que estén cargados cuando el elemento 630 esté asentado, como se muestra en la Figura 84B. En esta configuración, las orejetas 618 aplican una fuerza dirigida hacia el elemento 630 de forma que el elemento 630 será expulsado cuando el elemento 112 sea refractado. De esta manera, las orejetas 618 aplican una fuerza restrictiva sobre el elemento 112 lo que reduce el riesgo de una liberación prematura.

Las Figuras 85 ilustran una variante de la porción de enrollamiento 610 que comprende una zona distal sustancialmente recta en una configuración en reposo, como se aprecia en la Figura 85C. Se espera que proporcionando una zona distal sustancialmente recta a lo largo de una porción de enrollamiento 610 se pueda facilitar la separación del accionador 106a del anclaje 30, esto es, se pueda reducir el riesgo de que se enganche la porción de enrollamiento a lo largo de la trenza del anclaje. La porción de enrollamiento puede ser deformada de manera resiliente para el paso del accionador de liberación 112 a través de la primera abertura 612 como se muestra en las Figuras 85A y 85B.

Con referencia a las Figuras 86, se describen variantes del accionador de liberación 112 para su uso con el mecanismo de fijación liberable 604. En la Figura 86A, el accionador de liberación comprende un simple mandril. En las Figuras 86B y 86C, el accionador de liberación comprende un saliente 620 que presenta una superficie de fricción 621. En la Figura 86D, el accionador 112 comprende una bobina 622. En las Figuras 86E - 86H, el accionador comprende un acodamiento 624, el cual puede actuar como superficie de leva tal y como se muestra. El acodamiento puede también proporcionar una retroacción táctil al facultativo médico. En las Figuras 86I y 86J, el accionador de liberación comprende una bola o mando 626 dispuesto en posición proximal respecto del extremo distal del accionador. En las Figuras 86K y 86L, la bola 626 está dispuesta en el extremo distal del accionador 112. La bola puede actuar como superficie de leva. En la Figura 86M, el accionador 112 comprende un saliente 628 que

presenta una superficie de leva proximal 629. En la Figura 86N, el accionador comprende un saliente oblongo 430 que presenta una superficie de fricción 431. Deben resultar evidentes variantes adicionales del accionador 112.

Con referencia ahora a las Figuras 87 se describe una forma de realización del instrumento del sistema de instalación/despliegue 100. La Figura 87A proporciona una vista detallada del catéter multiluces 108 y de la vaina 110. De acuerdo con lo analizado con anterioridad el catéter 108 comprende una luz central 109 y una pluralidad de luces, Lu, dispuestas circunferencialmente.

Como se aprecia en la Figura 87B, el accionador 106a está acoplado al catéter 108 por medio de una extensión proximal 602, de forma que la luz 601 está coaxialmente dispuesta dentro de una luz, Lu, del catéter. El accionador de liberación 112 se extiende a través de las luces Lu y 601. El accionador 106a está fijado en dirección distal a la trenza del anclaje 30 junto con el mecanismo de fijación liberable 604. En aras de la claridad, solo se muestra un accionador 106a en la Figura 87B, pero, de modo preferente, se disponen múltiples accionadores de este tipo, como en las Figuras 88 descritas en las líneas que siguen.

La Figura 87B ilustra también el accionador 106b, el accionador se extiende a través de una luz, Lu, del catéter 108 y a través del elemento de cierre del anclaje 34 hasta el montante 32 (no mostrado). El accionador de desbloqueo 350 está también dispuesto y se extiende a través de una luz, Lu, para desbloquear la fijación del accionador 344 del elemento de cierre del anclaje 34. El elemento de cierre del anclaje 34 comprende, según se ilustra, la variante descrita con anterioridad con respecto a las Figuras 68. El elemento está fijado a la trenza del anclaje 30 a lo largo del anclaje, a los elementos de fijación 340. Como en el caso del accionador 106a, solo se muestran un único elemento de cierre del anclaje 34 y un accionador 106b en la Figura 87B. Esto obedece únicamente a razones de claridad, y pueden disponerse múltiples accionadores de este tipo, por ejemplo, trse accionadores.

Con referencia ahora a las Figuras 88, el instrumento del sistema de instalación/despliegue 100 se muestra con una pluralidad de accionadores 106a y de accionadores 106b para la fijación liberable al anclaje 30 del aparato 10. En la Figura 88A, los elementos de accionamiento del anclaje 106a están acoplados al anclaje. En la Figura 88B, los elementos están desacoplados respecto del anclaje.

Con respecto a las Figuras 89, se describe una variante del instrumento del sistema de instalación/despliegue de las Figuras 87 y 88, que comprende una pluralidad de brazos o accionadores que se extienden a partir de una estructura unitaria. La estructura unitaria 650, la cual se puede extender desde una zona distal del eje multiluces 108 está, de modo preferente, fabricada a partir de un tubo cortado por láser. La estructura 650 comprende una pluralidad de brazos dispuestos circunferencialmente 652 que sirven como accionadores. Los elementos expandibles 654 pueden estar dispuestos entre los brazos 652 y facilitar la constricción de los brazos radialmente hacia fuera o hacia dentro con respecto a otros brazos cuando el anclaje se reconforma. La Figura 89A muestra los brazos en una configuración radialmente comprimida, y las Figuras 89B muestra los brazos en una configuración radialmente expandida. Las porciones de enrollamiento 655 están adaptadas para enrollarse alrededor de la porción proximal de una trenza de anclaje. Unas aberturas 656 y 657 están conformadas en las porciones de enrollamiento 655 para encajar con un accionador de liberación, según lo descrito en formas de realización anteriores.

Con referencia ahora a las Figuras 90 se describen diversas formas para conectar los elementos a la trenza de anclaje 30 del aparato de válvula de sustitución 10. En la Figura 90A, un montante 32 que presenta un único agujero de fijación de la trenza 660 está fijado al anclaje 30 a lo largo de tres intersecciones separadas de la trenza por medio de una sutura S. La Figura 90B proporciona una vista detallada de una técnica ejemplar para conducir la sutura entre el agujero 660 y el anclaje 30. La Figura 90C ilustra una variante de la fijación, en la que el montante 32 comprende múltiples agujeros de fijación de la trenza 660. Como debe resultar evidente, elementos distintos de os montantes 32 pueden ser fijados al anclaje 30 de la manera descrita, por ejemplo, los elementos de cierre del anclaje 34 pueden estar fijados de manera similar.

Como se ha descrito con mayor detalle en la Solicitud de Patente estadounidense con el número de Serie 10/746,280, la zona distal del anclaje 30 puede ser traccionada en dirección proximal por medio de una fuerza dirigida en dirección proximal aplicada sobre los montantes 32 por medio de una superficie de contacto distal del sistema de despliegue. La superficie de contacto distal del sistema de despliegue está adaptada para expandirse radialmente durante la aplicación de una fuerza dirigida en dirección proximal sobre el extremo distal del anclaje.

La superficie de contacto distal del sistema de despliegue puede incluir unos accionadores de control que sean controlados, por ejemplo, por un mando de control 122 del asidero de control 120. De modo similar, las zonas proximales del anclaje 30 pueden ser empujadas distalmente por medio de una superficie de contacto proximal del sistema de despliegue dispuesta en el extremo proximal del anclaje. La superficie de contacto proximal del sistema de despliegue está adaptada para permitir que el sistema de despliegue aplique una fuerza dirigida en dirección distal sobre el extremo proximal del anclaje a través de, por ejemplo, los dedos 106, los cuales son controlados, por ejemplo, por el mando de control 124 del asidero de control 120. La superficie de contacto proximal del sistema de despliegue puede también estar adaptada para expandirse radialmente durante la aplicación de una fuerza dirigida en dirección distal del extremo proximal del anclaje. De modo preferente, la superficie de contacto proximal del sistema de despliegue está adaptada para permitir que el sistema de despliegue aplique una fuerza dirigida en

dirección distal sobre el extremo proximal del sistema de anclaje a través de una pluralidad de dedos o accionadores del sistema de despliegue 160. Dicha expansión puede, de manera opcional, ser asistida por medio de la inflación de un catéter de balón (no mostrado) dispuesto de manera reversible dentro del aparato 10, como se ha descrito en la Solicitud de Patente estadounidense con el No. de Serie 10/746,280.

Una vez que el anclaje 30 está completamente desplegado, los montantes 32 y las hebillas 34 del anclaje 30 pueden ser utilizados para bloquear y mantener el anclaje en la configuración desplegada. En una forma de realización, los accionadores de control fijados a los montantes 32 son hilvanados a través de las hebillas 34 para que la fuerza dirigida en dirección proximal ejercida sobre los montantes 32 por los accionadores de control durante el despliegue traccione el extremo de bloqueo proximal de los montantes 32 hacia y a través de las hebillas 34. Dicho cierre puede, de manera opcional, ser reversible de manera selectiva para permitir la recolocación y/o la retirada del aparato 10 durante y después del despliegue. El aparato 10 puede ser recolocado o recuperado del paciente hasta que el mecanismo de bloqueo de dos piezas de los montantes 32 y de las hebillas 34 del anclaje 30 hayan sido accionados. Cuando el cierre es reversible de forma selectiva, el aparato puede ser recolocado y/o recuperado si se desea, por ejemplo, incluso después del accionamiento del mecanismo de bloqueo de dos piezas. De nuevo aquí, se pueden encontrar detalles adicionales de esta y otras estructuras de bloqueo del anclaje, en la solicitud de Patente estadounidense con el No. de Serie 20/746,280. Los mecanismos de bloqueo utilizados en la presente memoria pueden también incluir unos niveles de bloqueo en los que cada nivel de bloqueo se traduzca en un volumen diferente de expansión. Por ejemplo, el extremo proximal del montante puede ofrecer múltiples configuraciones para su bloqueo dentro de la hebilla, donde cada configuración se traduzca en un volumen diferente de expansión del anclaje.

Antes de la implantación del aparato de la válvula de sustitución descrito en la presente memoria, puede ser conveniente llevar a cabo una valvuloplastia sobre la válvula enferma del paciente mediante la inserción de un balón dentro de la válvula y expandiéndolo utilizando, por ejemplo, una solución salina con un agente de contraste. Además de preparar la zona de la válvula para el implante, la visualización fluoroscópica de la valvuloplastia ayudará a determinar el tamaño apropiado del implante de la válvula de sustitución que hay que utilizar.

Las Figuras 50A - F muestran detalles adicionales del anclaje 30 del aparato 10. La Figura 50A muestra el aparato en una configuración comprimida, como por ejemplo para su instalación dentro de una vaina o de otra luz o para su recuperación o recaptura dentro de una vaina u otra luz. Las Figuras 50B y 50C muestran el anclaje y la válvula en una configuración expandida y bloqueada.

Como se muestra en la Figura 50C, el anclaje 30 presenta tres montantes y tres hebillas. Como se muestra en la Figura 50C las tres valvas de la válvula de sustitución 20 pueden ser acopladas a los tres montantes 32 también conocidos como soportes de la válvula. Los montantes, a diferencia de la trenza, no se comprimen o expanden. En algunas formas de realización, un montante 32 presenta una o más ranuras proximales 33, al menos un agujero proximal 36a y al menos un agujero distal 36b. El tejido de las valvas puede ser introducido a través de la ranura 33 y suturado en posición por medio de un hilo de sutura conducido a través de uno o más agujeros proximales 36a. También pueden ser empleados otros medios conocidos en la técnica para fijar las valvas de la válvula a los montantes.

La Figura 91 ilustra un aparato ejemplar para fabricar anclajes trenzados. Dicho aparato incluye un montaje de trenzado cilíndrico 200. El montaje de trenzado cilíndrico 200 comprende una circunferencia proximal de los montantes internos 202a separados por una distancia x de la circunferencia distal de los montantes internos 202b. x puede ser, por ejemplo, de 10 a 60 mm, de modo más preferente de 20 a 50 mm o, de modo más preferente, de 30 a 40 mm. De manera opcional, el montaje puede también comprender unas circunferencias proximal y distal de los montantes externos 204a y 204b, respectivamente. Los montantes externos 204a y 204b pueden estar situados aproximadamente de 2 a 10 mm desde los montantes 202a y 202b, respectivamente. Los montantes 202a/b y 204b se proyectan desde el montaje 200 y pueden ser utilizados para conducir un alambre, por ejemplo, para la formación de la trenza de anclaje 30. Los montantes internos 202a y 202b facilitan en general la formación de una trenza, mientras que los montantes externos 204a y 204b facilitan en general la formación de los elementos característicos deseados en los extremos de la trenza, como se describe más adelante en la presente memoria con respecto a las Figuras 93 a 96.

En algunas formas de realización, el montaje 200 comprende, de manera aproximada, de 6 a 20 montantes, de modo más preferente de 8 a 18 montantes o, de modo más preferente de 6 a 16 montantes alrededor de su circunferencia, aunque cualquier número alternativo de montantes se puede incorporar. Asimismo, el montaje 200 tiene, de modo preferente, un diámetro de aproximadamente de 2 a 40 mm, de modo más preferente de 4 a 30 mm o, de modo más preferente de 6 a 20 mm, aunque se puede incorporar cualquier diámetro alternativo. El diámetro del montaje 200 es, de modo preferente, el diámetro de la trenza en su configuración "en reposo".

El montaje 200 puede también comprender, de manera opcional, unos surcos circunferenciales 206 para facilitar el entrelazado de una primera sección de alambre por debajo de una sección adyacente del alambre. El montaje puede también, de manera opcional, comprender unas depresiones o agujeros 208 además de o, como alternativa, los surcos 206. Las depresiones 208 pueden estar dispuestas en puntos en los que los segmentos de alambre cruzan

para actuar como guía visual para la formación de la trenza de anclaje 30, así como para facilitar el entrelazado de una primera sección de alambre por debajo de una sección adyacente de alambre.

Con referencia ahora a las Figuras 92A - D, se describe un procedimiento ilustrativo de utilizar el montaje 200 para fabricar anclajes trenzados. La Figura 92A proporciona una vista detallada de una zona lateral frontal proximal del montaje 200 durante la formación de un anclaje trenzado. La Figura 92B muestra una vista detallada lateral trasera de una sección central del montaje. La Figura 92C muestra una vista del lado frontal de tamaño natural del montaje y la Figura 92D muestra la trenza completa. En las Figuras 92, la trenza de anclaje 30 está conformada a partir de un único filamento de alambre enrollado y entretreído W. Sin embargo, se debe entender que la trenza de anclaje 30 puede, como alternativa, estar conformada a partir de múltiples filamentos de alambre.

Como se aprecia en la Figura 92A, la formación de la trenza de anclaje 30 comienza con la conducción del alambre W partiendo de la posición de partida P cerca del extremo proximal del montaje 200 más allá de los montantes proximales externos 204a y de los montantes proximales internos 202a. El alambre W está, de modo preferente, conformado a partir de un material superelástico y/o con memoria de la forma, como por ejemplo Nitinol. Sin embargo pueden usarse materiales de alambre alternativos, incluidos cromo - cobalto, acero y combinaciones de los mismos, así como materiales adicionales que sin duda tendrán presente los expertos en la materia.

Después de pasar por los montantes proximales 202a, el alambre W rodea el montaje 200 en una espiral helicoidal mientras se extiende entre los montantes distales, como se aprecia en las Figuras 92B y 92C. El alambre rodea, según se aprecia, el montaje 200 con una revolución completa de 360° más un montante adicional. Sin embargo, se puede disponer cualquier grado alternativo de enrollamiento (por ejemplo, una revolución completa de 360° más 2 montantes adicionales, un giro completo de 360° más 3 montantes adicionales, o un número de montantes inferior a un círculo completo de 360°). Como debe resultar evidente a los expertos en la materia, la alteración del grado de enrollamiento, alterará las características de expansión de la trenza resultante en formas conocidas de por sí.

En los montantes internos distales 202b, el alambre W forma el giro Tu y se reconduce hacia atrás en dirección a los montantes distales proximales 202a. Se debe destacar que el alambre W puede formar el giro Tu en cualquiera de los montantes internos 202 o de los montantes externos 204. El giro Tu forma un extremo cerrado de la trenza. Asimismo, se prevén conjuntos adicionales de montantes internos y externos. El alambre de nuevo rodea el montaje 200 en una revolución helicoidal completa de 360° más un montante adicional antes de llegar hasta los montantes internos proximales y se reconduce hacia atrás en dirección a los montantes internos distales. Este proceso se repite con el alambre entretreído de manera reiterada en puntos transversales entre los montantes proximales y distales, por ejemplo, a través de los surcos 206 y/o las depresiones 208, para definir las células de la trenza que dotarán al anclaje 30 de las características deseadas. Como se aprecia en la Figura 92D, el alambre W gira tanto en dirección proximal como distal con el fin de completar la formación de la trenza. En esta forma de realización, el alambre W termina en la porción distal de la trenza en el punto T. La T de terminación puede estar conformada, por ejemplo, por soldadura conjunta de los alambres, aplicando un tubo de contracción alrededor del solapamiento, utilizando un frunce, trenzando los alambres, etc. Técnicas adicionales resultarán evidentes para los expertos en la materia.

Cuando la trenza de anclaje 30 se constituye a partir de un material con memoria de la forma, la trenza puede termofijarse de manera que mantenga un grado de expansión deseado en una configuración en reposo. La configuración termofijada en reposo puede comprender, por ejemplo, la configuración de instalación, (por ejemplo la configuración comprimida) de la Figura 50A, la configuración desplegada (por ejemplo, la configuración expandida) de las Figuras 50B y 50C, o cualquier configuración deseada entre ellas. En formas de realización preferentes, el anclaje se termofija en una configuración entre la configuración de instalación y la configuración desplegada. La trenza de anclaje 30 puede termofijarse cuando todavía está dispuesta sobre el montaje 200 para mantener una configuración en reposo según se ha formado sobre el montaje, que, de modo preferente, es una configuración entre las configuraciones de instalación y desplegada. Como alternativa, la trenza puede termofijarse después de retirarla del montaje de forma completa o total. Como otra alternativa adicional, la trenza puede termofijarse inicialmente mientras todavía está dispuesta sobre el montaje pero, a continuación, puede termofijarse de nuevo adoptando un perfil diferente, por ejemplo, una configuración más expandida. Se espera que la termofijación de la trenza de anclaje 30 dote a la trenza de las deseadas características de instalación y/o despliegue.

Con referencia ahora a las Figuras 93A - 93O, en combinación con las Figuras 50C y 92, se puede definir una trenza de anclaje 30 mediante un conjunto de células diferente de otras células. Dichas células pueden estar formadas para dotar a la trenza de anclaje 30 de uno o más elementos característicos de borde (para uno u otro o ambos extremos distal y proximal). Estos elementos característicos de borde pueden, por ejemplo, reducir o mitigar el esfuerzo dentro de la trenza durante su instalación y despliegue lo que, a su vez, puede reducir la incidencia de la fatiga del material de anclaje provocada por el movimiento pulsátil del anclaje de la zona de anclaje. Como advertirán los expertos en la materia, la formación de la trenza 31 a partir de un único filamento de alambre W (o a partir de múltiples filamentos de alambre W que formen giros o que estén unidos entre sí) puede llevar a la concentración de esfuerzos en los giros Tu en el alambre en el punto en el que el alambre cambia la dirección y se extiende hacia atrás en dirección al extremo opuesto de la trenza. Dicha concentración de esfuerzos puede ser máxima mientras la trenza está expuesta en sus configuraciones extremas, esto es, cuando la trenza está dispuesta en la configuración de instalación comprimida de la Figura 50A o en la configuración desplegada expandida de las Figuras 50B y 50C.

La concentración de esfuerzos puede incrementar la rigidez de una trenza de anclaje y/o puede impedir la instalación y el despliegue, así como el recubrimiento de la trenza. Así, en formas de realización preferente, un grupo de células puede ser configurado para reducir la fuerza de revestimiento según lo descrito en la presente memoria. Asimismo, para potenciar la naturaleza instalable, la concentración de esfuerzos puede requerir que la trenza de anclaje 30 pueda ser fabricada a partir de un alambre relativamente delgado W. Sin embargo el alambre delgado puede no dotar a la trenza de anclaje 30 de la suficiente resistencia radial para desplazar las valvas de la válvula cardíaca natural enferma de un paciente y/o para anclar el aparato 10 contra la anatomía de un paciente. A la inversa, el uso de un alambre W relativamente grueso puede incrementar la rigidez, precluyendo de esta manera la instalación retrógrada del aparato 10, así como el riesgo de acodamiento en los giros de la trenza. De esta manera, en algunas formas de realización, pueden usarse alambres de grosores variables, o pueden entretejerse múltiples alambres con grosores diferentes. Asimismo, pueden fabricarse alambres a partir de materiales diferentes para formar una trenza de anclaje.

Puede ser conveniente reducir la concentración de esfuerzos en los bordes del anclaje 30 donde el alambre W cambia la dirección y/o para reducir la rigidez circunferencial de la trenza de anclaje. Las características de borde del anclaje pueden modificarse mediante la alteración de la forma de sustancialmente todas las células de la trenza de anclaje en el borde del anclaje (por ejemplo, el borde distal y/o el borde proximal). Pueden formarse giros de alambre que controlen la forma de las células marginales dentro de la trenza de anclaje 30 conduciendo el alambre W alrededor de unos montantes externos opcionales 204 del montaje 200 durante la formación de la trenza. La Figura 93A ilustra una vista detallada de un giro terminal estándar Tu de una trenza de anclaje que se traduce en un tamaño y una forma de las células sustancialmente uniformes. La Figura 93B ilustra un giro que se ha alargado para prolongar la distancia a lo largo de la cual pueden distribuirse las fuerzas concentradas en el giro lo que se traduce en una trenza de anclaje con unas células marginales más largas a lo largo del eje geométrico del anclaje que las otras células definidas por la trenza. Esta característica de giro alargado se puede constituir conduciendo el alambre de la trenza alrededor de los montantes externos 204 del montaje 200 y, a continuación, termofijando el alambre.

La Figura 93C ilustra una configuración de células marginales del anclaje alternativa, en la que la punta del giro alargado del alambre se ha plegado a partir de una forma cilíndrica definida por la trenza de la trenza de anclaje 30. Esto se puede conseguir, por ejemplo, por medio de una combinación de la conducción del alambre W por dentro del montaje 200 y mediante termofijación. El pliegue fuera de plano del giro Tu de las células marginales del anclaje de la Figura 93C, puede reducir el esfuerzo en algunas configuraciones y, puede también proporcionar un labio para encajar las valvas de la válvula natural del paciente para facilitar la colocación adecuada del aparato 10 durante el despliegue.

En la Figura 93D, una característica de giro con forma de W ha sido conformada en el giro de alambre, por ejemplo, conduciendo el alambre de la trenza de anclaje 30 alrededor de un montante interno central 202 y dos montantes externos laterales 204 del montaje 200. Como en el caso de las células alargadas de la trenza de las Figuras 93B y 93C, la forma en W puede distribuir mejor el esfuerzo alrededor del giro Tu. La configuración de células marginales de anclaje de la Figura 93E incluye un bucle conformado en la trenza 31 en el giro, que puede formarse entretejiendo el alambre W alrededor de un montante interno o externo del montaje 200. La Figura 93F proporciona otra configuración de células marginales de anclaje alternativa que presentan un perfil con forma de ocho. Dicho perfil se puede formar por ejemplo, enrollando el alambre W alrededor de un montante interno 202 y de un montante externo alineado 204 en forma de ocho y, a continuación, termofijando el alambre con el perfil resultante.

En la Figura 93G, las células marginales de la trenza 31 incluyen una configuración con forma de corazón, que se puede formar enrollando el alambre alrededor de un montante interno y externo alineado del montaje 200 en la forma deseada. En la Figura 93H, las células marginales de la trenza 31 presentan un bucle asimétrico en el giro Tu. El bucle asimétrico afectará a la torsión de la trenza 31 durante la expansión y compresión de la trenza, además de afectar a la concentración de esfuerzos. En la Figura 93I, las células marginales del anclaje presentan una configuración de giro de doble bucle, por ejemplo, mediante su enrollamiento alrededor de dos montantes interno y externo adyacentes del montaje 200. También pueden usarse bucles adicionales. La característica de giro de doble bucle se puede formar con una transición suave entre los bucles, como en la Figura 93I, o puede termofijarse con un perfil más discontinuo como en la Figura 93J.

La Figura 93K ilustra que las células marginales de la trenza 31 pueden presentar múltiples configuraciones diferentes alrededor de la circunferencia del anclaje. Por ejemplo, las células marginales del anclaje mostradas en la Figura 93K presentan células de longitud extendida como en la Figura 93B dispuestas en posición adyacente a las células marginales de tamaño estándar, como en la Figura 93A. Las células marginales del anclaje de la Figura 93L presentan una configuración de giro extendida que incorpora un bucle extendido. Las células marginales del anclaje mostradas en la Figura 93M presentan una configuración extendida alternativa con un perfil termofijado específico. Por último, las células marginales del anclaje mostradas en la Figura 93N que se superponen o están termofijadas para quedar entretejidas entre sí.

En formas de realización preferentes, las células marginales pueden ser enrolladas utilizando alambre, cuerda, o suturas, en un punto en el que el alambre se superpone después de un giro terminal, como se ilustra en la Figura

93O. Esta característica de giro de final anudado impide que las células queden interbloqueadas entre sí durante el despliegue.

La configuración de células marginales de la Figura 93 puede ser termofijada de manera independiente respecto del resto de la trenza. Las configuraciones de células marginales del anclaje de la Figura 93 se disponen solo por razones ilustrativas y, de ninguna manera, deben interpretarse como limitativas. Las características de giro adicionales deben resultar evidentes a los expertos en la materia a la vista de las Figuras 93. Asimismo, se pueden disponer combinaciones de cualquiera de dichas características para conseguir las características deseadas de la trenza de anclaje 30.

Con referencia ahora a las Figuras 94A - E, se ilustran configuraciones adicionales para reducir la concentración de esfuerzos y/o la rigidez circunferencial de la trenza de anclaje 30. Dichas configuraciones pueden ser utilizadas de manera independiente o en combinación con otras configuraciones divulgadas en la presente memoria. Dichas configuraciones son utilizadas, de modo preferente, en los bordes del anclaje para reducir localmente el área en sección transversal sustancialmente de todas las células o de todas las células marginales de la trenza de anclaje (por ejemplo, del borde proximal y/o distal). Como se aprecia en las Figuras 94A y 94B, los giros Tu del alambre W típicamente pueden presentar un perfil en sección transversal sustancialmente continuo (por ejemplo, redondo). Como se aprecia en la Figura 94C, la modificación de las células marginales reduciendo localmente el grosor o el área en sección transversal del alambre W en el (los) giro(s) Tu reducirá la concentración de esfuerzos dentro del alambre al nivel de los giros y facilitará la compresión y/o expansión de la trenza de anclaje 30 desde las configuraciones de instalación a la desplegada. Asimismo, se espera que dicha reducción localizada del grosor o del área en sección transversal, reducirá el riesgo de acodamiento, la fatiga u otro fallo en los giros Tu.

La reducción localizada se puede conseguir por medio de un proceso de grabado químico y /o de electropulido. Como alternativa o de forma adicional, se puede utilizar el rectificado localizado de los giros. Técnicas de tratamiento adicionales resultarán evidentes a los expertos en la materia. Como se aprecia en las Figuras 94D - 94E, el alambre W puede, por ejemplo, comprender un perfil en sección transversal ovalado o rectangular, respectivamente, después de la reducción localizada. El alambre puede, como alternativa, comprender un perfil redondeado con un área en sección transversal reducida (no mostrado). Son obvios otros perfiles. La reducción localizada puede tener lugar en cualquier momento (por ejemplo, antes o después de que se haya tejido una trenza). De modo preferente, la reducción localizada se produce después de la tejedura. Sin embargo, en algunas formas de realización, un alambre de longitud determinada puede someterse a grabado químico o rectificado en segmentos preestablecidos y, a continuación, tejido.

Con referencia ahora a las Figuras 95A - J, en lugar de la terminación del principio y el fin del alambre W de la trenza 31 en un solapamiento dentro de la trenza, de acuerdo con lo analizado con anterioridad, los dos extremos del alambre pueden ser terminados en el borde del anclaje. Asimismo, cuando la trenza 31 es fabricada a partir de alambres múltiples W, los alambres (o un subconjunto de los alambres) pueden, de manera opcional, ser unidos entre sí o terminados en giro(s) de la trenza. En la Figura 95A, la terminación del alambre W en los extremos del (de los) alambre(s) W comprende una terminación articulada con un montante de articulación 38. En la Figura 95B la terminación T comprende una terminación pinzada o fruncida con un capuchón terminal 39. En la Figura 95C, el capuchón 39 está ajustado alrededor de los extremos del alambre W para formar la terminación recubierta T.

En la Figura 95D, el capuchón 39 está colocado por encima de los extremos del alambre, que, a continuación, se incurvan para ofrecer una terminación dehiscente. En la Figura 95E, los extremos del alambre están encapsulados dentro del capuchón 39 en la terminación T. En la Figura 95F, el capuchón 39 está embutido alrededor de los extremos del alambre. En la Figura 95G, los extremos del alambre están soldados o encolados entre sí. En la Figura 95G, los extremos del alambre están soldados por puntos entre sí. Como alternativa, los extremos del alambre pueden ser braseados para formar la terminación T, como en la Figura 95H. Como otra alternativa más, el capuchón 39 puede estar situado alrededor de los alambres, y en el alambre W se pueden formar acodamientos K pueden para dotar a los extremos del alambre de una presión "sobre el centro" que mantenga la terminación T, por ejemplo, la terminación dehiscente T. Para los expertos en la materia deben resultar evidentes otras terminaciones.

Con respecto a las Figuras 96A - D se describen anclajes alternativos que presentan características de borde del anclaje que facilitan el revestimiento del aparato y reducen la fuerza del revestimiento. En la Figura 96A, las células marginales del anclaje 30 presentan configuraciones inclinadas hacia dentro en los giros del alambre Tu alrededor de una circunferencia proximal del anclaje. Estas configuraciones de células marginales dotan a la circunferencia proximal de un perfil cónico que facilita el revestimiento del aparato dentro de un sistema de instalación, por ejemplo, el sistema de instalación descrito con anterioridad 100, para hacer posible que la compresión del anclaje 30 tenga lugar de una forma más gradual y/o continua, introduciendo la vaina en el túnel del anclaje.

La Figura 96B ilustra otro anclaje alternativo 30 que presenta unas configuraciones de células marginales conformadas por unos giros de alambre Tu alrededor de su circunferencia proximal que, en primer lugar, se doblan hacia fuera y, a continuación, se doblan hacia dentro. La inclinación hacia dentro dota a la circunferencia proximal de un perfil cónico y puede facilitar el revestimiento, mientras que la inclinación hacia fuera puede facilitar el anclaje en un punto de tratamiento, por ejemplo, puede encajar con las valvas de la válvula natural de un paciente. Como

resulta obvio, las configuraciones de células marginales de las Figuras 8, así como las de las Figuras 93 a 95, pueden, de manera opcional, estar dispuestas en cualquiera de los extremos proximal o distal del anclaje o en ambos. Las configuraciones de células marginales de las Figuras 96, así como las de las Figuras 93 y 95 pueden, por ejemplo, estar formadas mediante termofijación de la trenza 31 en la configuración deseada.

Con referencia ahora a las Figuras 97, se describen anclajes alternativos adicionales que presentan configuraciones de células marginales adaptadas para bloquear el anclaje en la configuración desplegada para mantener la expansión. En la Figura 97A, el anclaje 30 comprende unas células marginales alargadas, en gancho, formadas a partir de los giros de alambre Tu que están configuradas para alisar la trenza 31 y mantener el anclaje en la configuración desplegada, según se muestra. En la Figura 97B, las características de giro en gancho han sido alargadas, de forma que los ganchos están configurados para alisar el extremo opuesto del anclaje 30 para mantener la expansión.

En la Figura 97C, las células marginales del anclaje definidas por los giros del alambre TuP y las características de giro distales TuD están configuradas para el interbloqueo entre los extremos de la trenza de anclaje 30, con el fin de mantener la configuración desplegada del anclaje 30. Las células proximales de borde forman un gancho adaptado para encajar con los filos alargados de las características de giro distales. Como es evidente, la disposición de todas o de una porción de las configuraciones de las células marginales proximales y distales pueden, de manera opcional, ser invertidas, esto es, las células proximales de borde pueden formar ganchos y las células distales de borde pueden estar configuradas como filos alargados. La Figura 97D ilustra unas configuraciones de interbloqueo de las células proximales y distales de borde con una configuración geométrica más compleja. La Figura 97E ilustra unas configuraciones de interbloqueo de las células marginales proximales y distales mientras que el anclaje 30 está dispuesto en la configuración de instalación comprimida. Las características de giro de bloqueo de las Figuras 97 pueden, por ejemplo estar formadas mediante termofijación de la trenza de anclaje 30 (o solo de las características de boqueo en la configuración deseada). Características de giro de bloqueo adicionales resultarán evidentes a los expertos en la materia. En formas de realización preferentes, el mecanismo de bloqueo del anclaje puede ajustarse para que ofrezca opciones de bloqueo alternativas que permitan diversos tamaños de expansión.

Las Figuras 98A - 98D ilustran diversas formas de realización de las trenzas de anclaje. Una trenza de anclaje puede estar fabricada como uno o más alambres y puede ser utilizada para formar trenzas de diferente densidad. La densidad de la trenza puede evaluarse mediante el tamaño de las células formadas por la tejedura. En algunas formas de realización, pueden estar tejidas entre sí dos o más trenzas de diferente densidad. Por ejemplo, la Figura 98A ilustra dos grupos de células de dos trenzas entretejidas en el centro. El grupo superior de células forma una tejedura más abierta que el grupo inferior de células, que forma una tejedura más densa. La Figura 98B ilustra otra forma de realización de una trenza de anclaje que incorpora tres grupos de células. Los bordes superior e inferior (proximal y distal) de la trenza de anclaje presentan células más densas que la porción central del anclaje. Asimismo, los bordes del anclaje están tejidos a partir de un filamento más fino que la porción central. En otra forma de realización ilustrada por la Figura 98C, las tres secciones de la válvula de anclaje están tejidas con más de un alambre. Los alambres de cada sección están fabricados con un material y/o un grosor diferentes. Los alambres dispuestos en las fronteras en sección pueden o no interconectar con los alambres de una sección diferente. Cada una de las secciones del anclaje de la trenza puede estar compuesta por un número de alambres diferente. La Figura 98D ilustra otra forma de realización de un anclaje trenzado que presenta tres secciones. En esta forma de realización, todas las secciones están compuestas por un único alambre. Las secciones/bordes proximal y distal del anclaje trenzado presentan el mismo paso. La zona central del anclaje trenzado presenta un paso diferente que el de las secciones de los bordes.

Las Figuras 99A - 99E ilustran vistas laterales del anclaje trenzado que presentan más de un paso de la trenza. La variación del paso dentro del anclaje permite variaciones localizadas en el acortamiento transversal del anclaje, en cuanto un mayor acortamiento se obtiene mediante un paso superior respecto de la trenza. Asimismo, las características de acortamiento localizadas permiten el diseño de una trenza que incorpore diversos diámetros dependiendo de la cantidad del acortamiento. (Cuanto mayor sea el acortamiento, mayor será el incremento del diámetro tras el despliegue).

La Figura 99A, por ejemplo, es una representación de una vista lateral del anclaje trenzado de la Figura 98D. En el lado izquierdo de la figura, el anclaje expandido se ilustra con una tejedura más densa (paso más corto) en los extremos distal y proximal; por tanto, los puntos están situados más próximos entre sí. La sección intermedia del anclaje está compuesta por una tejedura más holgada de la que se genera por una trenza de paso mayor y se representa por unos puntos que están más alejados entre sí. En el lado derecho de la figura el anclaje roscado está acortado y los puntos están comprimidos disponiéndose más próximos entre sí. En el lado derecho de la figura, el anclaje trenzado está acortado y los puntos están comprimidos situándose más próximos entre sí. En este caso, la porción central del anclaje está más acortada que los bordes proximal y distal. La Figura 99B ilustra una vista lateral de un anclaje trenzado acortado que se crea mediante un paso reducido en los bordes y un paso amplio en la parte media. La Figura 99C ilustra una vista lateral de un anclaje trenzado acortado que se crea mediante unos bordes de paso elevado y una sección intermedia de paso reducido. La Figura 99D ilustra una vista lateral de un anclaje trenzado acortado que incluye una característica de estanqueidad o una característica de ocupación de espacio en ambos extremos. Este tipo de anclaje puede ser creado por una trenza de paso amplio en los bordes, una trenza de

paso reducido en la parte media y la termofijación de los bordes para que se ensortijen tras la retirada de la vaina. Esta característica terminal resulta de utilidad para facilitar el anclaje al funcionar como localizador y junta de estanqueidad. La Figura 99E ilustra una vista lateral de un anclaje trenzado acortado que está asociado con una válvula de eversión o características de localización.

5 En las formas de realización preferentes, la sección intermedia del anclaje puede estar compuesta por un(os) alambre(s) más grueso(s) que la(s) sección(es) del (de los) borde(s).

10 Las Figuras 100A - 100C ilustran un ejemplo del proceso de despliegue del anclaje, como el ilustrado en la Figura 99B anterior. La Figura 100A ilustra un anclaje trenzado 30 en su configuración expandida. El anclaje está compuesto por tres secciones. Las secciones distal y proximal del anclaje están fabricadas en una trenza de tejedura fina (paso baso). La sección intermedia del anclaje está fabricada en una trenza de paso más amplio y, de modo preferente, están termofijadas para rodar tras la retirada de la vaina. Asimismo, en formas de realización preferentes, los filamentos de las secciones distal y proximal pueden ser más finos (por ejemplo, con un grosor de 0,005) que los filamentos de la sección intermedia (por ejemplo con un grosor de 0,010). Los montantes 32 están acoplados a la sección intermedia del anclaje. Para el despliegue, los accionadores proximales 106 están acoplados a la sección intermedia del anclaje. La Figura 100B ilustra el proceso de despliegue. Cuando el anclaje es empujado en dirección distal por los accionadores proximales y traccionado en dirección proximal por los accionadores distales, presenta la vaina retirada y comienza el acortamiento. La sección distal se enrolla y puede actuar como localizador, ayudando al cirujano a localizar la válvula aórtica. Funciona entonces como una junta estanca que impide las fugas. La sección proximal puede, de manera opcional, también enrollarse. En la Figura 100C, el dispositivo puede estar configurado de forma que la sección intermedia de la válvula pueda formar un perfil de reloj de arena o un perfil redondeado. A continuación se pueden retirar los accionadores de acuerdo con lo descrito con anterioridad. La Figura 100D es otra ilustración del anclaje trenzado en su configuración alargada. La Figura 100E es otra ilustración del anclaje trenzado en su configuración acortada.

30 Las Figuras 101A - 101B ilustran otra forma de realización de un anclaje trenzado. En esta forma de realización, el anclaje incluye dos secciones -una sección distal fabricada en una tejedura fina y en una trenza de paso más amplio que la sección proximal. En la Figura 101A el dispositivo se despliega de forma que la sección distal fabricada en la tejedura fina se dispone en posición distal respecto de la válvula aórtica. En la Figura 101B, la sección distal está acortada, ya sea mediante memoria termofijada o de forma activa. El acortamiento de la sección distal permite al cirujano localizar la válvula y situar el anclaje antes de la liberación.

35 Los anclajes descritos en la presente memoria pueden ser, por ejemplo, radialmente simétricos, bilateralmente simétricos, o asimétricos. Un anclaje radialmente simétrico es uno para el que la simetría se produce a través de cualquier diámetro. Un anclaje bilateralmente simétrico es uno para el que la simetría se produce a través de un número finito de diámetros). Un anclaje asimétrico es uno para el cual no se produce ningún diámetro a través del cual se pueda encontrar una simetría. La Figura 50B ilustra una forma de realización de un anclaje radialmente simétrico. La Figura 102A ilustra una forma de realización de un anclaje bilateralmente simétrico. La Figura 102B ilustra dos formas de realización (vistas lateral y desde arriba) de anclajes asimétricos. Las ventajas de los anclajes bilateralmente simétricos y asimétricos es su capacidad para evitar la interferencia con elementos característicos anatómicos, como por ejemplo las aberturas de las coronarias y/o la válvula mitral. De esta manera, en formas de realización preferentes, un anclaje trenzado incluye una zona adaptada para impedir la expansión del anclaje por dentro de la válvula mitral, como se ilustra en la Figura 102A.

45 En formas de realización preferentes, el anclaje incluye un elemento de encaje de las valvas y/o un elemento de inversión de estanqueidad situado en su extremo proximal. El elemento de encaje de las valvas está adaptado para encajar con las valvas naturales del corazón del paciente o, de modo más preferente, con el borde proximal y/o las fijaciones comisurales de las valvas naturales. El elemento de encaje de las valvas no necesita extenderse a lo largo de todo el recorrido por el interior del receptáculo por el extremo distal de la valva natural. Formas de realización preferentes del aparato de la presente memoria se muestran en las Figuras 32 a 34, 49, 50, 93 y 98 a 109, que se analizan más adelante con mayor detalle.

55 La Figura 103 ofrece una vista detallada de una zona lateral frontal de la trenza de anclaje 30 con los giros terminales cerrados, Tu. La trenza de anclaje 30 incluye diversas células algunas de las cuales presentan un giro terminal (Tu). Los giros terminales pueden desempeñar diversas funciones. Por ejemplo, los giros terminales pueden estar configurados para reducir la fuerza de revestimiento, para reducir el esfuerzo en el interior de la trenza durante la instalación y despliegue, para impedir la migración distal durante la expansión del anclaje y/o para alinear de manera efectiva el anclaje contra la válvula natural durante el despliegue. En formas de realización preferentes, una característica de giro terminal funciona para impedir la migración distal y para alinear el anclaje mediante el encaje de las valvas naturales. En formas de realización preferentes, el extremo proximal de un anclaje comprende unas formas de realización (Tu).

65 Las Figuras 93A - 93N proporcionan múltiple ejemplos de células marginales que presentan una característica de giro terminal. Las características de giro terminales divulgadas y otras conocidas en la técnica pueden usarse como elementos de encaje de las valvas para encajar las valvas cardiacas naturales con el anclaje. Los elementos de

encaje de las valvas son, de modo preferente, solidarios con el anclaje o, de modo más preferente, parte de un anclaje trenzado. Las características de giro terminales pueden presentarse en el extremo proximal, en el extremo distal, o en ambos extremos proximal y distal del anclaje.

- 5 Por ejemplo, la Figura 93A ilustra una vista en detalle de un giro terminal estándar Tu de una trenza de anclaje que se traduce en una trenza con un tamaño y una forma de las células sustancialmente uniformes.

- 10 La Figura 93B ilustra un giro que se ha alargado para prolongar la distancia sobre la cual las fuerzas concentradas en el giro pueden distribuirse, lo que se traduce en una trenza de anclaje que presenta unas células marginales más largas a lo largo del eje geométrico del anclaje que las otras células definidas por la trenza. Esta característica de giro alargado se puede formar conduciendo el alambre de la trenza alrededor de los montantes externos y, a continuación, termofijando el alambre.

- 15 La Figura 93C ilustra una configuración alternativa de células marginales del anclaje, en la que la punta alargada del alambre puede ser doblada a partir de un perfil cilíndrico definido por la trenza de la trenza de anclaje 30. Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante una combinación de la conducción del alambre W por dentro de un montaje y, a continuación mediante termofijación. Dicho giro Tu de las células de los bordes del anclaje de la Figura 93C puede reducir el esfuerzo en algunas configuraciones sin incrementar la altura, y puede también incorporar un labio para el encaje de las valvas de la válvula natural del paciente para facilitar la colocación adecuada del aparato 10 durante el despliegue.

- 25 En la Figura 93D, se ha dispuesto una característica de giro con forma de W en el giro del alambre, por ejemplo, conduciendo el alambre de la trenza de anclaje 30 alrededor de un montante interno central y de dos montantes externos laterales. Como en el caso de las células de la trenza alargadas de las Figuras 93B y 93C, la forma en W puede distribuir mejor el esfuerzo alrededor del giro Tu.

La configuración de células marginales del anclaje de la Figura 93E incluye un bucle formado en la trenza 30 en el giro, el cual puede ser formado enlazando el alambre W alrededor de un montante interno o externo.

- 30 La Figura 93F proporciona otra configuración alternativa de células marginales del anclaje con forma de ocho. Dicha forma puede disponerse, por ejemplo, envolviendo el alambre W alrededor de un montante interno y de un montante externo alineados adoptando una figura en ocho y, a continuación, termofijando el alambre para conseguir la forma final.

- 35 En la Figura 93G, las células marginales de la trenza 30 incluyen una configuración con forma de corazón, la cual puede ser formada enrollando el alambre alrededor de un montante interno y externo alineados de la manera deseada.

- 40 En la Figura 93H, las células marginales de la trenza 30 presentan un bucle asimétrico al nivel del giro Tu. El bucle asimétrico repercutirá en la torsión de la trenza 30 durante la expansión y compresión de la trenza, además de repercutir en la concentración del esfuerzo.

- 45 En la Figura 93I, las células marginales del anclaje presentan una configuración en giro con doble bucle, por ejemplo mediante su enrollamiento alrededor de dos montantes interior y exterior adyacentes. También pueden ser empleados bucles adicionales.

La característica de giro de bucle doble puede ser formada con una transición suave entre los bucles, como en la Figura 93I, o puede ser termofijada para adoptar una configuración más discontinua como en la Figura 93J.

- 50 La Figura 93K ilustra que las células marginales de la trenza 30 puede presentar múltiples configuraciones diferentes alrededor de la circunferencia del anclaje. Por ejemplo, las células marginales del anclaje mostradas en la Figura 93K presentan células de longitud extendida como en la Figura 93B dispuestas en la posición adyacente a las células marginales de tamaño estándar, como en la Figura 93A.

- 55 Las células marginales del anclaje de la Figura 93L presentan una configuración de giro extendida que incorpora un bucle extendido.

Las células marginales del anclaje mostradas en la Figura 93M presentan una configuración alternativa extendida con un perfil termofijado específico.

- 60 En la Figura 93N, algunas o todas las células marginales del anclaje están entretejidas. Cuando están entretejidas, una o más células marginales pueden ser más cortas o más largas que una célula adyacente de borde. Esto permite que una o más células marginales se extiendan por dentro del (de los) uno o más receptáculo(s) de las valvas. Por ejemplo, en la Figura 93N el Tu intermedio puede ser más alto que las dos células adyacentes de borde permitiendo así que la célula de borde esté situada dentro de un receptáculo de las valvas.
- 65

En cualquiera de las formas de realización de la presente memoria, las células marginales pueden enrollarse usando alambre, cuerda, o suturas, en un emplazamiento en el que el alambre se superponga después de un giro terminal, como se ilustra en la Figura 93O. Esta característica de giro de anudado terminal impide que las células queden interbloqueadas durante el despliegue.

El anclaje y cualquiera de sus características puede termofijarse para adoptar diferentes configuraciones. Por ejemplo, el anclaje puede termofijarse en su configuración "en reposo" de forma que, tras la retirada de la vaina, se expanda radialmente. Las características de giro terminales/los elementos de encaje de las valvas pueden termofijarse en una configuración "en reposo" diferente de la configuración en reposo del anclaje. En una forma de realización preferente, las características de giro terminales son termofijadas para "abrirse como una flor" y, a continuación "evertir" tras la retirada de la vaina.

Las características de giro terminales de las Figuras 93 se incorporan solo por razones ilustrativas y de ningún modo deben interpretarse como limitativas. Las características de giro adicionales deben resultar evidentes para los expertos en la materia teniendo en cuenta las Figuras 93. Asimismo, pueden proporcionarse combinaciones de cualquiera de dichas características de giro terminales para conseguir las características deseadas del anclaje 30.

Con referencia ahora a las Figuras 104A - E, se ilustran configuraciones adicionales para la reducción y/o la rigidización circunferencial de una trenza de anclaje y/o de unos elementos de encaje de las valvas. Dichas configuraciones pueden usarse de manera independiente o en combinación con otras configuraciones divulgadas en el presente documento. Dichas configuraciones se usan, preferentemente, en los bordes del anclaje para reducir localmente el área en sección transversal de prácticamente todas o la totalidad de las células marginales de la trenza de anclaje (por ejemplo proximal y/o distal). Como se aprecia en las Figuras 104A y 104B, los giros Tu del alambre W típicamente pueden presentar un perfil en sección transversal sustancialmente continuo (por ejemplo, redondo). Como se aprecia en la Figura 104C, la modificación de la configuración de las células marginales mediante la reducción local del grosor o del área en sección transversal del alambre W en el (los) giro(s) Tu reducirá la concentración del esfuerzo dentro del alambre al nivel de los giros y facilitará la compresión y/o la expansión de la trenza de anclaje 30 desde las configuraciones de instalación hasta las de despliegue. Asimismo, se espera que dicha reducción localizada de grosor o en el área en sección transversal reducirá el riesgo de acodamientos, de fatiga u otros fallos en los giros Tu.

En cualquiera de las formas de realización del presente documento, la reducción localizada de un alambre de anclaje se conseguirá por medio de grabado químico y/o de electropulido localizados. Como alternativa o de forma adicional puede usarse el rectificado localizado de los giros. Para los expertos en la materia serán evidentes técnicas de procesamiento adicionales. Como se aprecia en las Figuras 104D - 104E, el alambre W puede, por ejemplo, comprender un perfil en sección transversal ovalado o rectangular, respectivamente, después de la reducción localizada. El alambre puede, como alternativa, comprender un perfil redondeado con un área en sección transversal reducida (no mostrada). Serán obvios otros perfiles. La reducción localizada puede tener lugar en cualquier momento (por ejemplo, antes o después de que se haya tejido una trenza). De modo preferente, la reducción localizada se produce después de la tejeduría. Sin embargo, en algunas formas de realización, un alambre de una longitud determinada puede someterse a grabado químico o rectificado en segmentos preestablecidos y, a continuación, tejerse.

Con referencia ahora a las Figuras 105A - F, se proporciona un procedimiento de sustitución endovascular de la válvula aórtica enferma de un paciente. El procedimiento conlleva la instalación endovascular de un aparato anclaje/válvula y la colocación de dicho aparato por medio de la alineación efectiva con las valvas de la válvula natural del paciente. La alineación con las valvas de la válvula natural se produce, de modo preferente, utilizando los elementos de encaje de las valvas.

En la Figura 105A, un sistema de instalación modificado 100' instala el aparato 10 en la válvula aórtica, AV, enferma dentro de la vaina 110. El aparato 10 es instalado en una configuración de instalación comprimida.

Como se aprecia en las Figuras 105B y 105C, el aparato 10 se despliega desde la luz 112 de la vaina 110, por ejemplo, con la ayuda de una guía fluoroscópica. La vaina 110 incluye en su extremo distal unos elementos de encaje de las valvas 120. Tras el despliegue, el anclaje 30 del aparato 10 se autoexpande dinámicamente hasta adoptar una configuración parcialmente desplegada. Esto provoca que los elementos 60 también se expandan de forma dinámica, así como el filtro de membrana (o trenza) 61A y los elementos de encaje de las valvas 120. Como en el caso del despliegue por medio del sistema de instalación 100, el despliegue del aparato 10 por medio del sistema de instalación 100' es completamente reversible hasta que los cierres 40 se hayan accionado.

De este modo, el sistema de instalación 100' comprende el elemento de encaje de las valvas 120, el cual, de modo preferente, se autoexpande junto con el anclaje 30. En formas de realización preferentes, el extremo distal de los elementos de encaje de las valvas 120 se expande hasta una distancia radial mayor que el anclaje 30. Asimismo, los elementos de encaje 120 pueden estar dispuestos entre los elementos 60 del sistema de instalación 100' y la zona del labio 32 del anclaje 30. Sin embargo, los elementos de encaje de las valvas 120 pueden también estar dispuestos sobre el extremo proximal de un anclaje (como se ilustra en la Figura 106). Los elementos de encaje de

las valvas 120 encajan de manera liberable con el anclaje. Como se aprecia en la Figura 105C, los elementos de encaje de las valvas 120 se despliegan inicialmente en posición proximal respecto de las valvas L de la válvula natural del paciente. Después se puede hacer avanzar/recolocar de forma dinámica el aparato 10 y el elemento 120 hasta que el elemento de encaje se alinee de manera efectiva contra las valvas, asegurando de esta manera la colocación adecuada del aparato 10. El elemento de encaje de las valvas encaja con los bordes proximales de las valvas de la válvula natural y/o con las fijaciones comisurales. El elemento de encaje de las valvas no necesita extenderse por todo el recorrido hasta el borde distal de las valvas naturales (receptáculos de las valvas). En formas de realización preferentes, una longitud del elemento de encaje de las valvas es inferior a aproximadamente 20 mm, de modo más preferente inferior a aproximadamente 15 mm o, de modo más preferente, inferior a aproximadamente 10 mm. Una vez que el elemento de encaje de las valvas 120 está alineado contra las valvas de la válvula natural y/o con las fijaciones comisurales, el aparato 10 se despliega sustancialmente en dirección distal con respecto a las aberturas de las coronarias del corazón.

En cualquiera de las formas de realización de la presente invención, el sistema de instalación 100' puede incluir la estructura de filtro 61A (por ejemplo, la membrana de filtro o trenza) como parte de los elementos de empuje 60 para actuar como elemento de protección embólico. Durante la manipulación y colocación del anclaje se pueden generar émbolos procedentes o bien la válvula natural enferma o del tejido aórtico circundante y pueden provocar un bloqueo. Las flechas 61B de la Figura 105C muestran el flujo sanguíneo a través de la estructura de filtro 61A donde se permite el flujo de la sangre, pero los émbolos quedan atrapados en el sistema de instalación y se eliminan con él al final del procedimiento.

Puede aplicarse un acortamiento activo sobre el anclaje 30 mientras que el elemento 120 está dispuesto en posición proximal respecto de las valvas, como se ilustra en la Figura 105D. El acortamiento activo se puede llevar a cabo accionando los elementos de anclaje distales (por ejemplo, los elementos 50) y/o los elementos de accionamiento del anclaje proximales (por ejemplo, los elementos 60). Tras la alineación efectiva del elemento 120 contra las valvas L, el elemento 120 descarta la migración posterior distal del aparato 10 durante el acortamiento adicional, de modo que reduce el riesgo de una colocación inadecuada del aparato. La Figura 105E detalla el encaje del elemento 120 contra las valvas naturales.

Como se aprecia en la Figura 105F, una vez que el aparato 10 está completamente desplegado, el anclaje 30 puede quedar bloqueado (de manera reversible o irreversible). A continuación, los elementos de encaje de las valvas 120 de la estructura 61A, los elementos 50 y/o los elementos 60 pueden ser desacoplados del aparato, y se puede retirar el sistema de instalación 100' del paciente, completando de esta manera el procedimiento.

La Figura 106 ilustra una forma de realización alternativa del aparato de las Figuras 105A - F descritas con anterioridad, en la que los elementos de encaje de las valvas 120 están acoplados al anclaje 30 del aparato 10' y no al de instalación 100. En la forma de realización ilustrada de la Figura 106, los elementos de encaje de las valvas 120 permanecen implantados cerca de la válvula cardiaca natural del paciente después del despliegue del aparato 10' y de la retirada del sistema de instalación 100. Las valvas L pueden quedar emparedadas entre la zona proximal del anclaje 30 y el elemento de encaje de las valvas 120 en la configuración completamente desplegada. De esta manera, el elemento 120 alinea de manera efectiva el aparato 10' con respecto a las valvas L y descarta la migración distal del aparato con el paso del tiempo.

Las Figuras 107A - 107C ilustran otra forma de realización de la instalación endovascular de un aparato de la presente invención. En la Figura 107A, se inserta en la válvula aórtica un catéter 600 por vía percutánea de forma retrógrada. El catéter pasa a través de la válvula aórtica natural antes de que un cirujano active la retirada de la vaina del aparato de anclaje/válvula. Cuando el catéter de revestimiento es extraído proximalmente de la válvula natural, el anclaje 30 y la válvula de sustitución 20 quedan sin la vaina. Inmediatamente, la porción del anclaje 30 sin vaina se autoexpande de forma dinámica hasta su posición "en reposo", y la válvula de sustitución 20 situada dentro del anclaje recupera una estructura no comprimida, lo que permite que empiece a funcionar. En formas de realización preferentes, en su posición "en reposo", el anclaje 30 presiona contra las valvas naturales y limita el flujo de la sangre por entre el anclaje y la valva. Asimismo, en formas de realización preferentes, porciones relativamente adyacentes del anclaje 30 a la válvula están cubiertas externamente por una junta de estanqueidad 60, de modo más preferente, la totalidad del contorno exterior del anclaje 30 excluyendo los elementos de encaje de las válvulas queda externamente cubierto por una junta de estanqueidad o, de modo más preferente, la totalidad del contorno del anclaje 30 incluyendo la cara externa de los elementos de encaje de las válvulas está externamente cubierta por una junta de estanqueidad. Una junta de estanqueidad puede estar compuesta por cualquier material que impida o limite el flujo de sangre a través del anclaje. En formas de realización preferentes, una junta de estanqueidad está compuesta por un polímero elástico delgado o por cualquier otro tipo de material textil. La junta de estanqueidad puede estar fijada al anclaje por cualquier medio conocido en la técnica y, en algunas formas de realización, al extremo distal de la válvula. En formas de realización preferentes, una junta de estanqueidad está fijada al anclaje mediante sutura.

En la Figura 107B, cuando se tracciona más el catéter en dirección proximal, el extremo proximal del anclaje 30 y los dedos 50 quedan sin la vaina. En esta forma de realización, es posible visualizar que la junta de estanqueidad cubre la totalidad del contorno del anclaje, incluida la cara externa del elemento de encaje de las valvas 70. Tan pronto

como el extremo proximal del anclaje queda al descubierto, se expande también de forma dinámica. Asimismo, cuando los dedos 50 quedan al descubierto, la válvula de sustitución 20 comienza a funcionar, de modo que permite que la sangre fluya a través de la válvula de sustitución 20 entre los dedos 50, y alrededor del catéter 600. Esto permite también que la sangre fluya por el interior de las aberturas de las arterias coronarias. En otras formas de realización en las que la junta de estanqueidad no cubre el extremo proximal del anclaje, la válvula de sustitución puede empezar a funcionar tan pronto como la porción no cerrada de forma estanca del anclaje queda sin la vaina. Esto provoca que los elementos de encaje de las valvas 70 se expandan radialmente hasta su posición de termofijación y encajen con las valvas cardíacas naturales.

A continuación, la Figura 107C, cuando el aparato se acorta de forma activa utilizando los accionadores proximales (por ejemplo, dedos) y/o distales (por ejemplo, los elementos 55), los elementos de encaje de las válvulas se alinean de manera efectiva con las valvas de la válvula natural. El acortamiento puede controlar que las juntas de estanqueidad 60 se frunzan y creen pliegues. Después, estos pliegues pueden ocupar los receptáculos y, de este modo, mejoran la estanqueidad paravalvular. En formas de realización preferentes, en las que los elementos de encaje de las valvas están cubiertos con una junta de estanqueidad, al menos una porción de la junta está también situada entre las valvas de la válvula natural y la pared aórtica. Una vez que el anclaje está completamente comprimido dentro de la pared aórtica, el anclaje queda bloqueado, los dedos y los mandriles de los montantes quedan desconectados, y la junta queda adaptada para limitar aún más el flujo sanguíneo alrededor de la válvula de sustitución. A continuación se retira el catéter, dejando detrás la válvula 20, la junta de estanqueidad 60 y el anclaje 70. Cuando está completamente desplegado, el anclaje está dispuesto en posición sustancialmente distal con respecto a las aberturas de las arterias coronarias del paciente de forma que no interfieran con el flujo sanguíneo que discurre a través de las aberturas.

Las Figuras 108A - 108B ilustran una forma de realización en la que solo una porción distal del anclaje 30 está cubierta por la junta 60 y en la que el anclaje 30 está solo parcialmente desplegado, dado que la sangre puede escapar a través del extremo proximal de la trenza de anclaje. Dado que el anclaje 30, en esta forma de realización, no presenta vaina, presiona contra las valvas de la válvula natural. En este punto, la válvula de sustitución 20 es operativa aun cuando el anclaje 30 no esté completamente desplegado, dado que la sangre puede escapar a través del extremo proximal de la trenza de anclaje. Esto permite que la sangre fluya a través de la válvula de sustitución 20 y fuera de los agujeros existentes en el extremo distal del anclaje 30 durante la sístole (Figura 108A) impidiendo al tiempo el reflujo durante la diástole (Figura 108B).

Las Figuras 109A - 109B ilustran una forma de realización similar en la que la junta 60 alrededor del anclaje 30 rodea la totalidad del contorno del anclaje 30. En esta forma de realización, la válvula 20 no resulta operativa hasta que tanto el anclaje 30 como una porción de los dedos queden desprovistos de la vaina. Tan pronto como una porción de los dedos 50 queda desprovista de la válvula, la válvula de sustitución 20 es completamente operativa. Esto permite que la sangre fluya a través de la válvula de sustitución 20 y del anclaje 30, saliendo por los dedos 50 y alrededor del catéter 60 desembocando en la aorta y en las aberturas de las arterias coronarias durante la sístole. De modo similar, durante la diástole, la válvula de sustitución 20 se cierra e impe que el reflujo sanguíneo entre en la cámara.

En cualquiera de las formas de realización del documento, el anclaje es, de modo preferente, una trenza de anclaje autoexpandible. La trenza de anclaje de la presente invención puede estar fabricada a partir de uno o más alambres, de modo más preferente de 2 a 20 alambres, de modo más preferente de 3 a 15 alambres o, de modo más preferente, de 4 a 10 alambres. Asimismo, la densidad de la trenza se puede modificar mediante diversas formas de la tejedura utilizada.

Las Figuras 32 - 34 ilustran el proceso de formación de una junta de estanqueidad plisada alrededor de una válvula de sustitución para impedir las fugas. La Figura 32 ilustra una junta de estanqueidad de material textil 380 antes del despliegue y el acortamiento del aparato de anclaje/válvula. En la Figura 32 la junta de estanqueidad de material textil 380 se extiende desde el extremo distal de la válvula 20 en dirección proximal sobre el anclaje 30 durante la instalación. Durante el despliegue, como se ilustra en la Figura 33, el anclaje 30 se acorta y la junta de estanqueidad de material textil 380 se apelotona para crear unas aletas de material textil y unos receptáculos que se extienden por el interior de los espacios conformados por las valvas de la válvula natural 382. El tejido apelotonado o los pliegues se producen, en particular, cuando los receptáculos se llenan de sangre en respuesta a la presión sanguínea de reflujo. Los plisados pueden crear un cierre estanco alrededor de la válvula de sustitución. La Figura 34 ilustra el anclaje 30, rodeado por la junta de estanqueidad de material textil 380 por entre las valvas de la válvula natural 382. En formas de realización preferentes, al menos una porción de una junta de estanqueidad queda capturada entre las valvas y la pared del corazón cuando el anclaje está completamente desplegado.

REIVINDICACIONES

1.- Aparato para la sustitución endovascular de una válvula cardíaca, que comprende:

- 5 un catéter,
- una válvula de sustitución (20; 460) configurada para estar dispuesta dentro del catéter para una colocación en las inmediaciones de la válvula cardíaca, y
- 10 un anclaje expandible (30) configurado para estar dispuesto dentro del catéter para una colocación en las inmediaciones de la válvula cardíaca, para ser desplegado desde el catéter, para ser expandido para contactar con tejido en un lugar de anclaje y para ser recuperado de vuelta adentro del catéter después de haber sido expandido;
- 15 caracterizado porque el aparato comprende un instrumento de despliegue (100) que está adaptado para desarrollar una fuerza de accionamiento dirigida en dirección proximal sobre el anclaje (30), y porque al menos una porción del anclaje (30) está adaptada para expandirse en respuesta a la aplicación de la fuerza de accionamiento dirigida en dirección proximal.

20 2.- El aparato de la reivindicación 1, en el que el instrumento de despliegue (100) comprende un miembro de control adaptado para mover un extremo distal del anclaje (30) en dirección proximal.

3.- El aparato de la reivindicación 1 ó 2, en el que el instrumento de despliegue (100) comprende un miembro de control adaptado para mover un extremo proximal del anclaje (30) en dirección proximal.

25 4.- El aparato de una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una porción del anclaje (30) está adaptada para contraerse en respuesta a la aplicación de la fuerza de accionamiento dirigida en dirección proximal.

5.- El aparato de una de las reivindicaciones anteriores, en el que el instrumento de despliegue (100) está adaptado para desarrollar una fuerza de accionamiento dirigida en dirección distal sobre el anclaje (30).

6.- El aparato de una de las reivindicaciones anteriores, en el que el instrumento de despliegue (100) comprende un miembro de control adaptado para mover un extremo proximal del anclaje (30) en dirección distal.

35 7.- El aparato de una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una porción del anclaje (30) está adaptada para contraerse en respuesta a la aplicación de la fuerza de accionamiento dirigida en dirección distal.

8. El aparato de una de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una conexión liberable entre el instrumento de despliegue (100) y el anclaje (30).

40 9.- El aparato de una de las reivindicaciones anteriores, en el que la válvula de sustitución (20; 460) está acoplada al anclaje (30).

10.- Aparato para la sustitución endovascular de una válvula cardíaca, que comprende:

- 45 un catéter,
- una válvula de sustitución (20; 460) configurada para estar dispuesta dentro del catéter para una colocación en las inmediaciones de la válvula cardíaca, y
- 50 un anclaje expandible (30) configurado para estar dispuesto dentro del catéter para una colocación en las inmediaciones de la válvula cardíaca, para ser desplegado desde el catéter, para ser expandido para contactar con tejido en un lugar de anclaje y para ser recuperado de vuelta adentro del catéter después de haber sido expandido;
- 55 caracterizado porque el aparato comprende un instrumento de despliegue (100) que está configurado para aplicar una fuerza de accionamiento dirigida en dirección distal sobre el anclaje (30), y porque al menos una porción del anclaje (30) está adaptada para contraerse en respuesta a la aplicación de la fuerza de accionamiento dirigida en dirección distal.

60 11.- El aparato de la reivindicación 10, en el que el instrumento de despliegue (100) comprende un miembro de control adaptado para mover un extremo proximal del anclaje (30) en dirección distal.

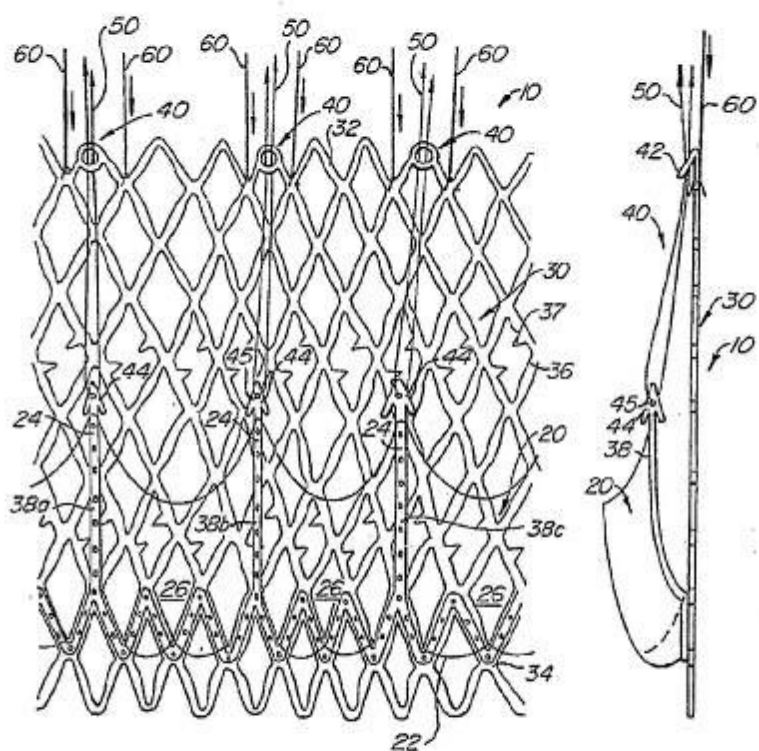
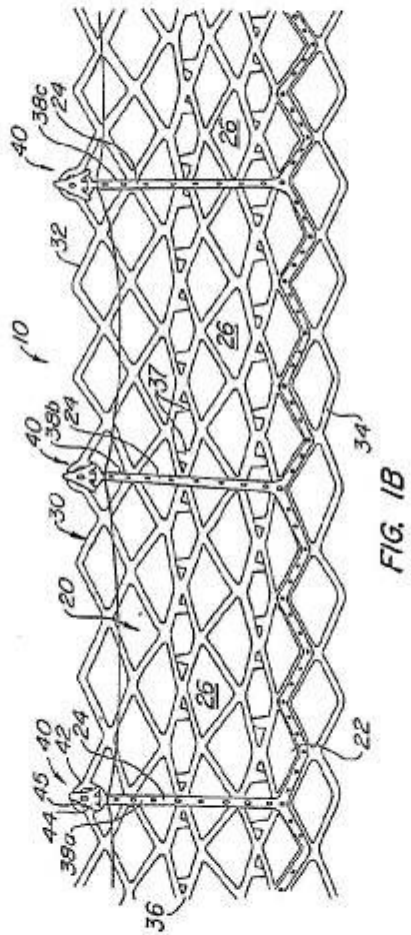
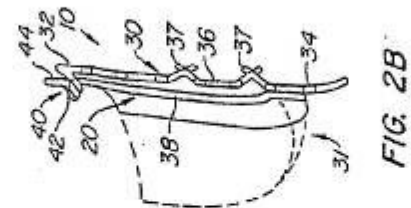


FIG. 1A

FIG. 2A



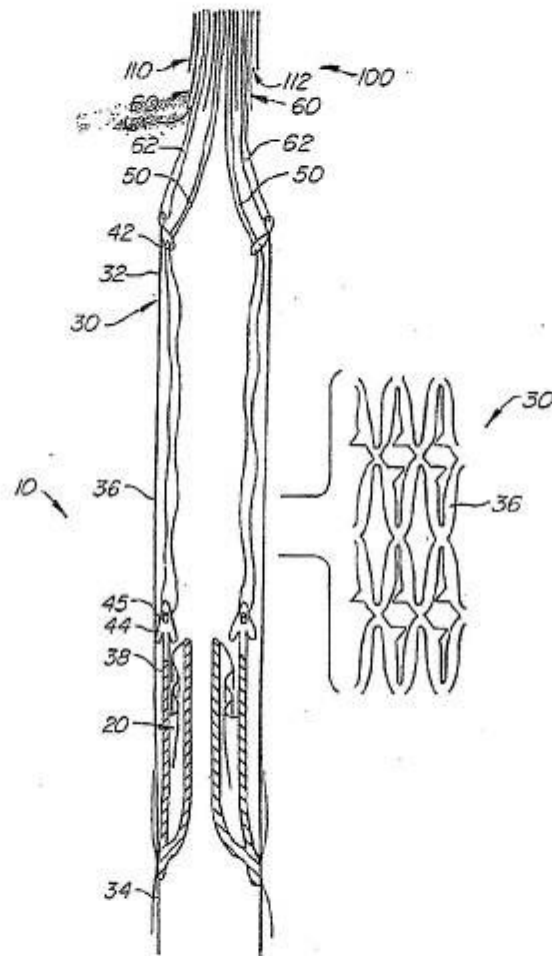


FIG. 3A

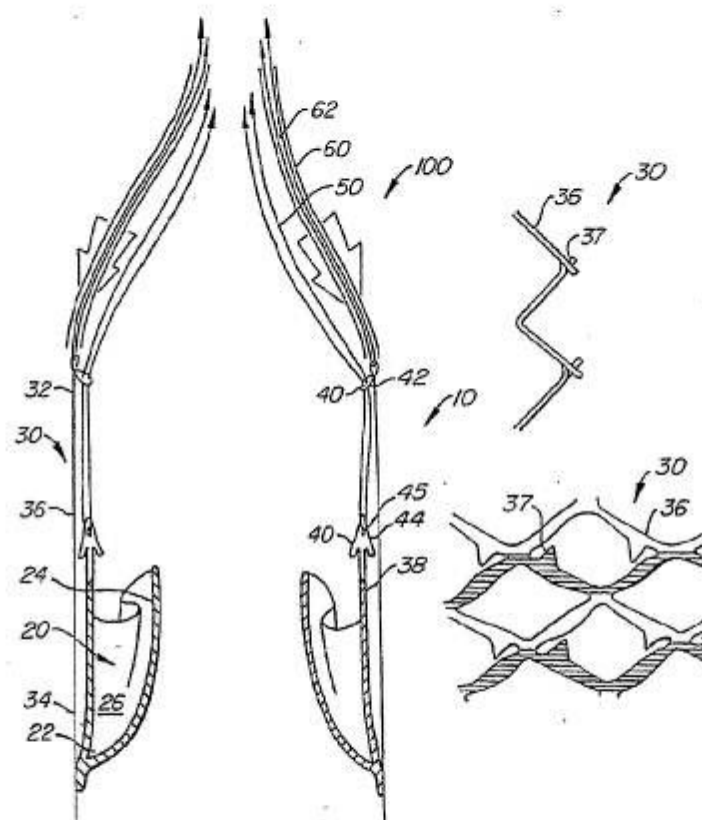


FIG. 3B

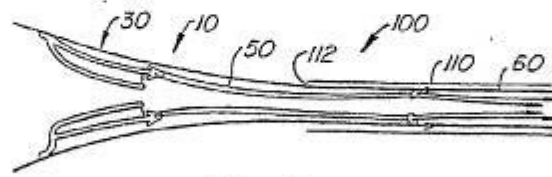


FIG. 4A

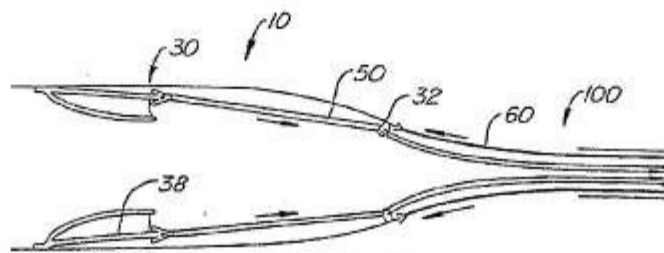


FIG. 4B

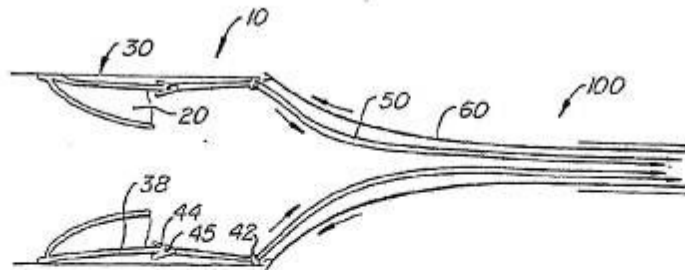


FIG. 4C

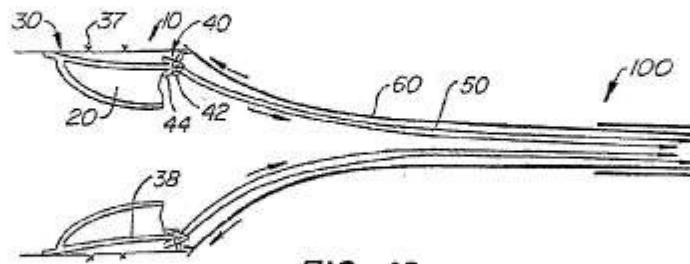


FIG. 4D

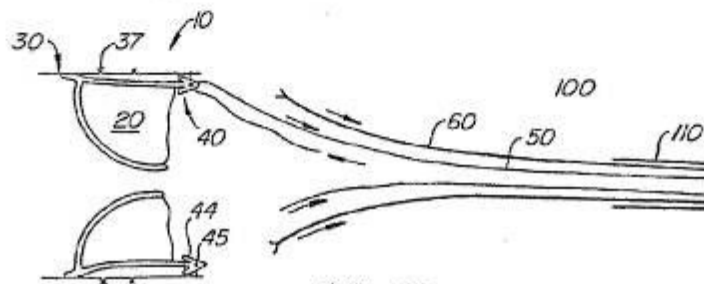


FIG. 4E



FIG. 4F

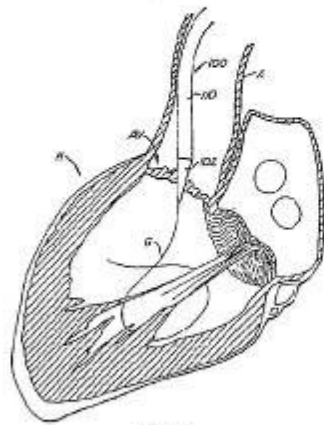


FIG. 5A

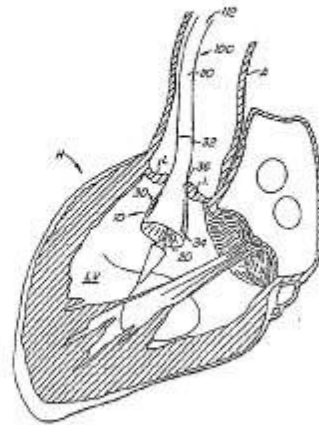


FIG. 5B

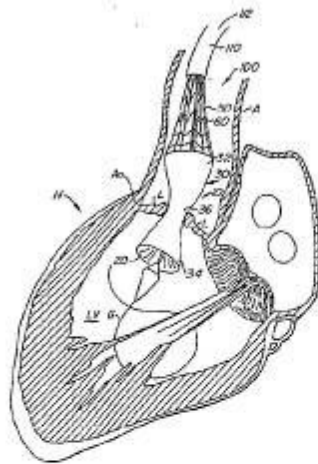


FIG. 5C

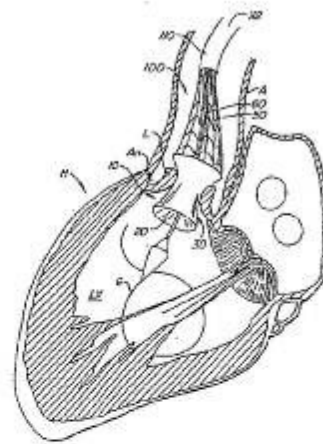


FIG. 5D

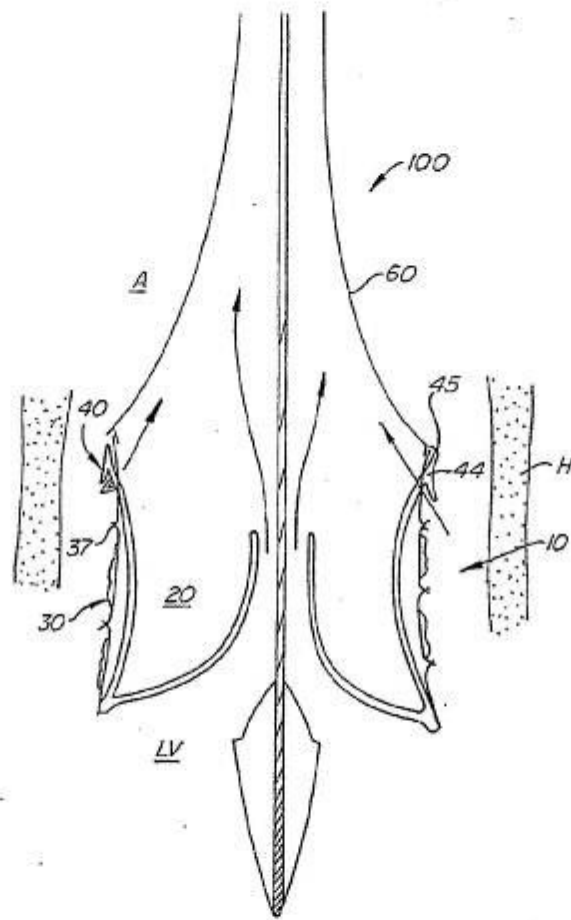


FIG. 5E

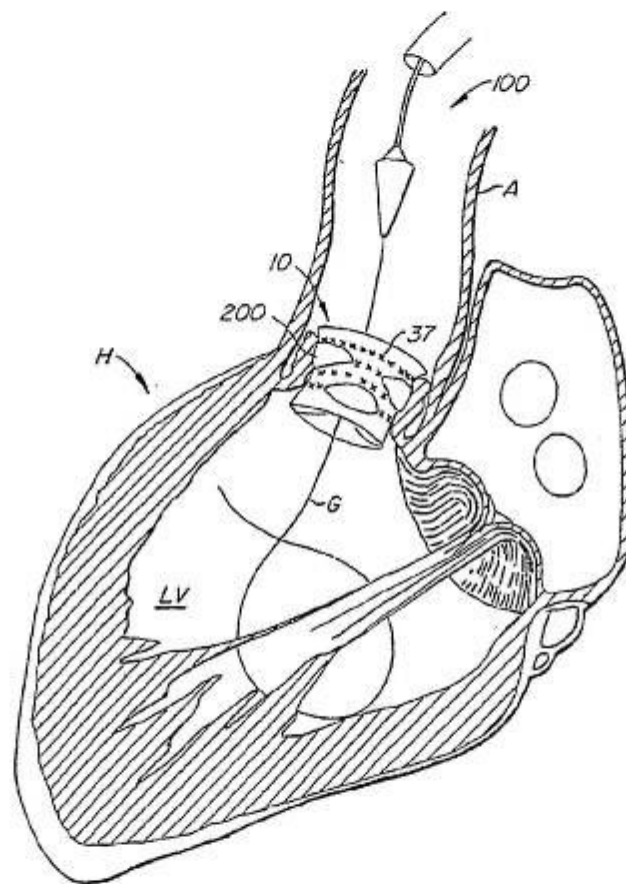


FIG. 5F

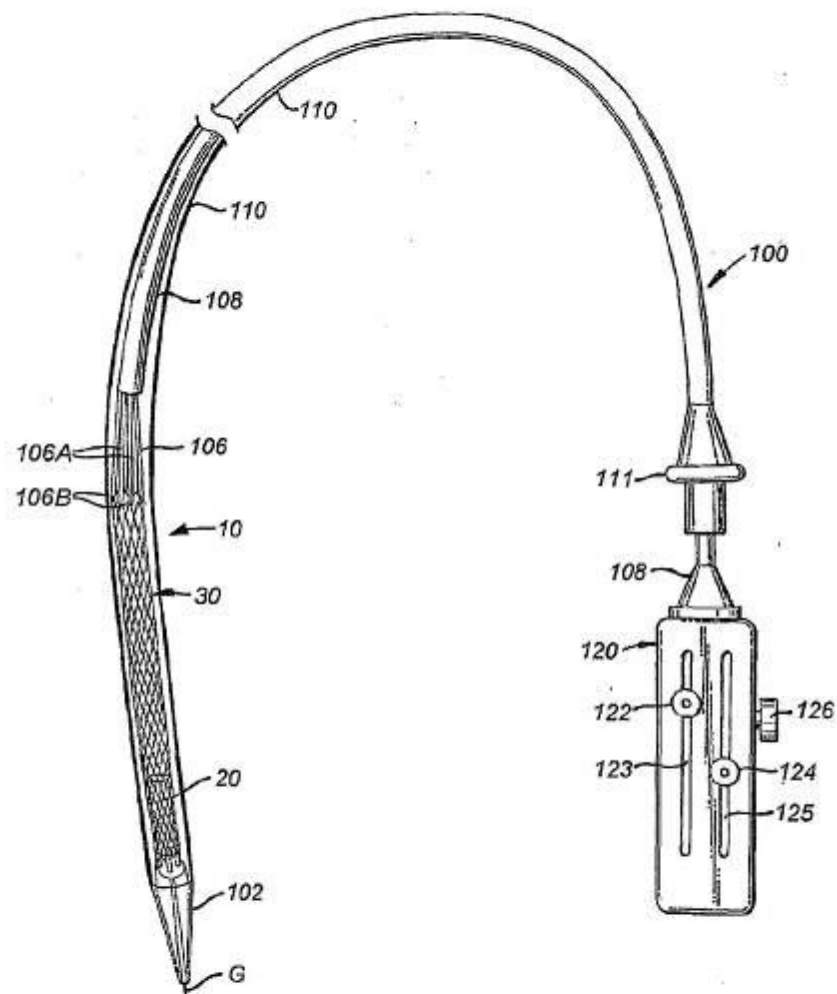
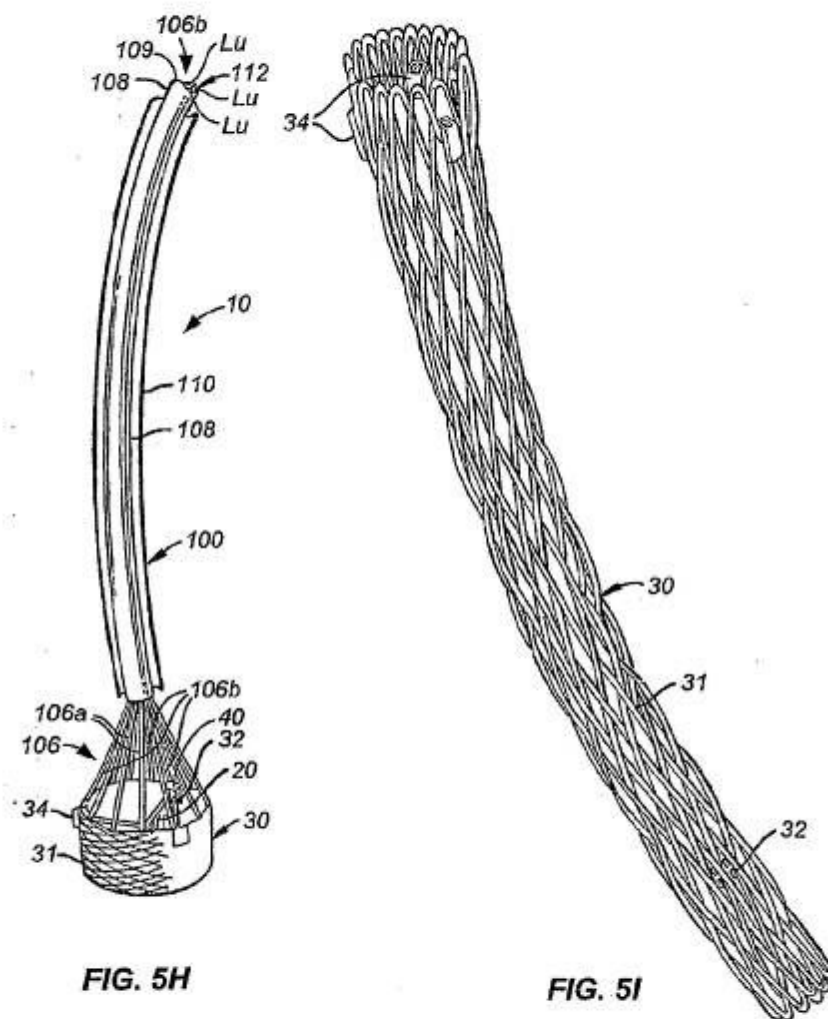


FIG. 5G



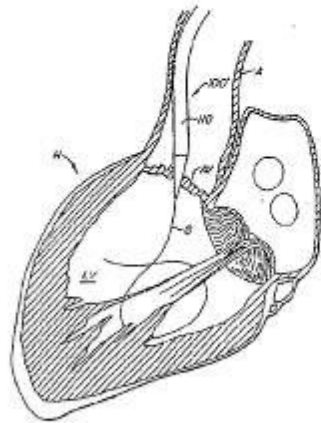


FIG. 6A

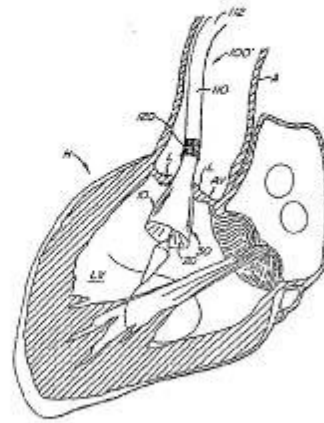


FIG. 6B

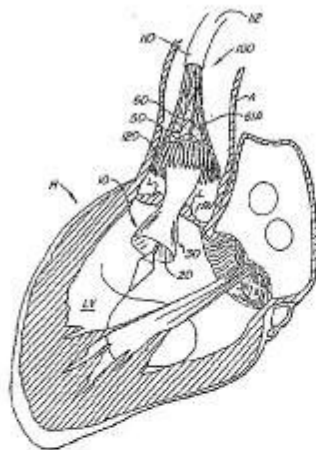


FIG. 6C

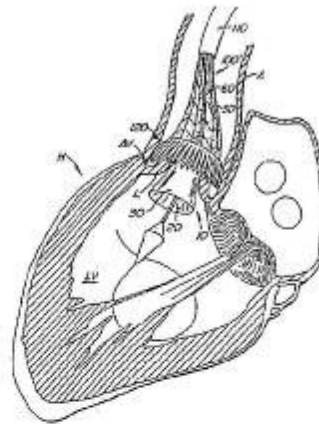


FIG. 6D

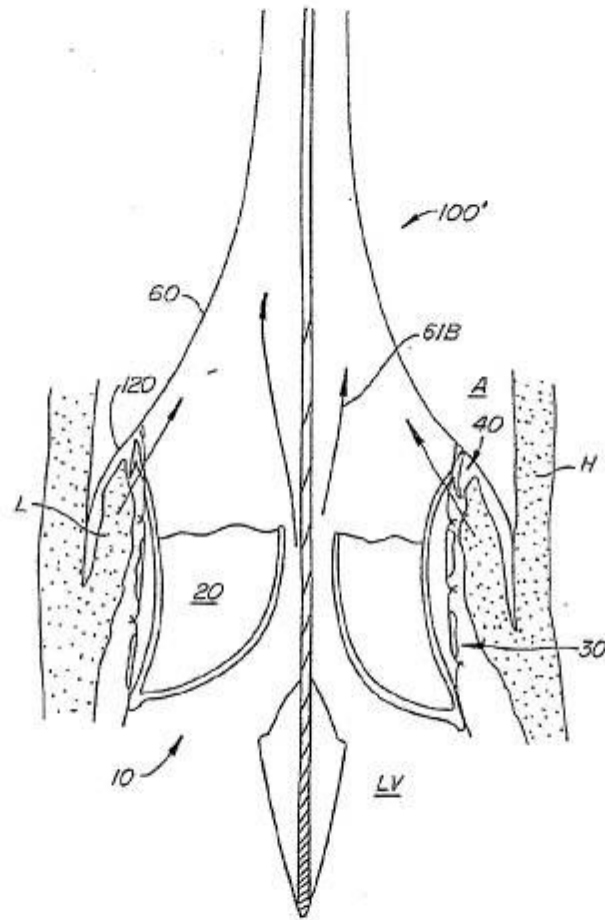


FIG. 6E

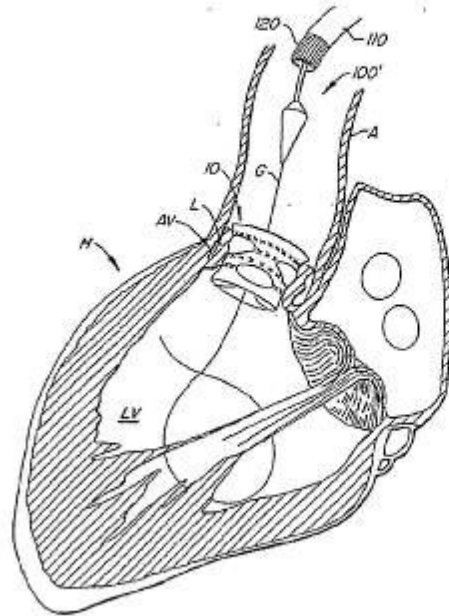


FIG. 6F

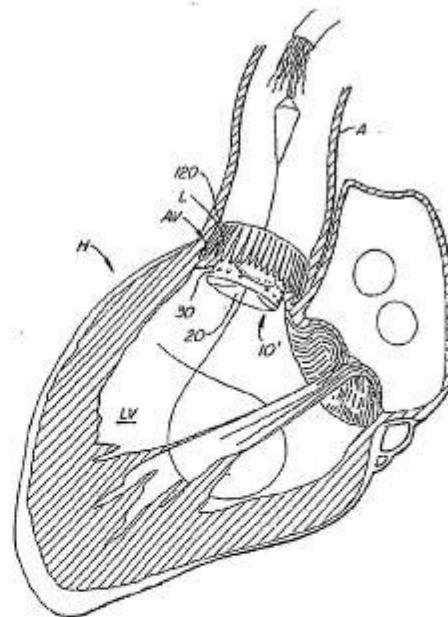
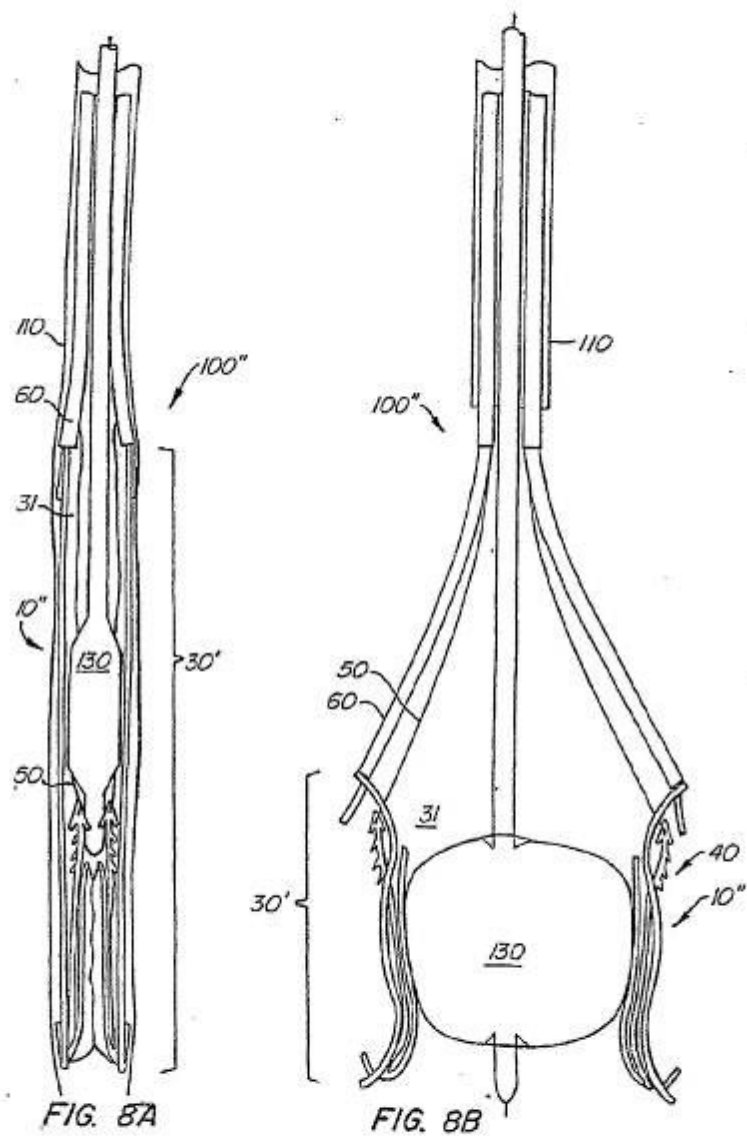


FIG. 7



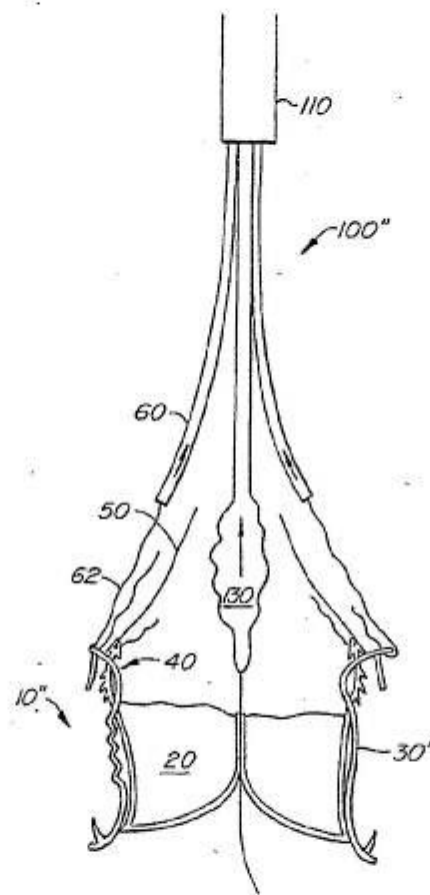


FIG. 8C

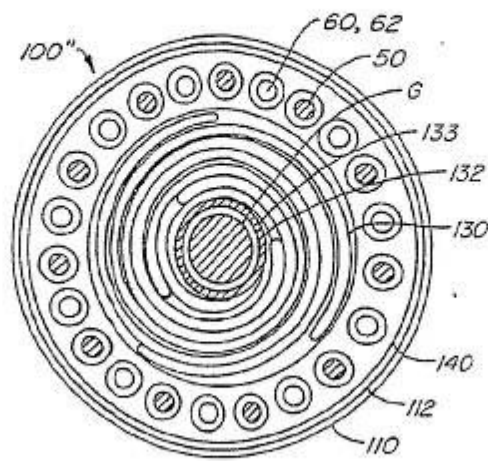


FIG. 10

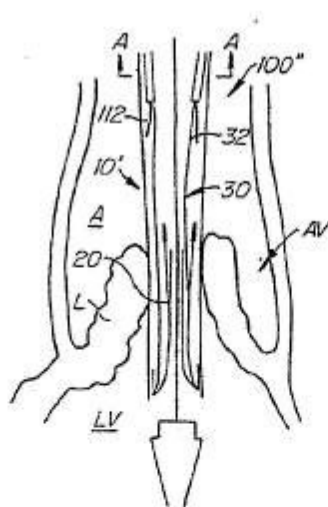


FIG. 9A

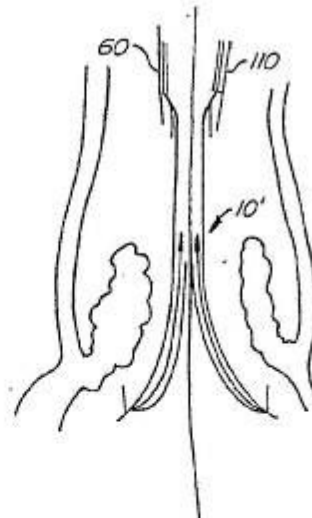


FIG. 9B

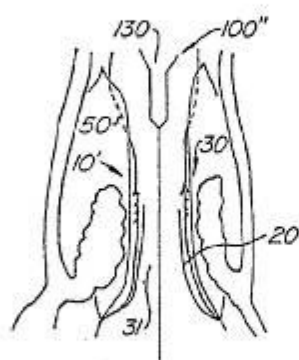


FIG. 9C

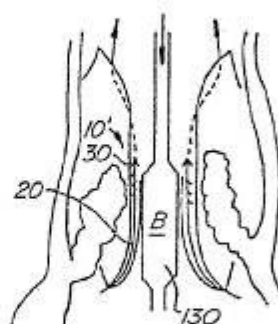


FIG. 9D

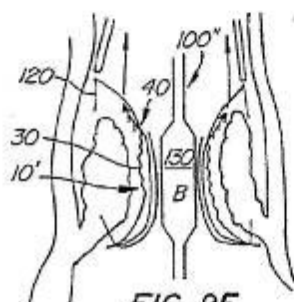


FIG. 9E

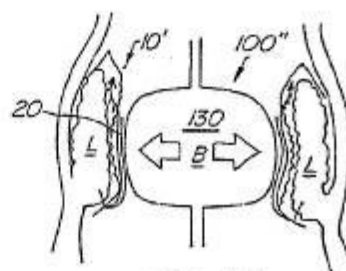


FIG. 9F

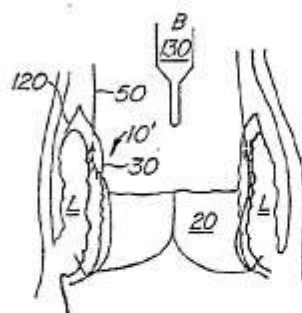


FIG. 9G

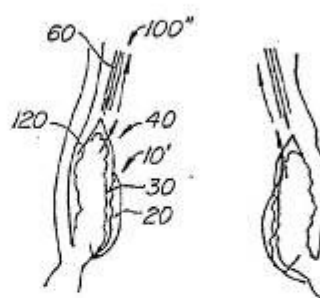


FIG. 9H

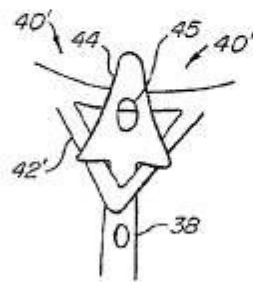


FIG. IIA

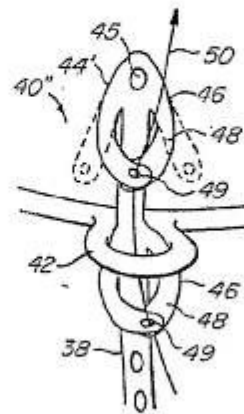


FIG. IIB

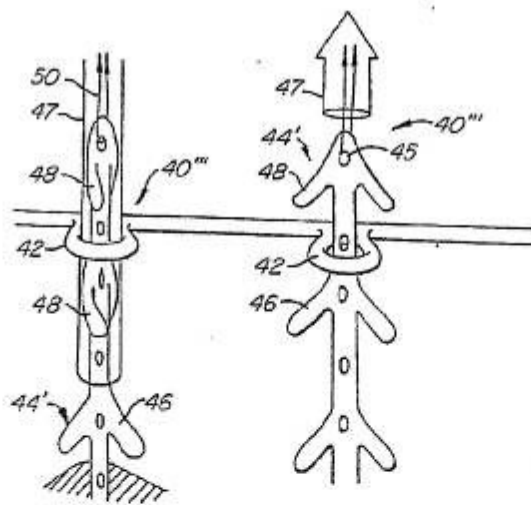
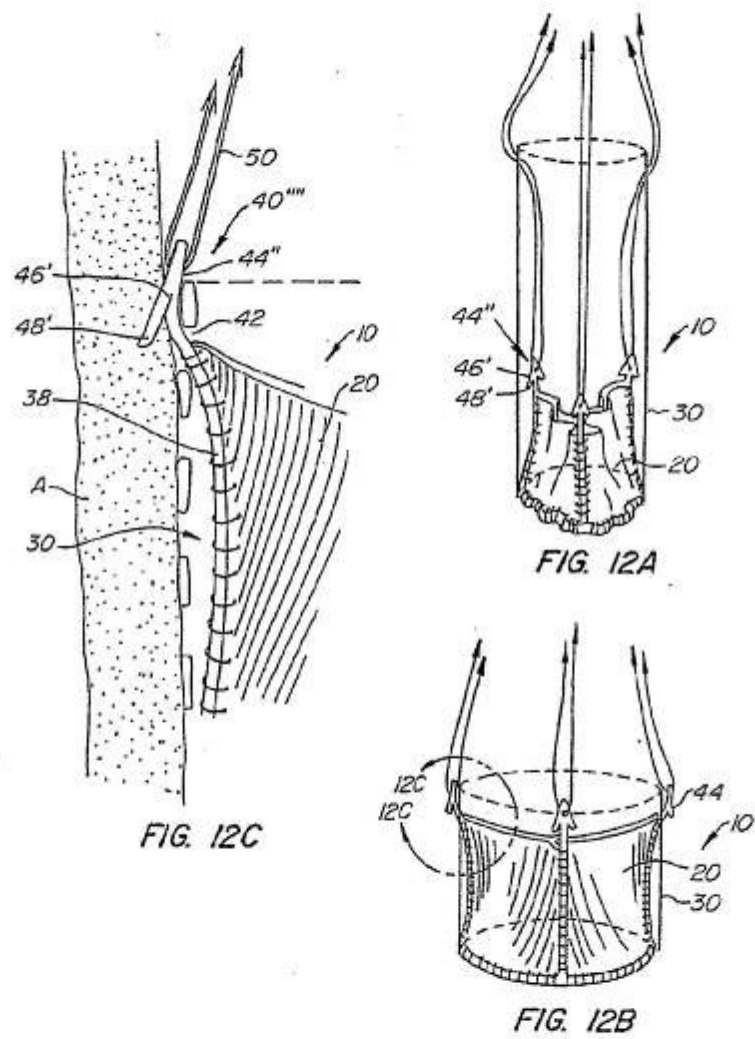


FIG. IIC



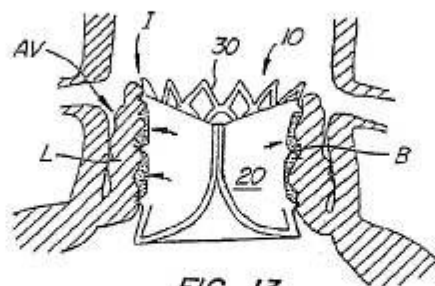


FIG. 13

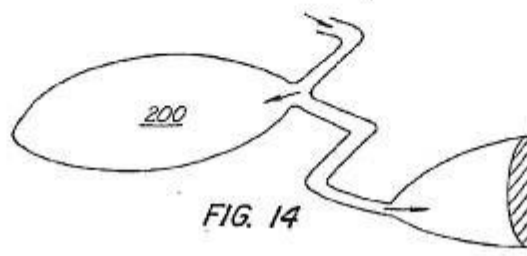


FIG. 14

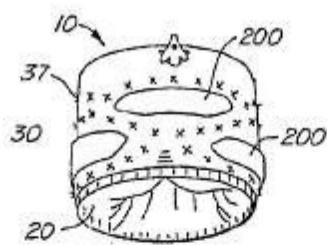


FIG. 15A

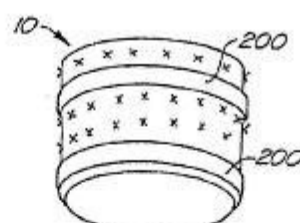


FIG. 15B

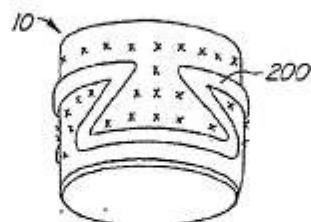
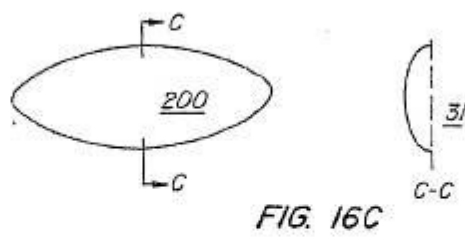
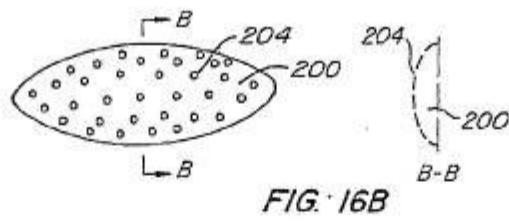
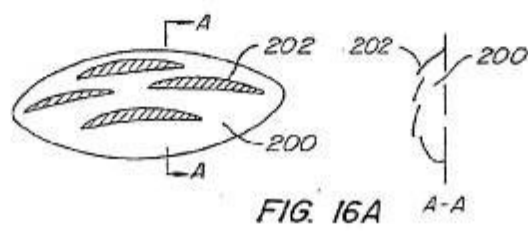
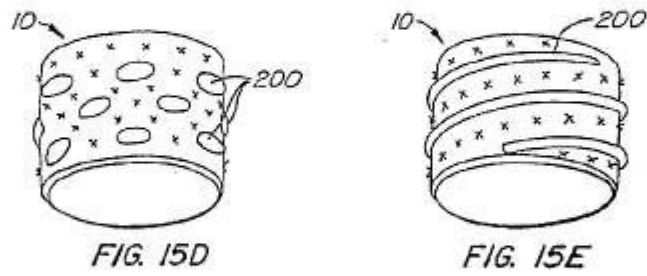


FIG. 15C



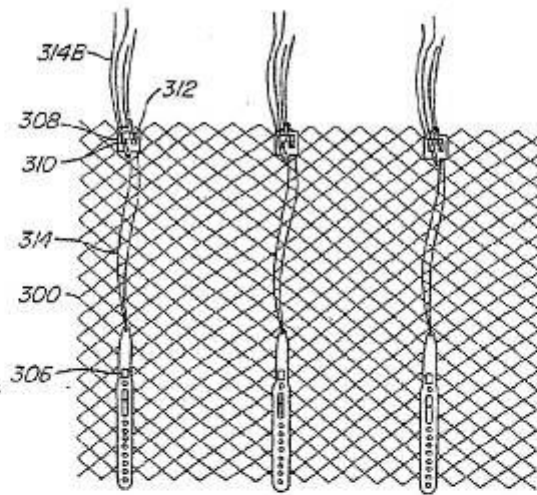


FIG. 17A

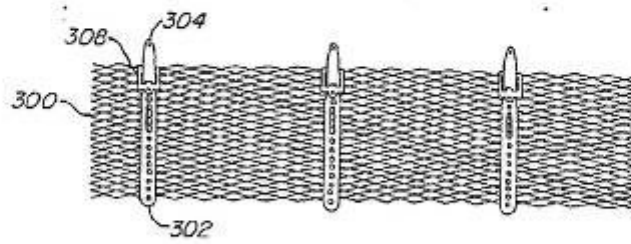


FIG. 18A

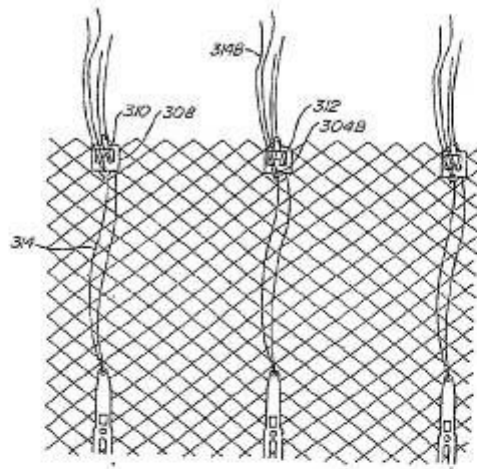


FIG. 17B

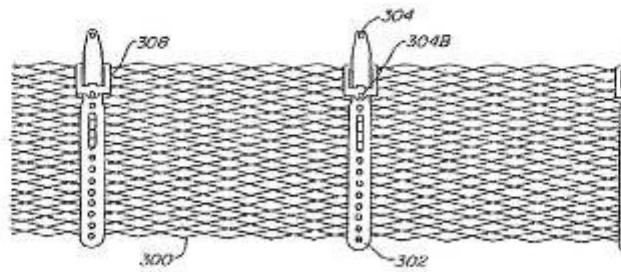
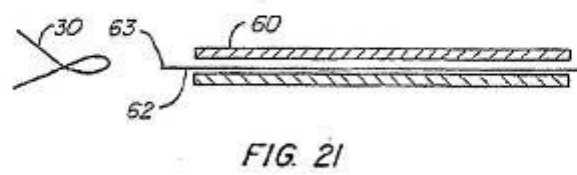
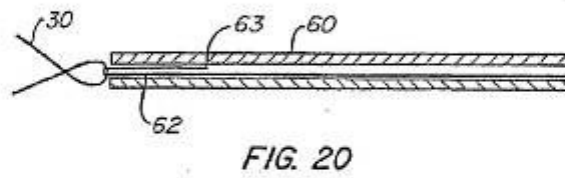
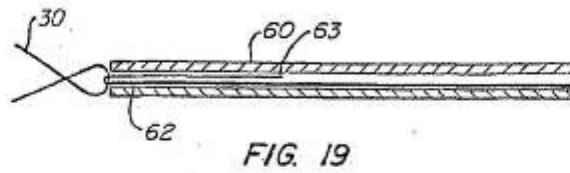


FIG. 18B



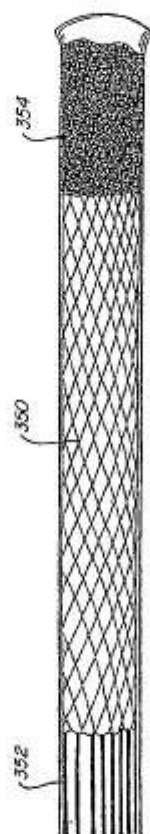


FIG. 22

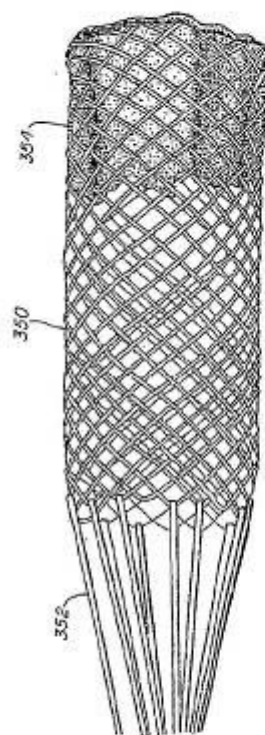


FIG. 23

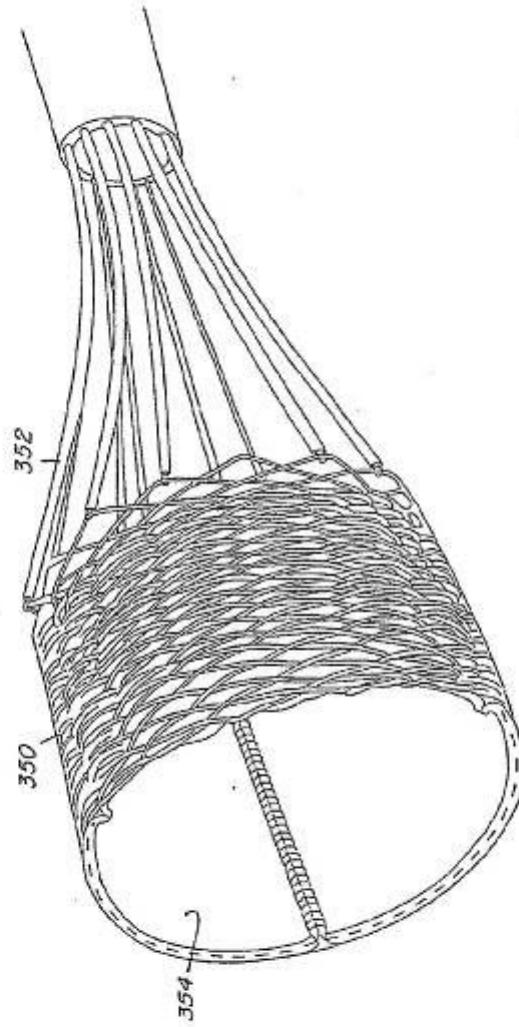


FIG. 24

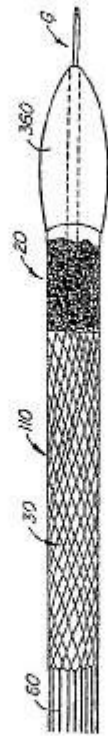


FIG. 25

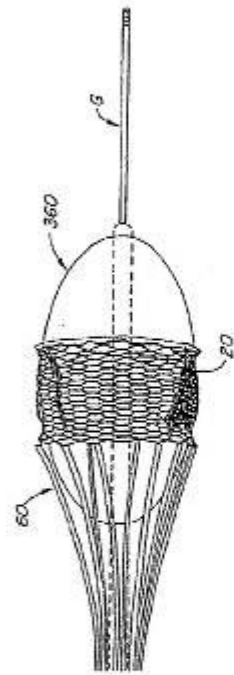
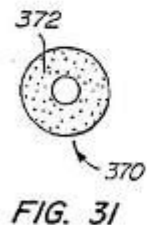
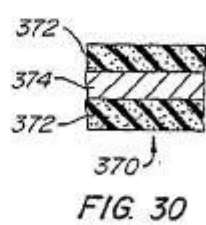
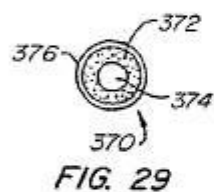
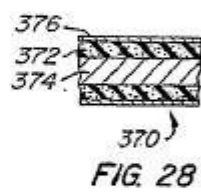
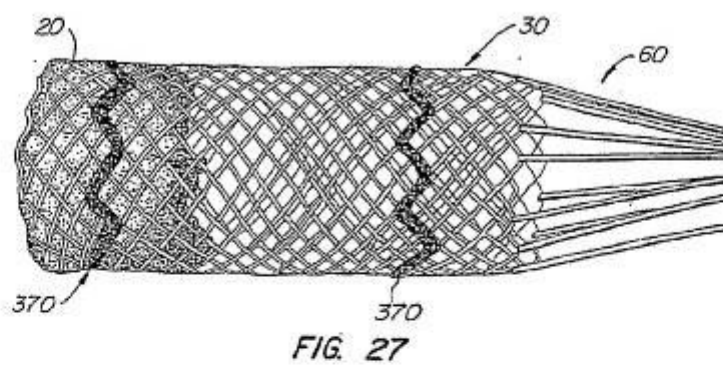


FIG. 26



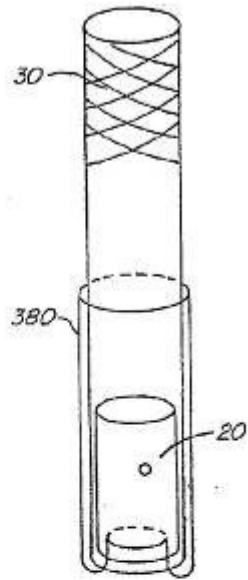


FIG. 32

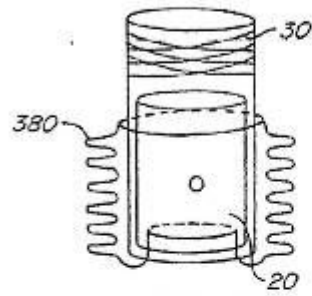


FIG. 33

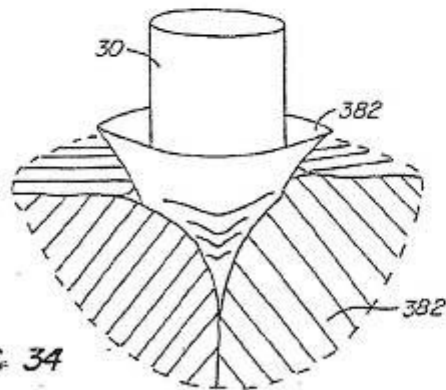
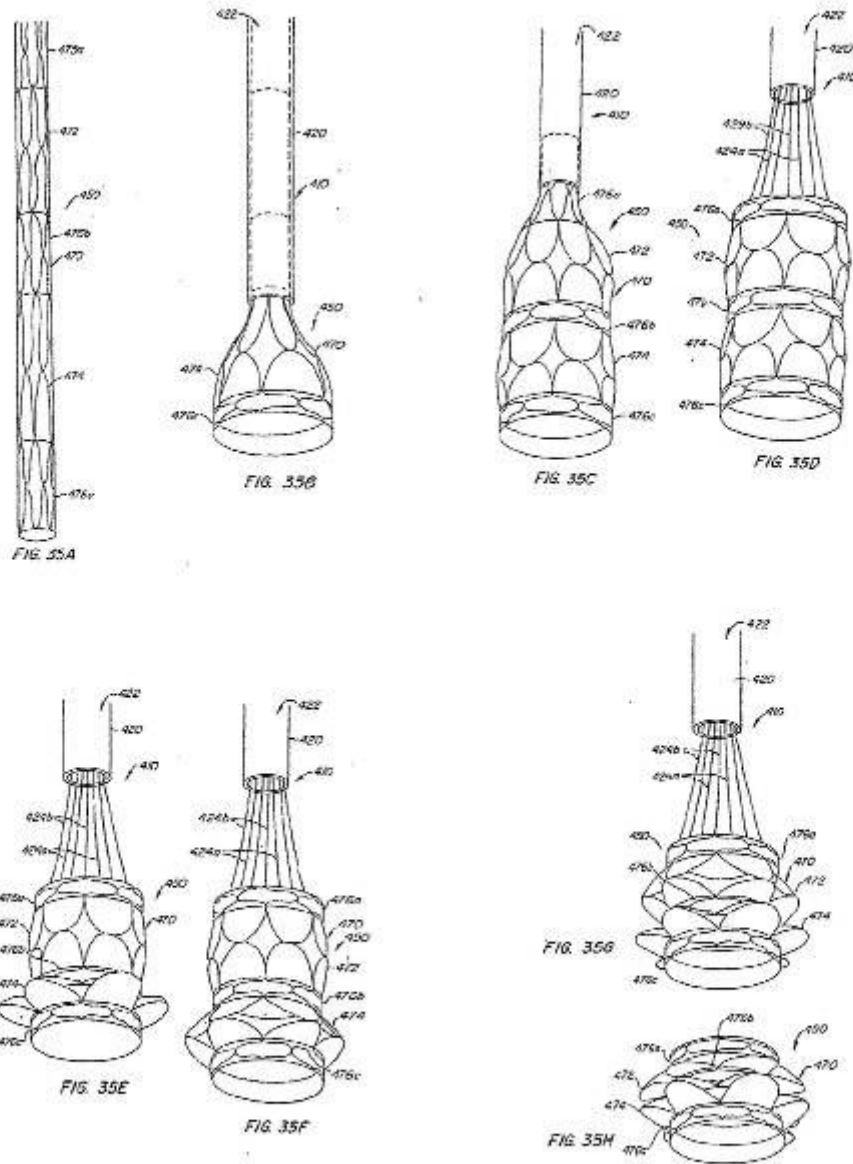
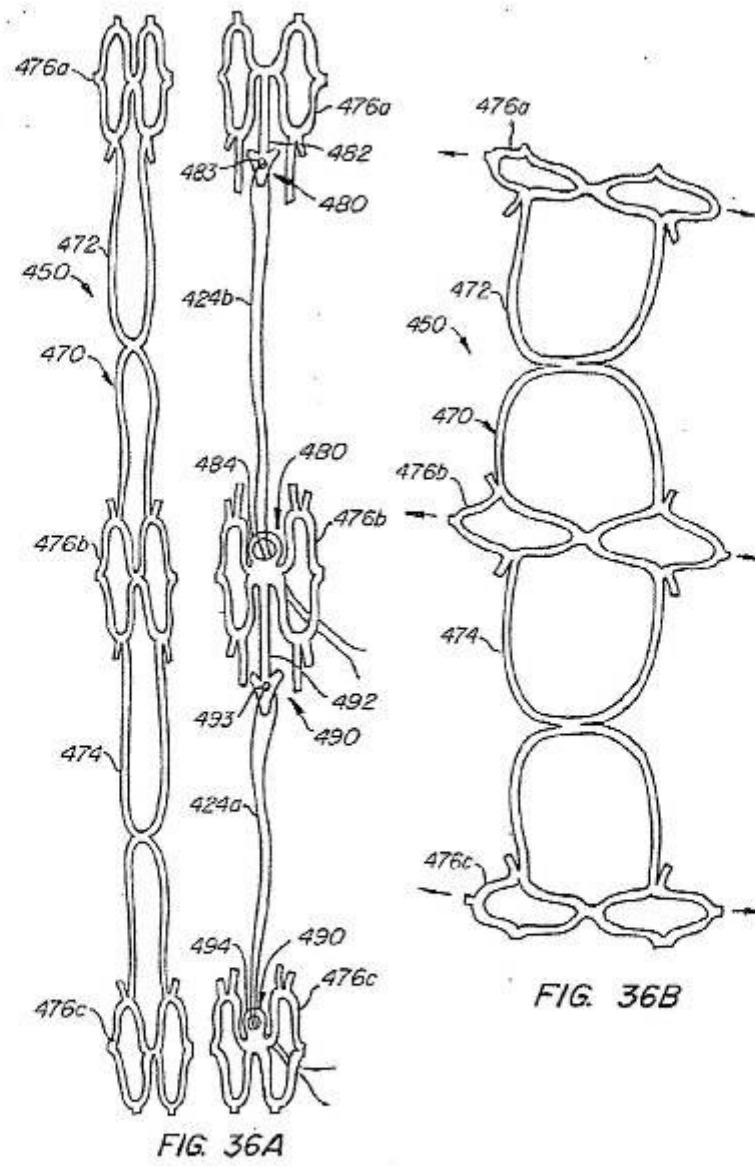
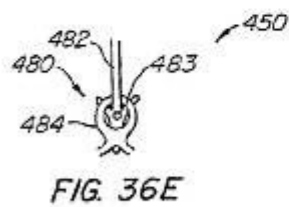
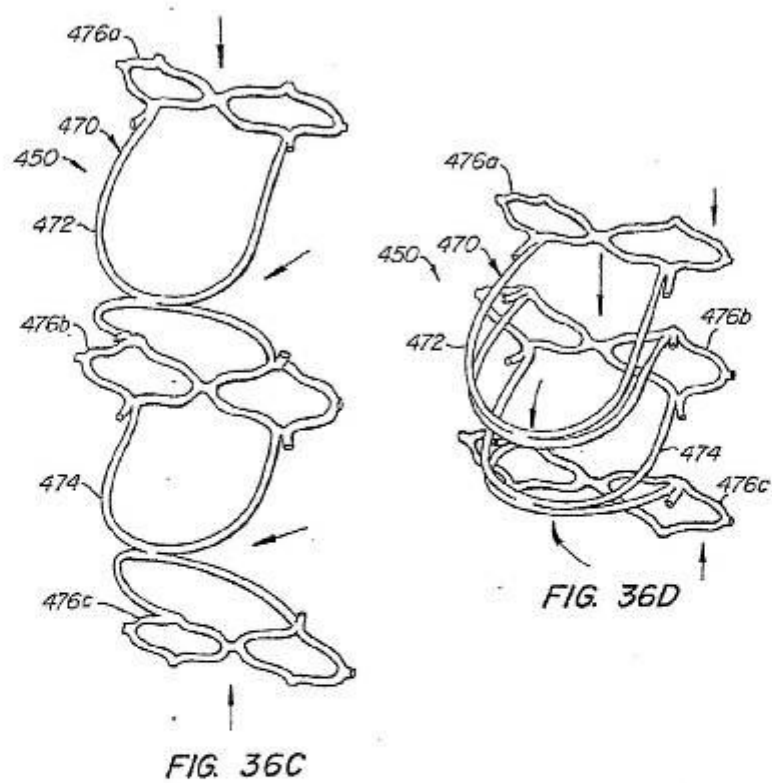


FIG. 34







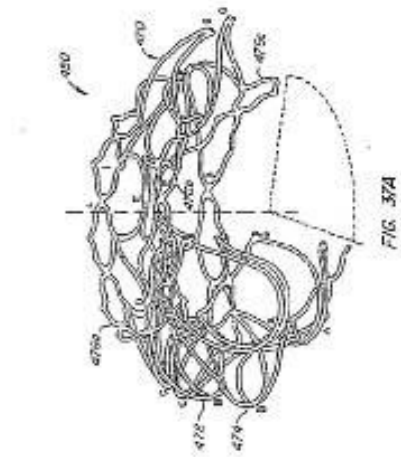


FIG. 37A

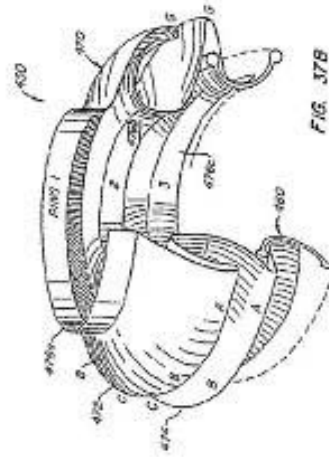


FIG. 37B

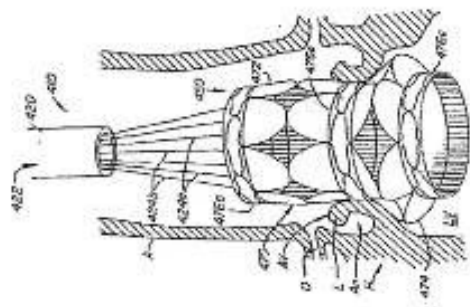


FIG. 38

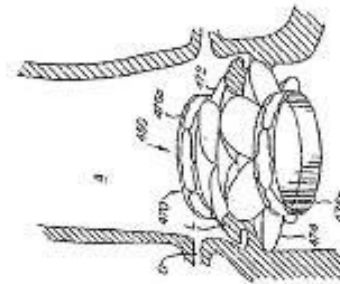


FIG. 39

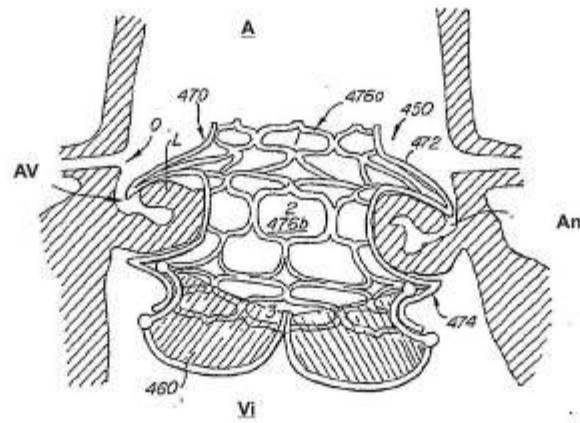


FIG. 40

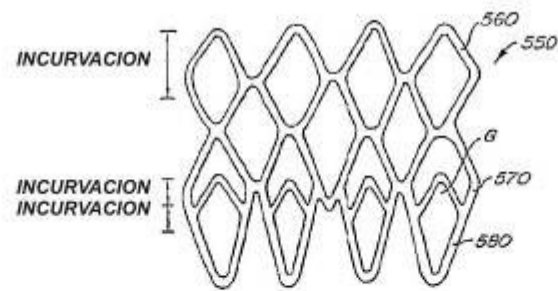


FIG. 41

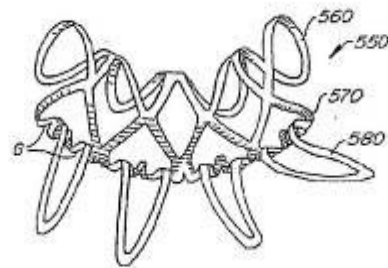


FIG. 42

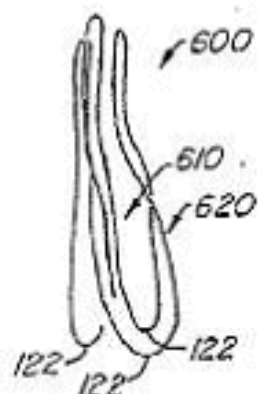


FIG. 43

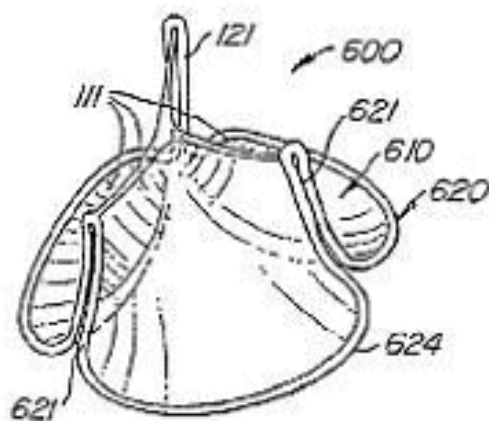


FIG. 44

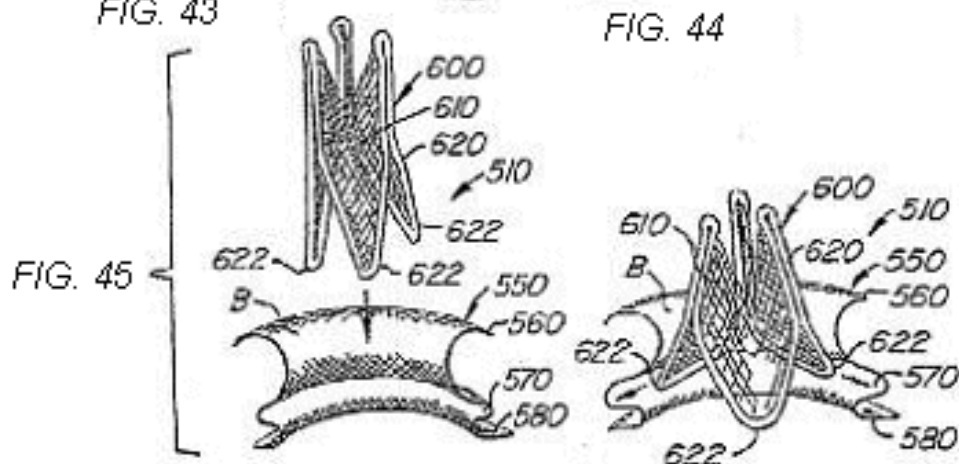


FIG. 45

FIG. 46

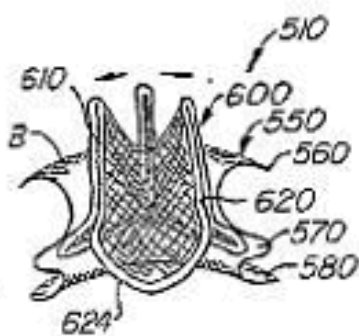


FIG. 47

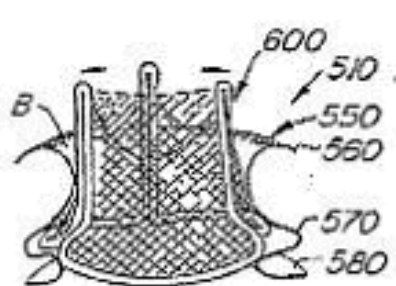
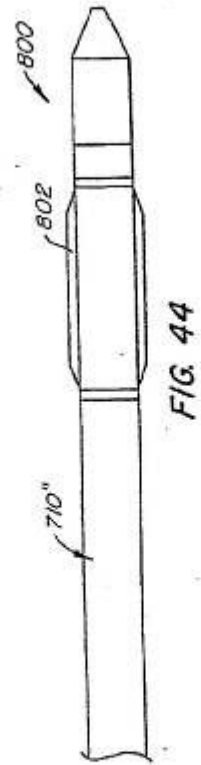
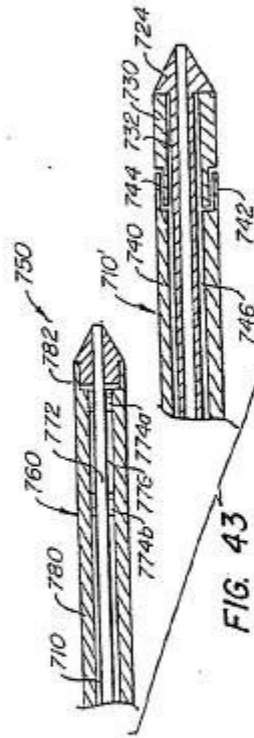
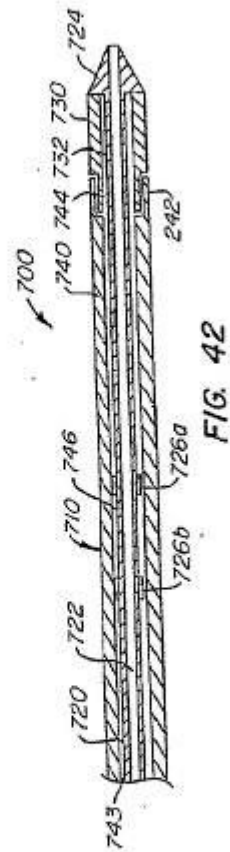


FIG. 48



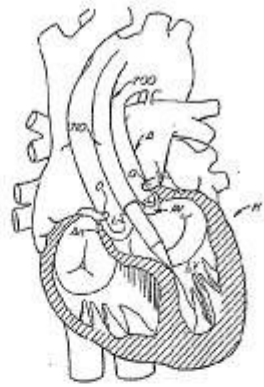


FIG. 45A

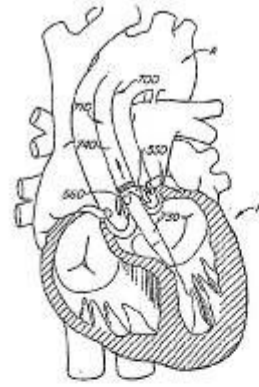


FIG. 45B

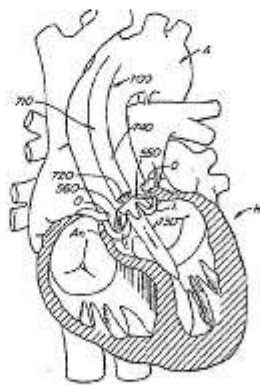


FIG. 45C

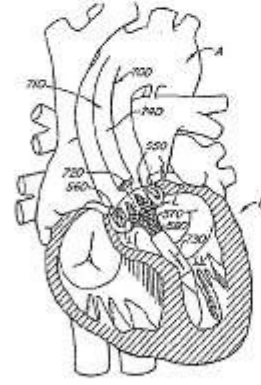


FIG. 45D

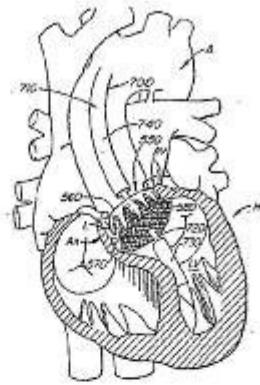


FIG. 45E

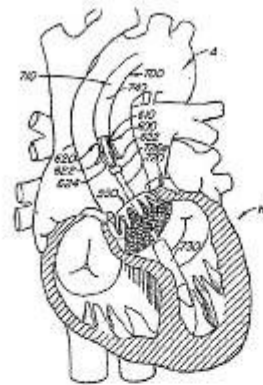


FIG. 45F

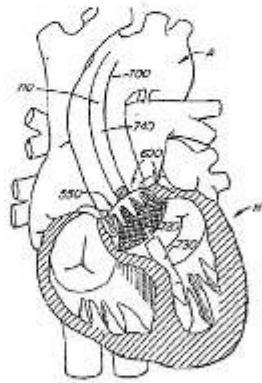


FIG. 45G

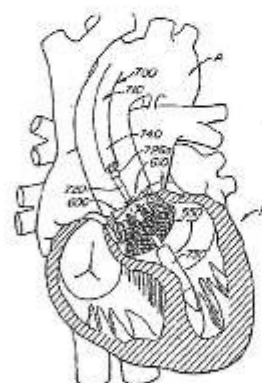


FIG. 45H

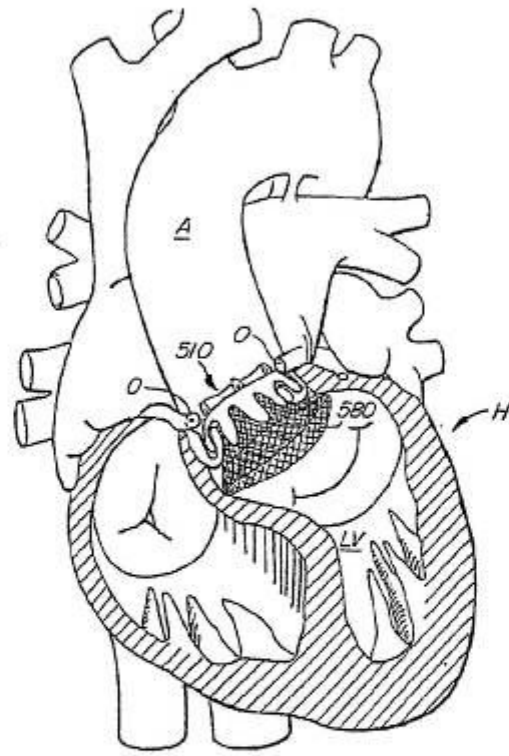
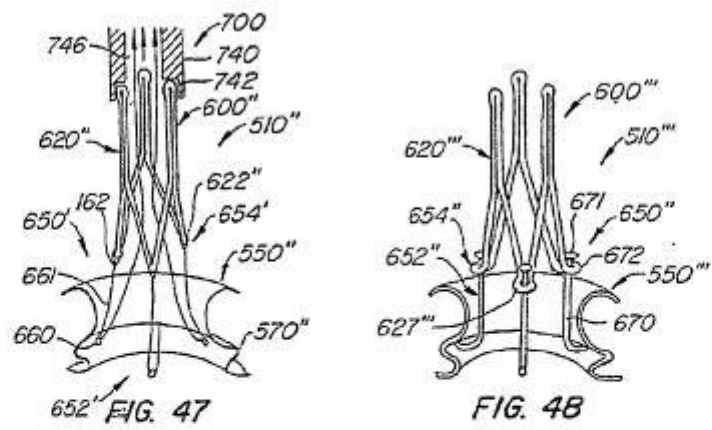
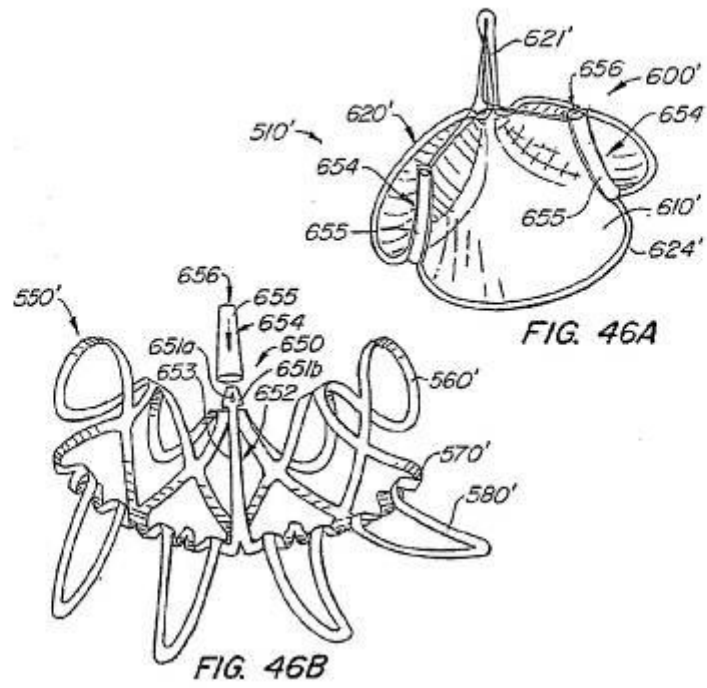


FIG. 45I



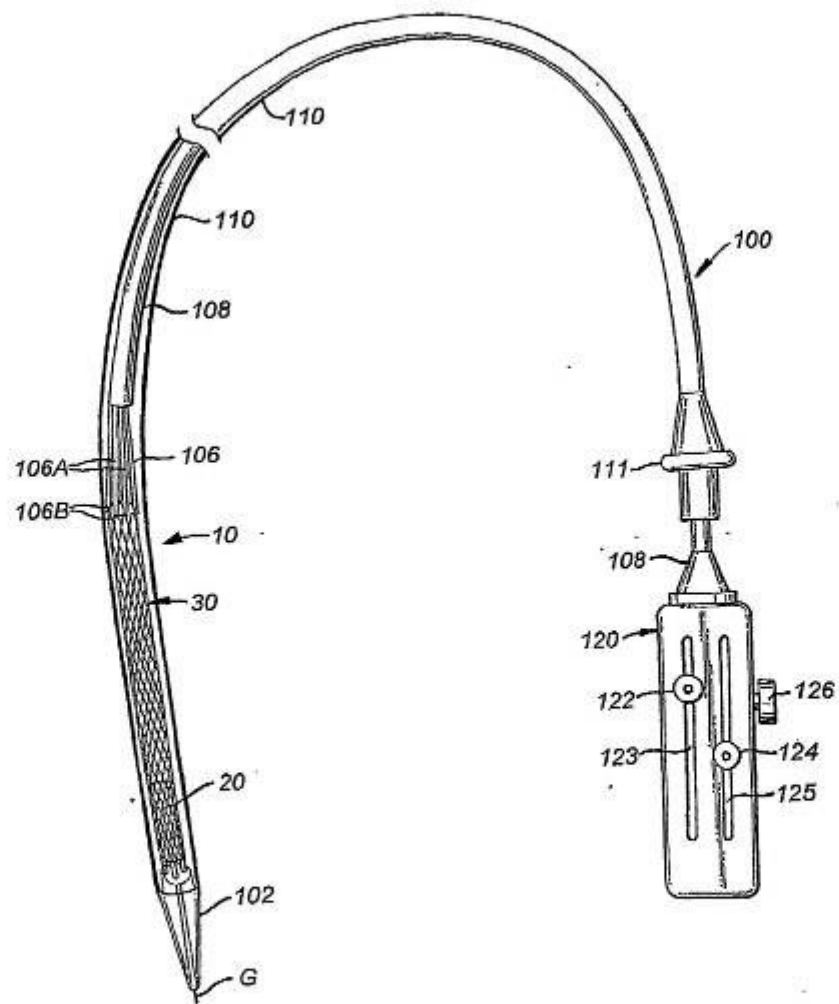


FIG. 49A

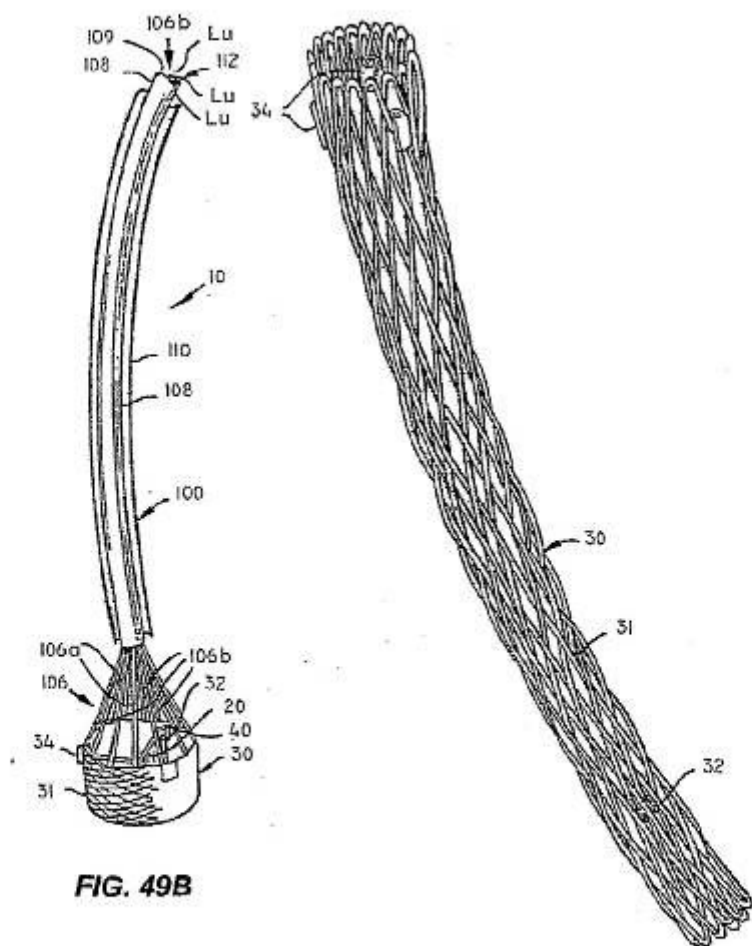


FIG. 49B

FIG. 50A

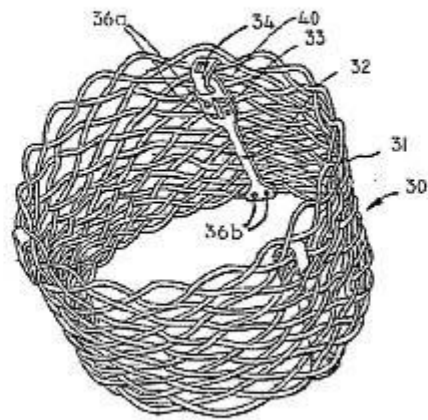


FIG. 50B

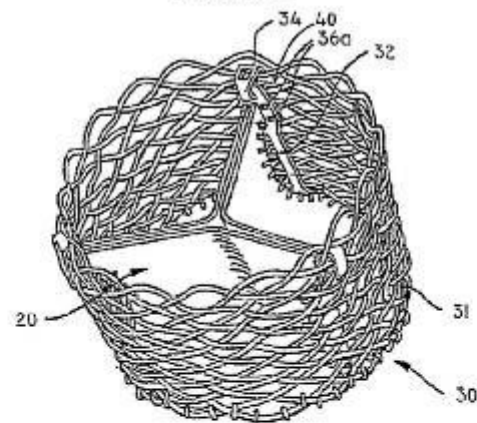


FIG. 50C

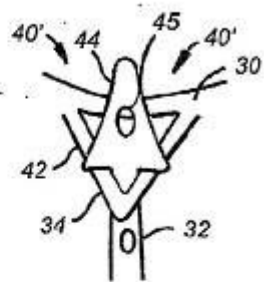


FIG. 50D

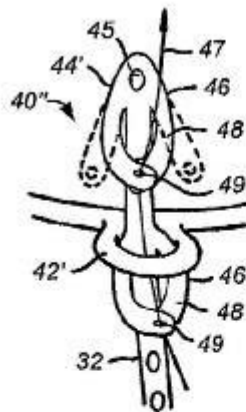


FIG. 50E

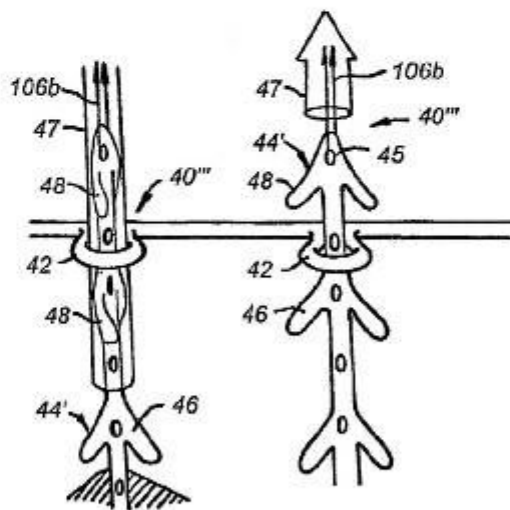


FIG. 50F

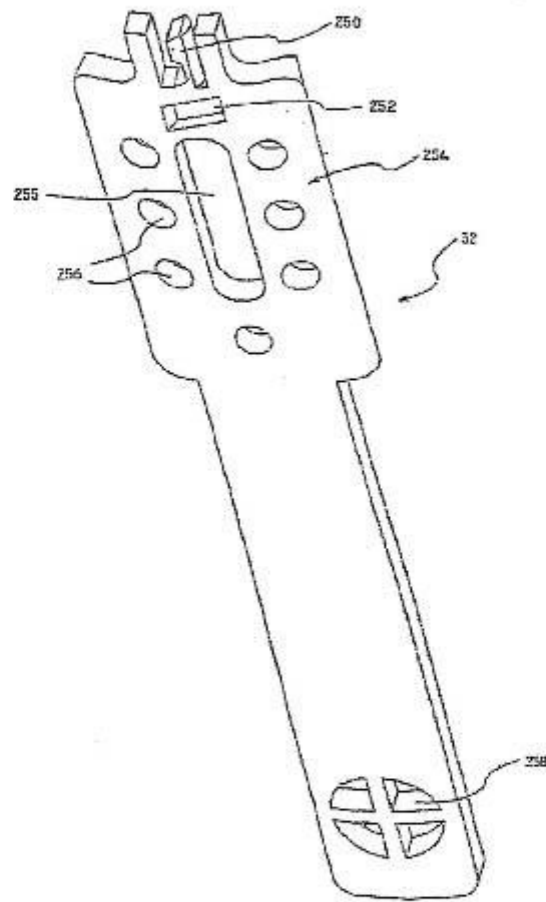


FIG. 51

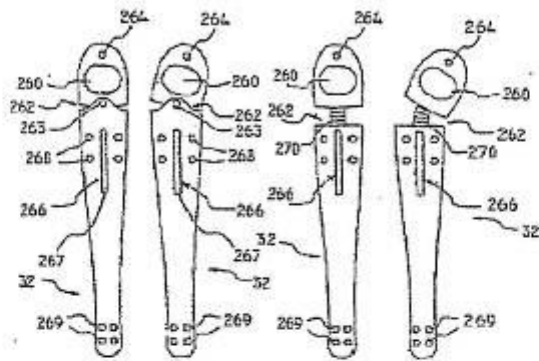


FIG. 52A **FIG. 52B** **FIG. 53A** **FIG. 53B**

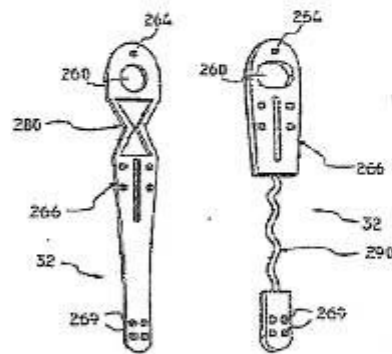
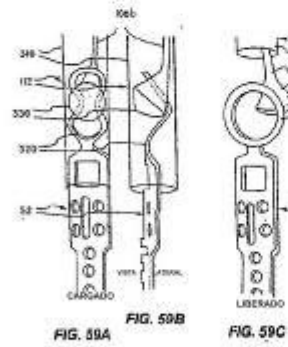
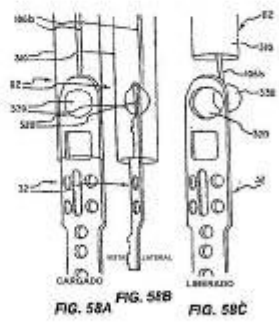
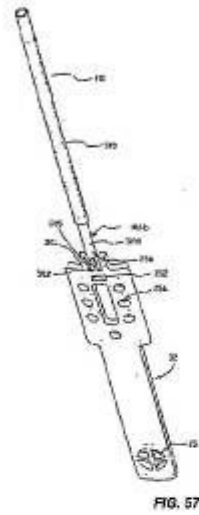
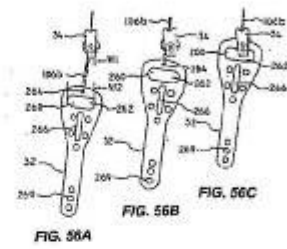
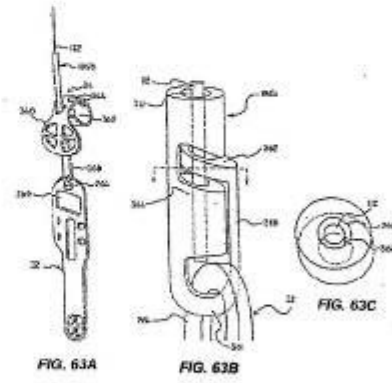
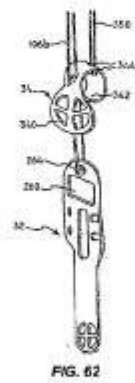
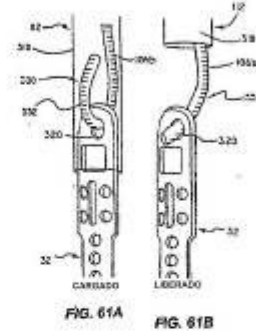
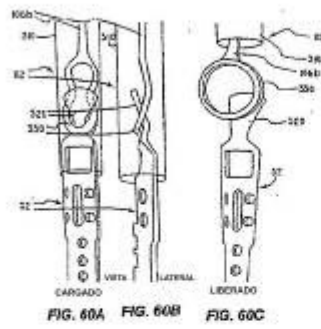


FIG. 54 **FIG. 55**





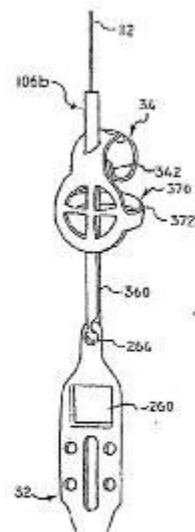


FIG. 64

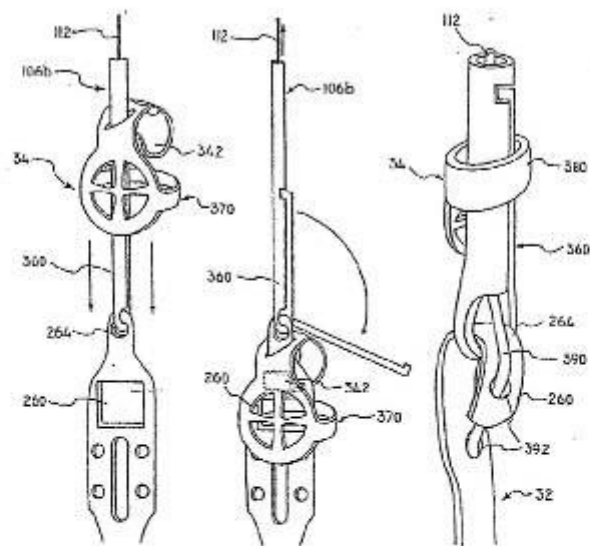


FIG. 65A

FIG. 65B

FIG. 66

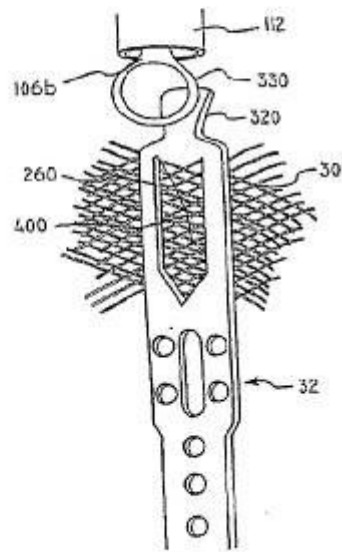


FIG. 67A

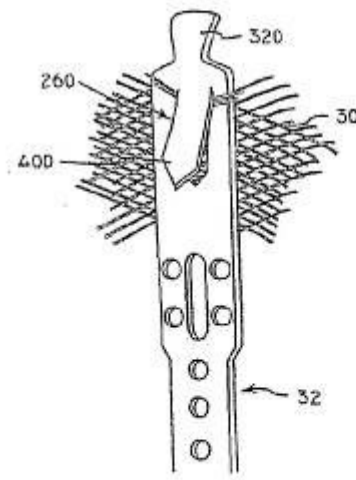
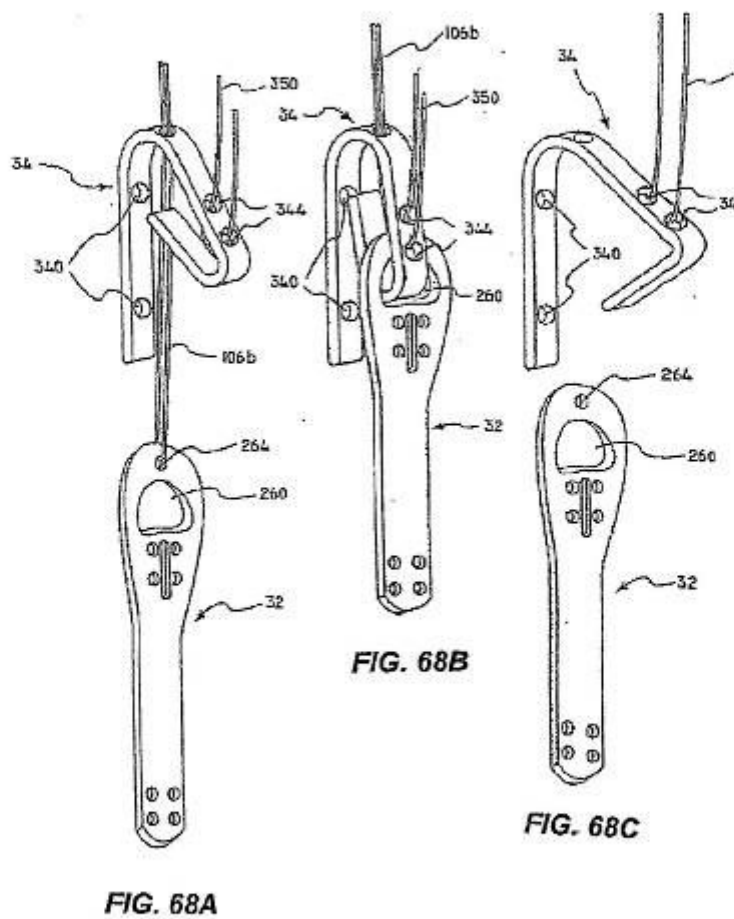
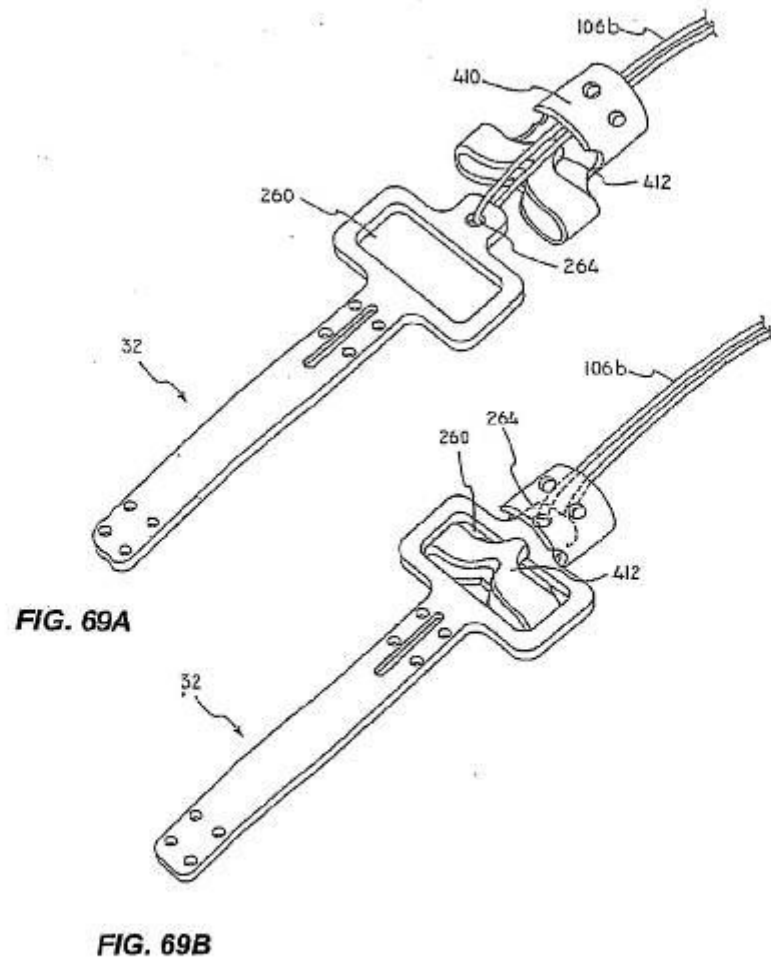
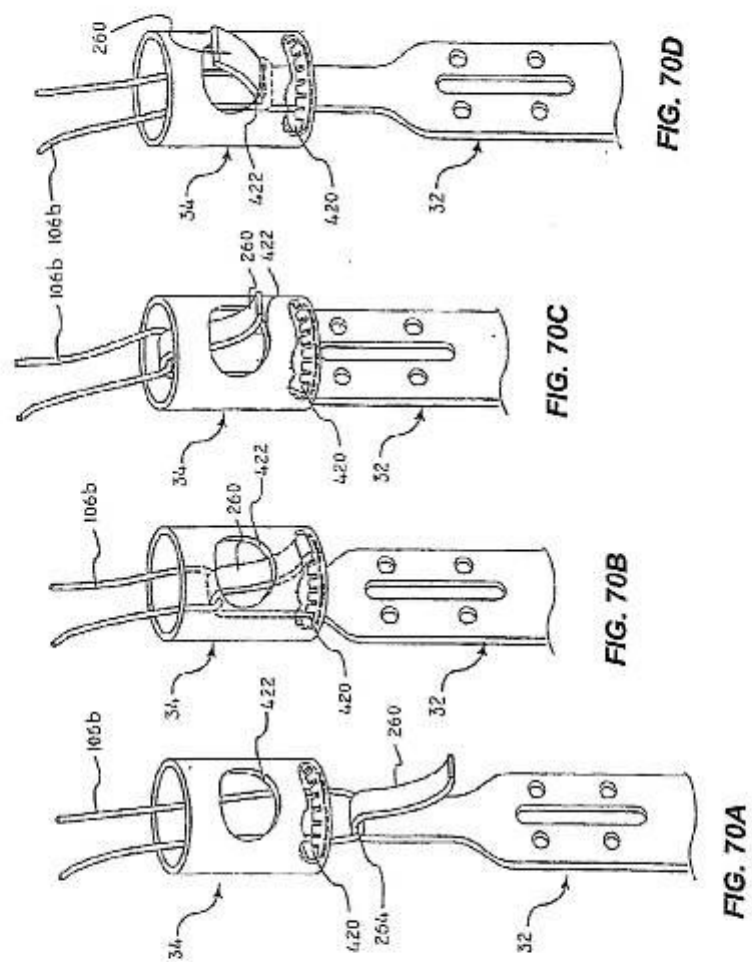
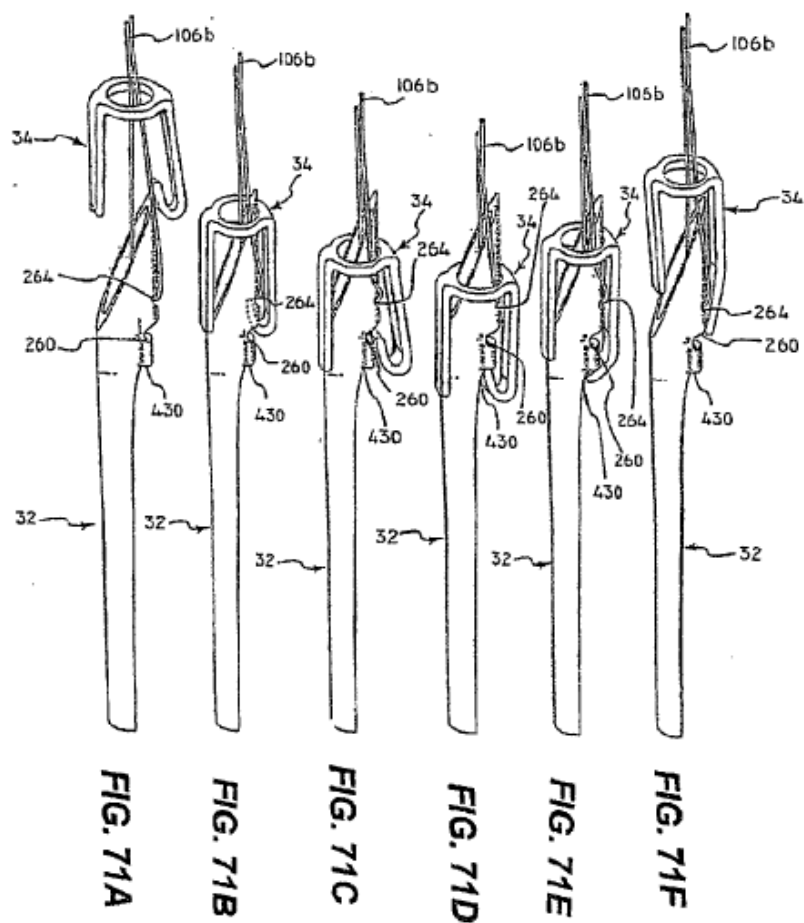


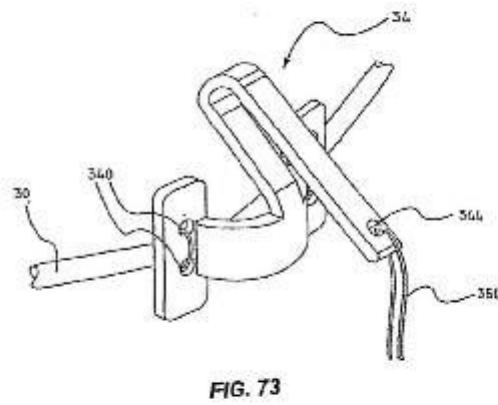
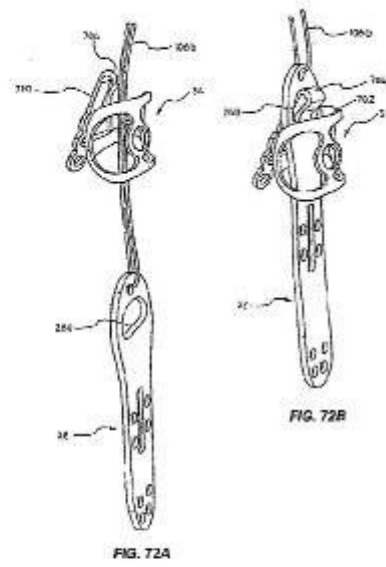
FIG. 67B

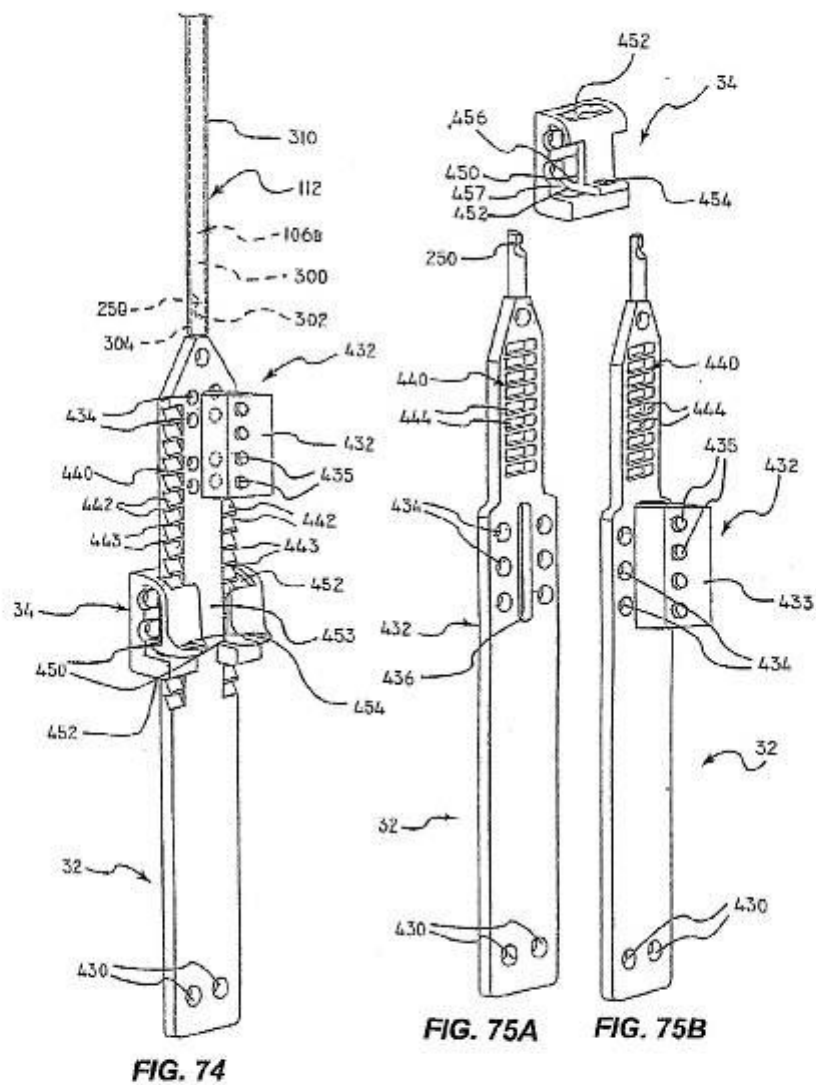


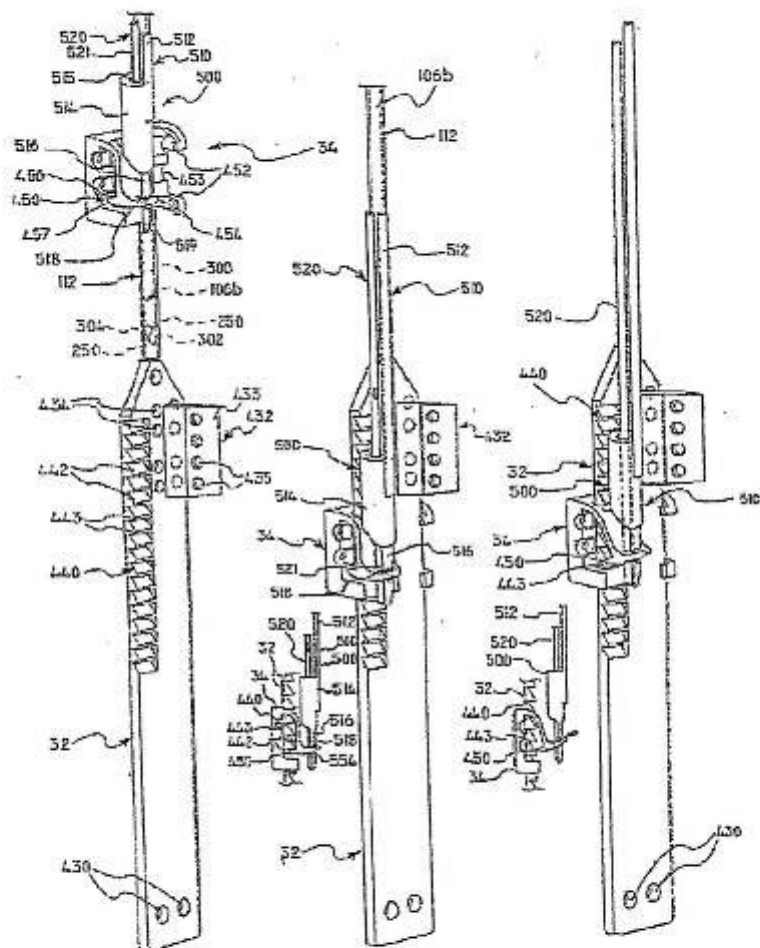


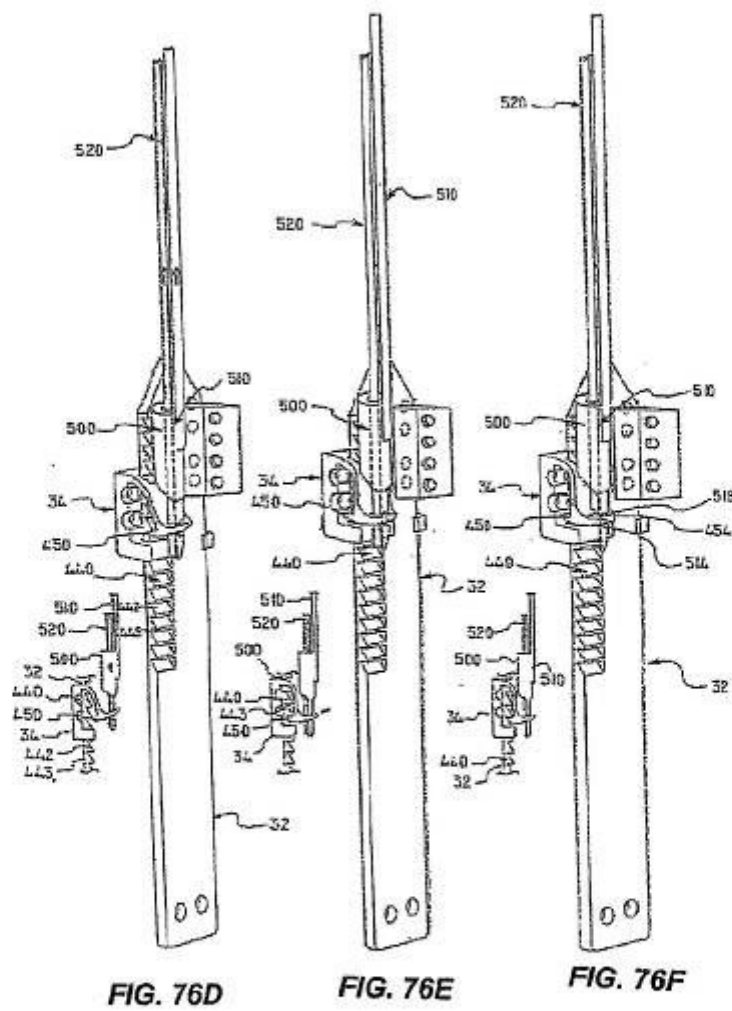


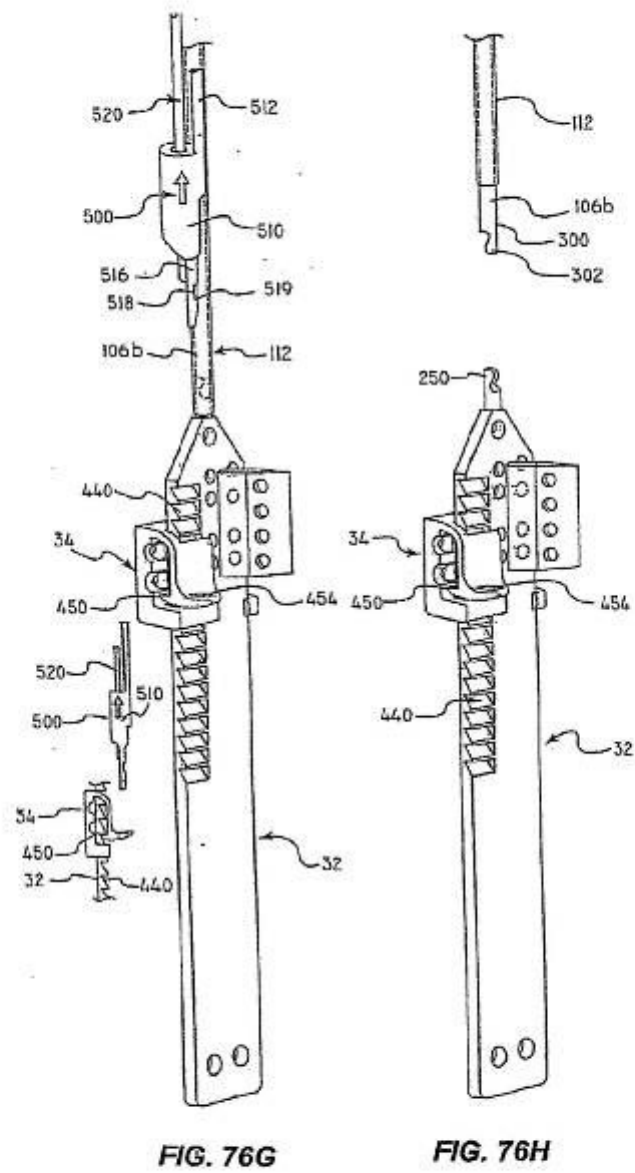


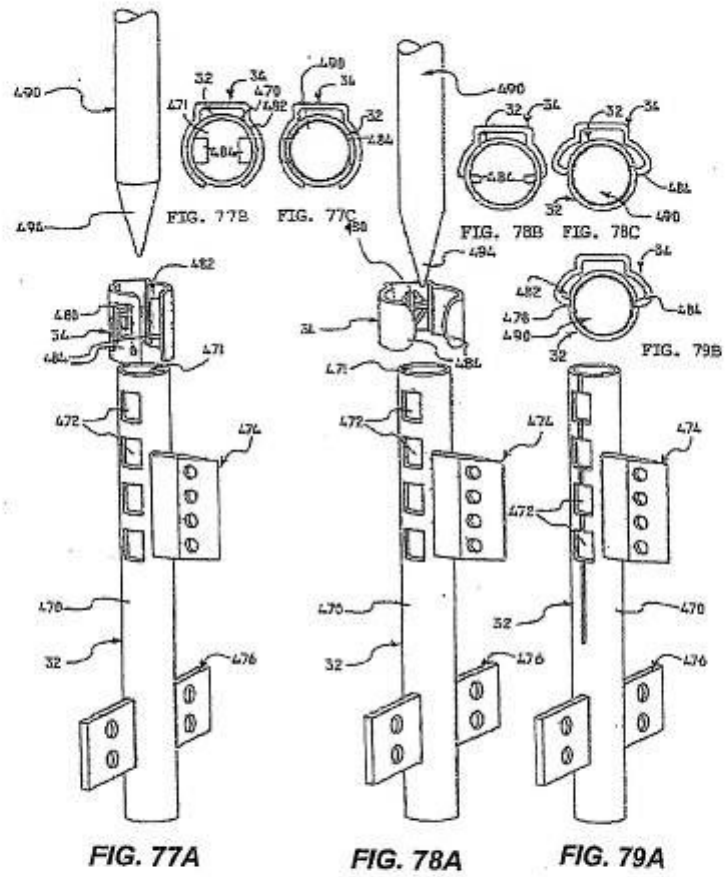


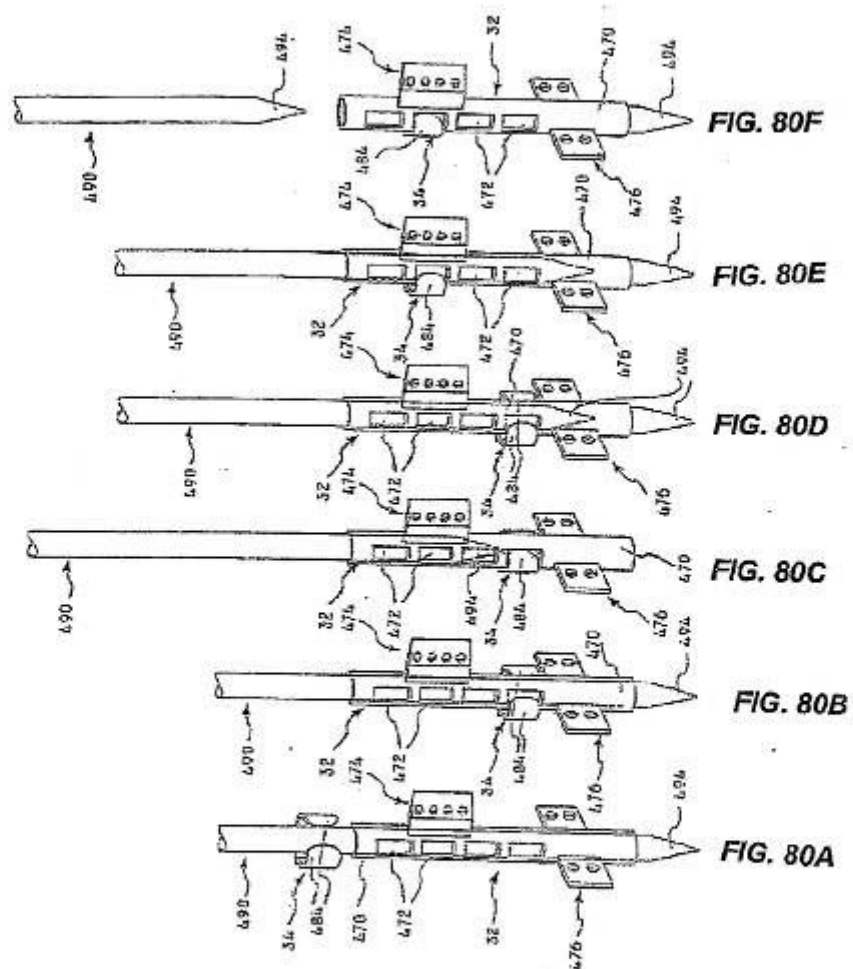


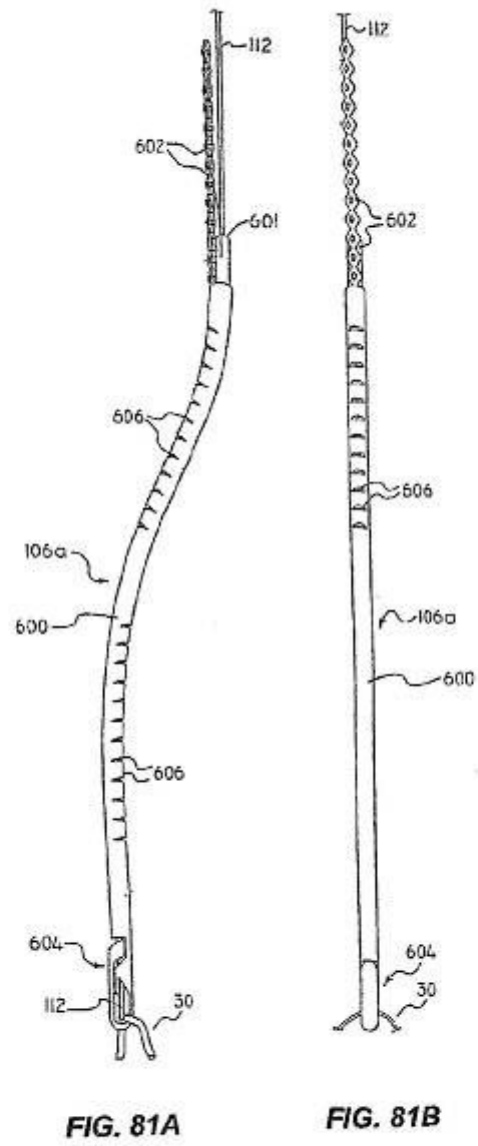


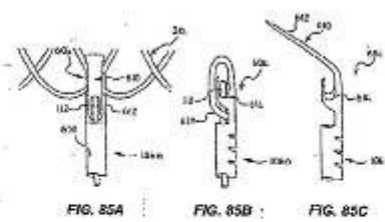
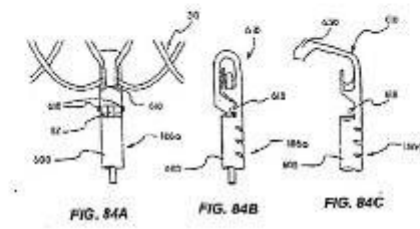
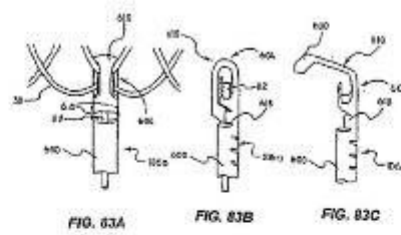
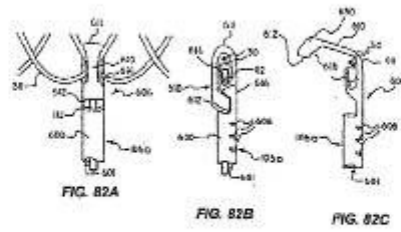


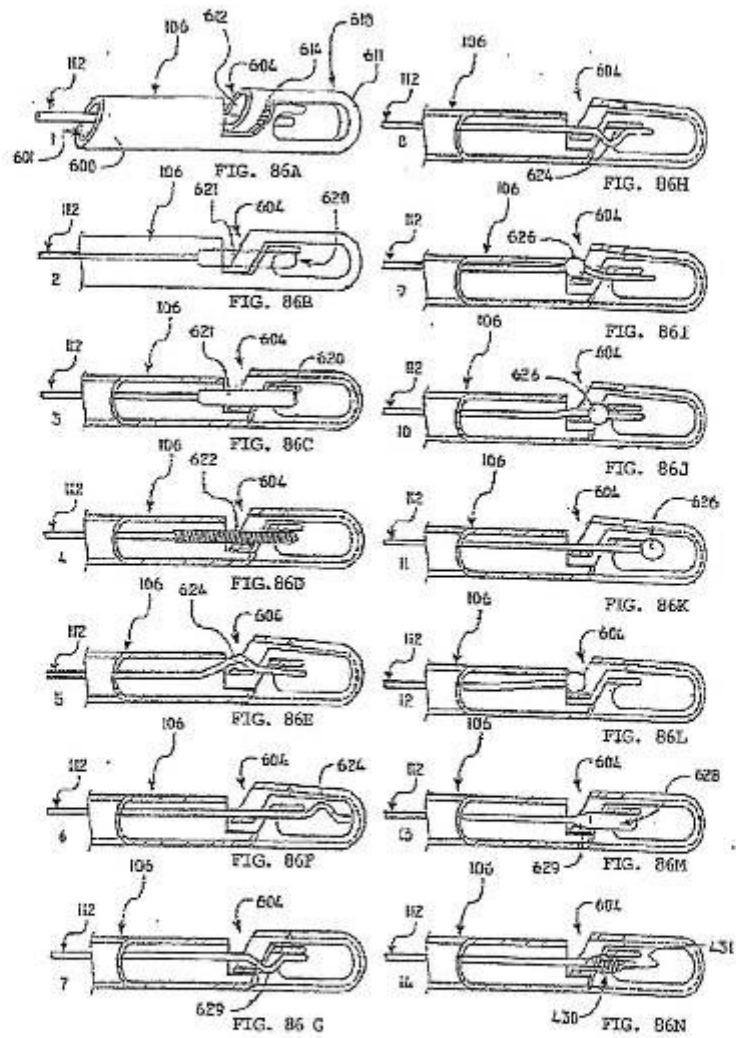


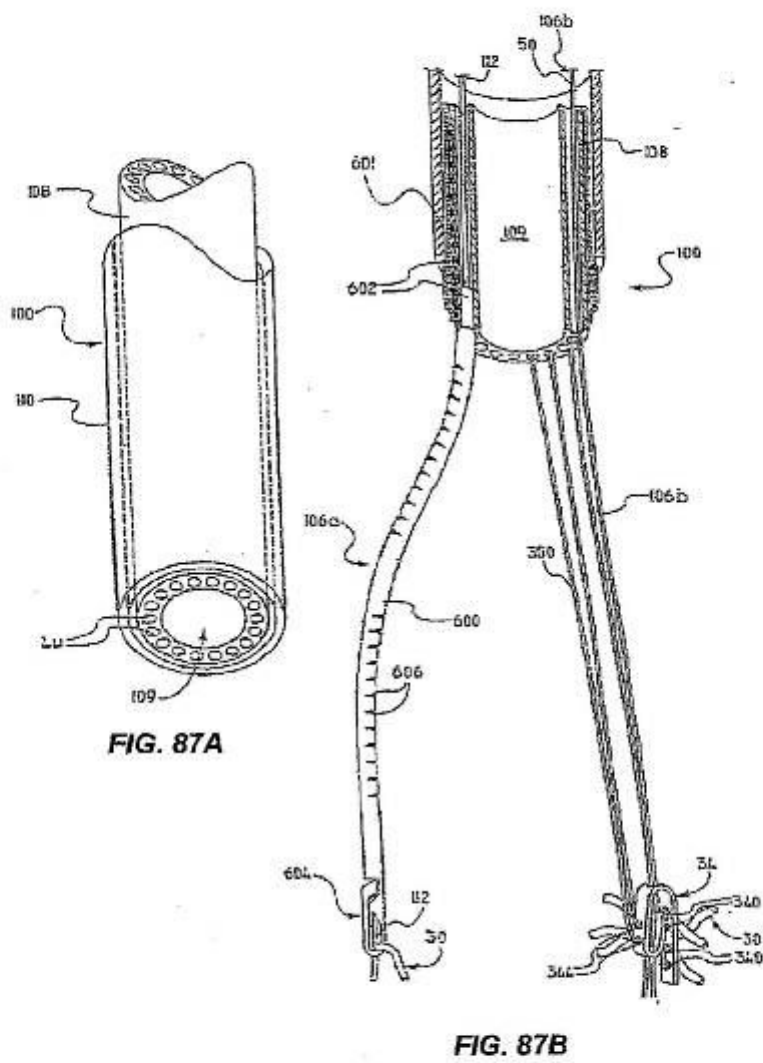












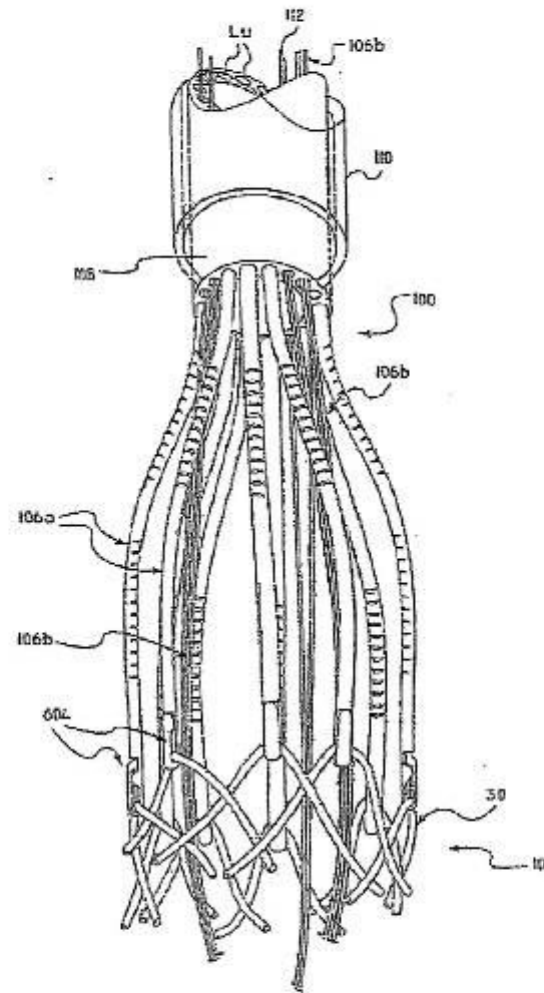


FIG. 88A

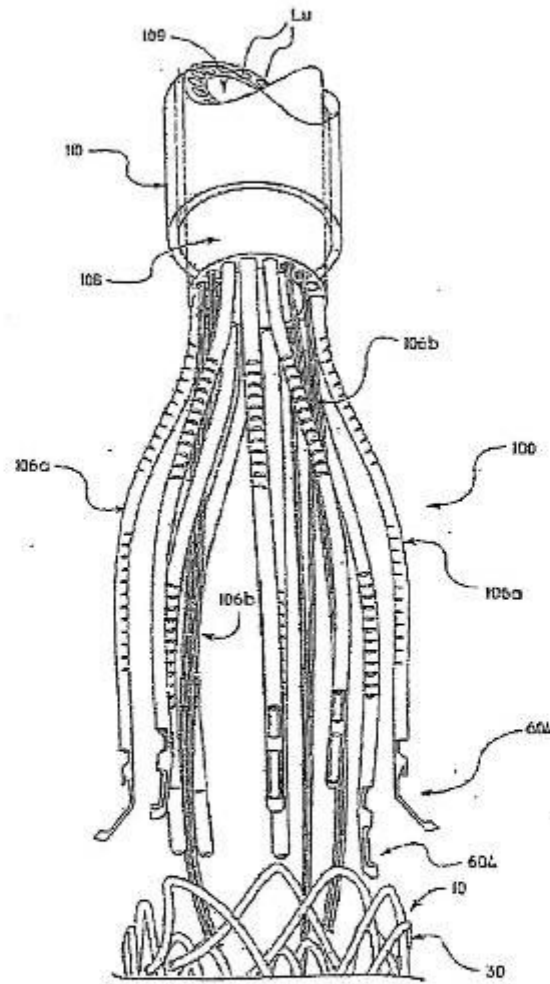


FIG. 88B

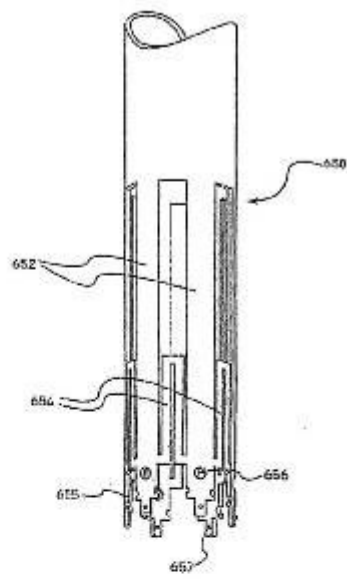


FIG. 89A

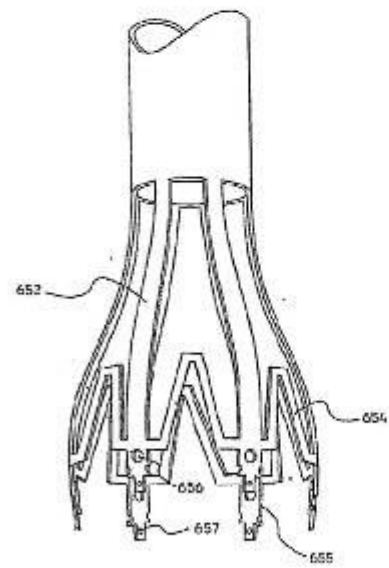


FIG. 89B

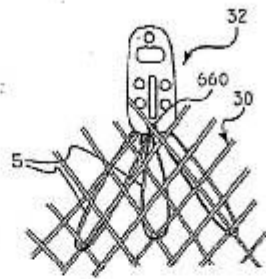


FIG. 90A

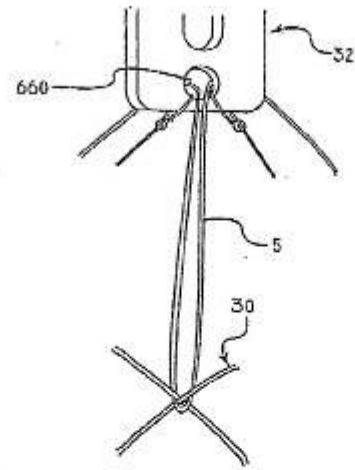


FIG. 90B

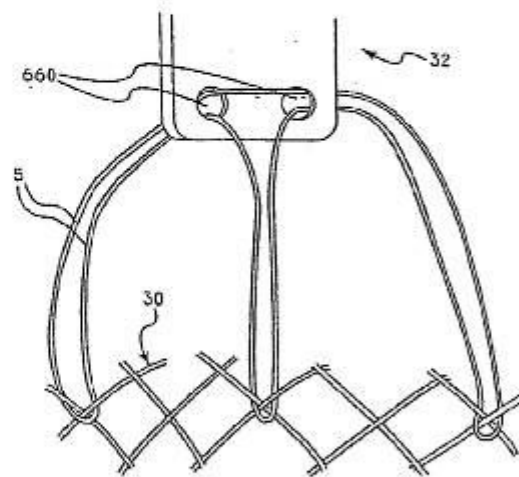


FIG. 90C

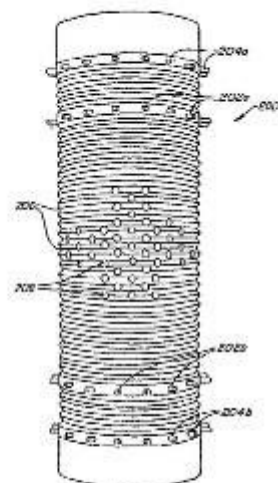


FIG. 91

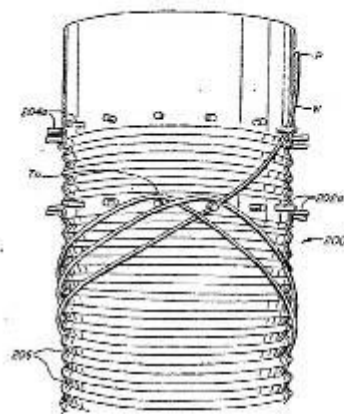


FIG. 92A

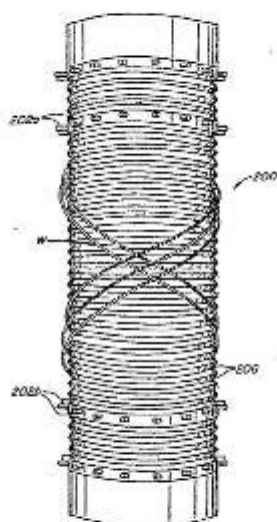


FIG. 92B

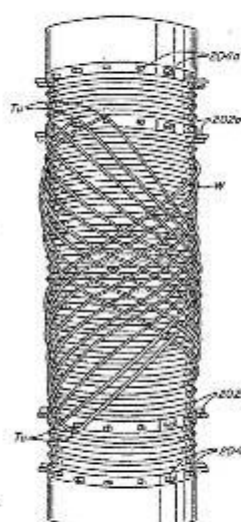


FIG. 92C

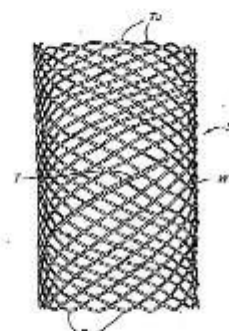
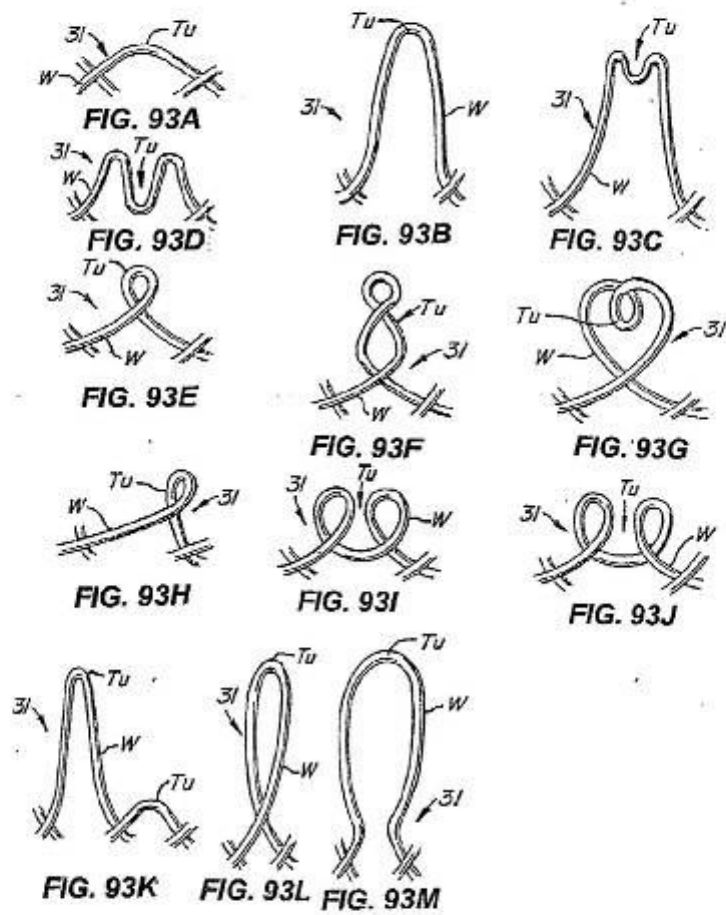


FIG. 92D



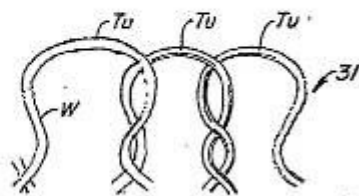


FIG. 93N

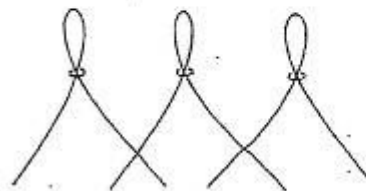


FIG. 93O

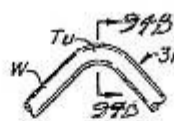


FIG. 94A

FIG. 94B

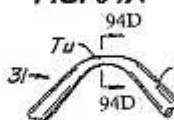


FIG. 94C

FIG. 94D FIG. 94E



FIG. 95A

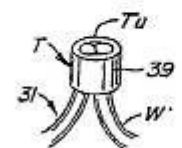


FIG. 95B

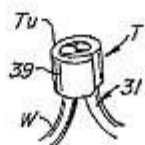


FIG. 95C

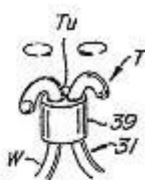


FIG. 95D

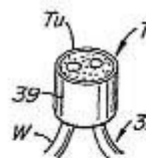


FIG. 95E

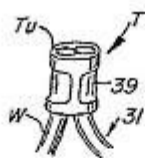


FIG. 95F

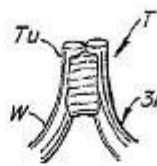


FIG. 95G

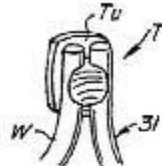


FIG. 95H

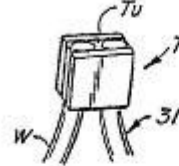


FIG. 95I

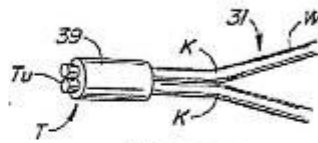


FIG. 95J

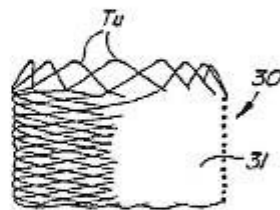


FIG. 96A

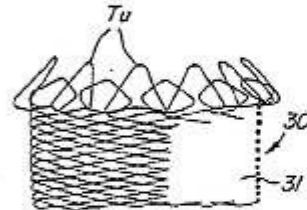


FIG. 96B

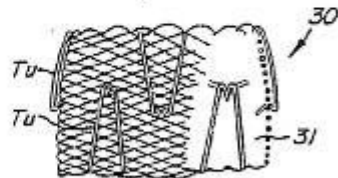


FIG. 97A

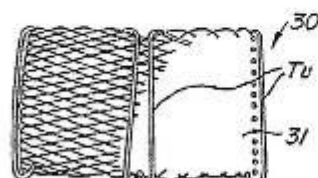


FIG. 97B

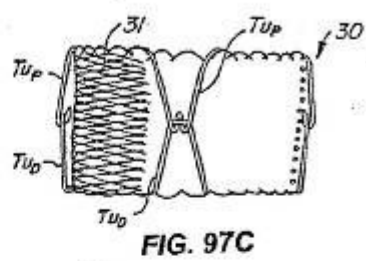


FIG. 97C

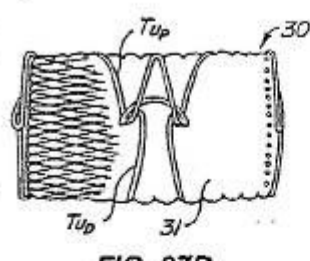


FIG. 97D

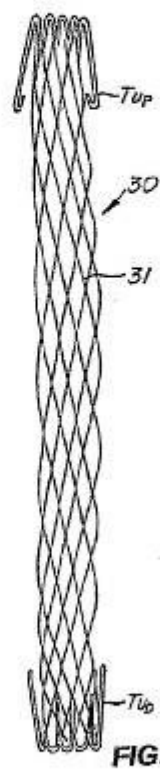


FIG. 97E

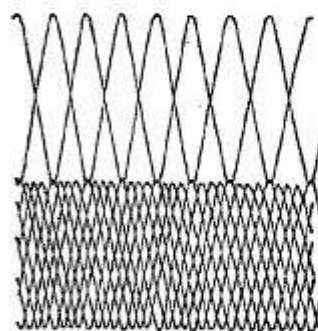


FIG. 98A

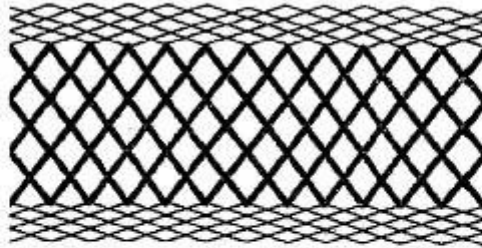


FIG. 98B

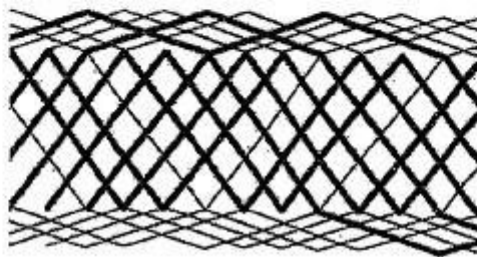


FIG. 98C

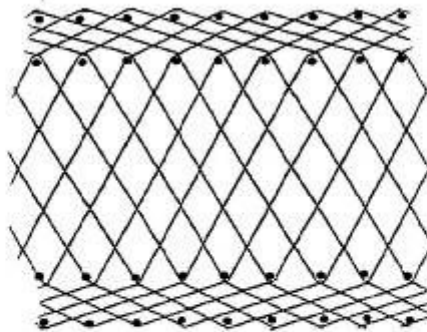


FIG. 98D

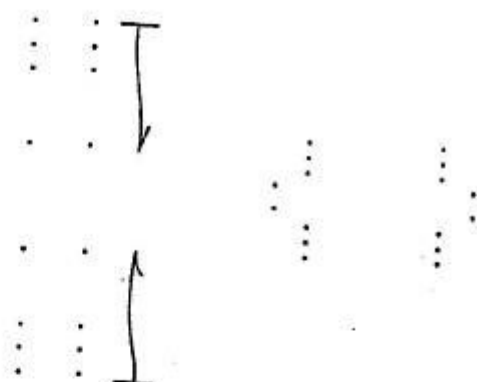


FIG. 99A

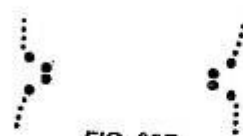


FIG. 99B

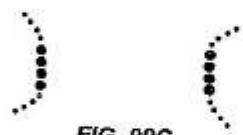


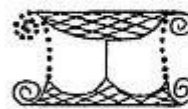
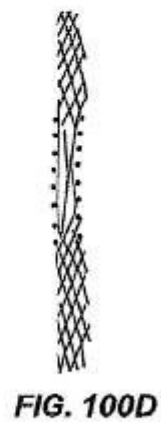
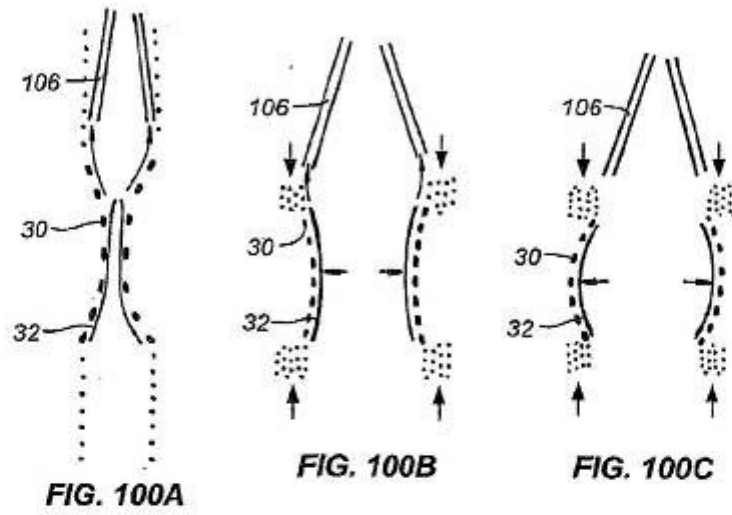
FIG. 99C



FIG. 99D



FIG. 99E



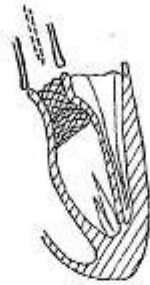


FIG. 101A



FIG. 101B



FIG. 102A

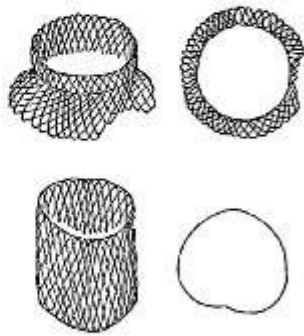


FIG. 102B

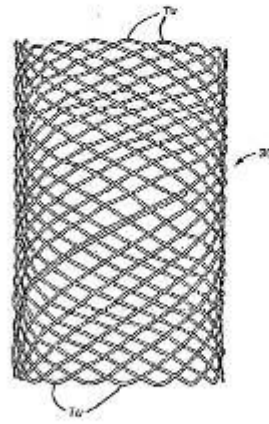
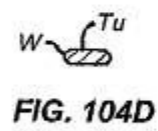
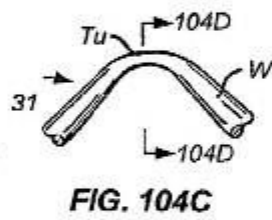
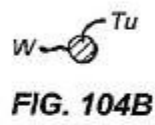
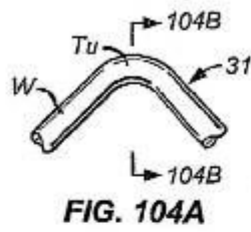


FIG. 103



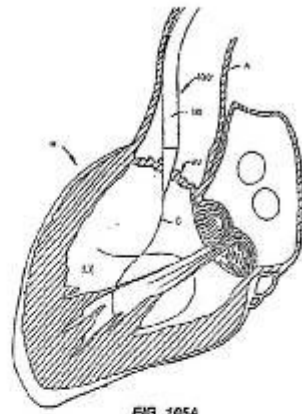


FIG. 105A

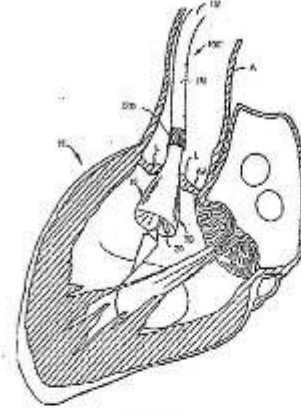


FIG. 105B

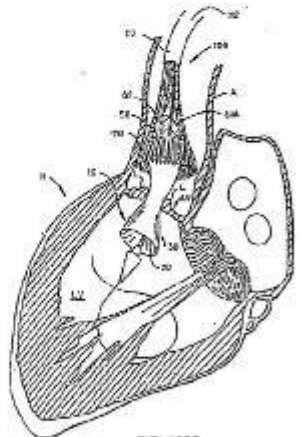


FIG. 105C

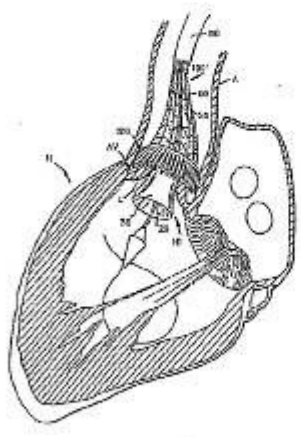


FIG. 105D

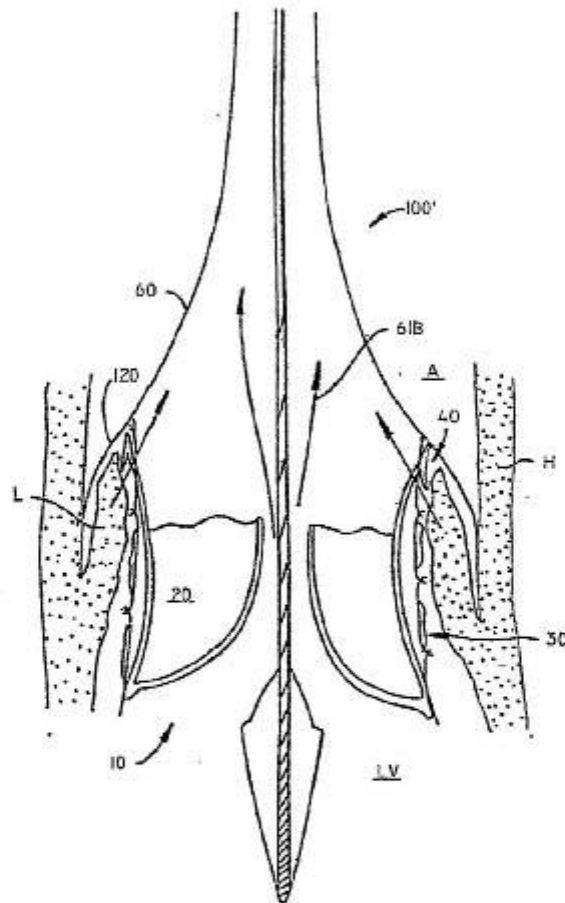


FIG. 105E

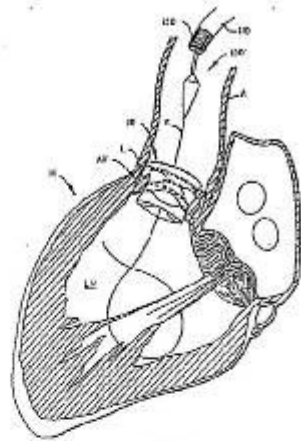


FIG. 105F :

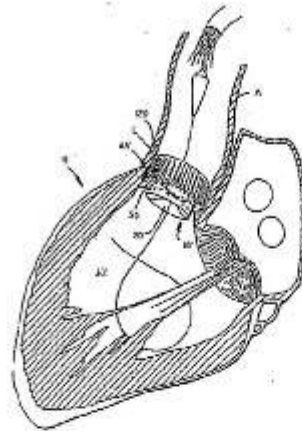


FIG. 106

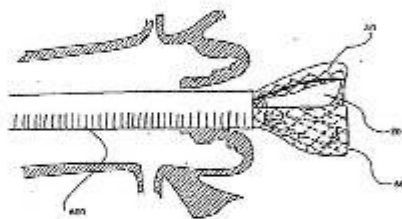


FIG. 107A

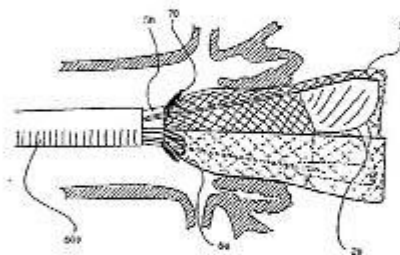


FIG. 107B

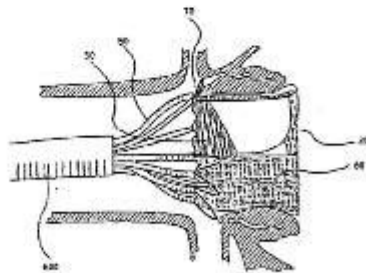


FIG. 107C

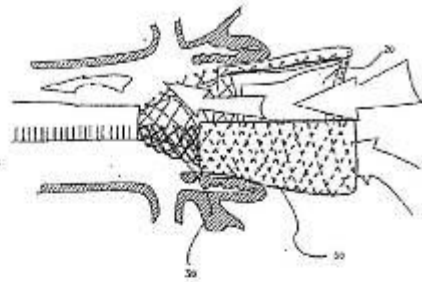


FIG. 108A

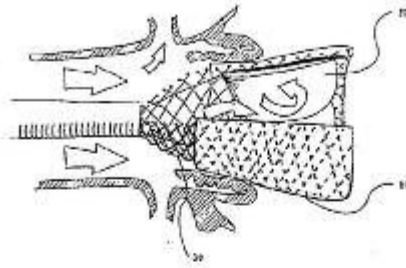


FIG. 108B

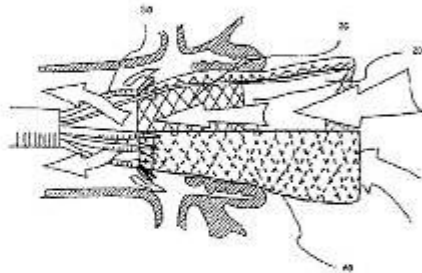


FIG. 109A

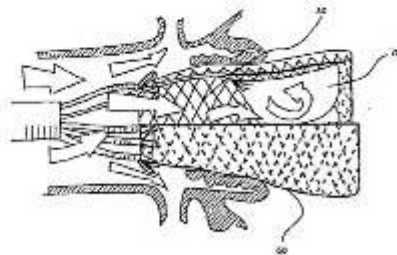


FIG. 109B