



(10) **DE 11 2019 005 088 T5** 2021.07.15

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/076898**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(51) Int Cl.: **A61F 2/24 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 005 088.5**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2019/055320**

(86) PCT-Anmeldetag: **09.10.2019**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.04.2020**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **15.07.2021**

(30) Unionspriorität:
62/744,031 10.10.2018 US

(71) Anmelder:
Edwards Lifesciences Corporation, Irvine, CA, US

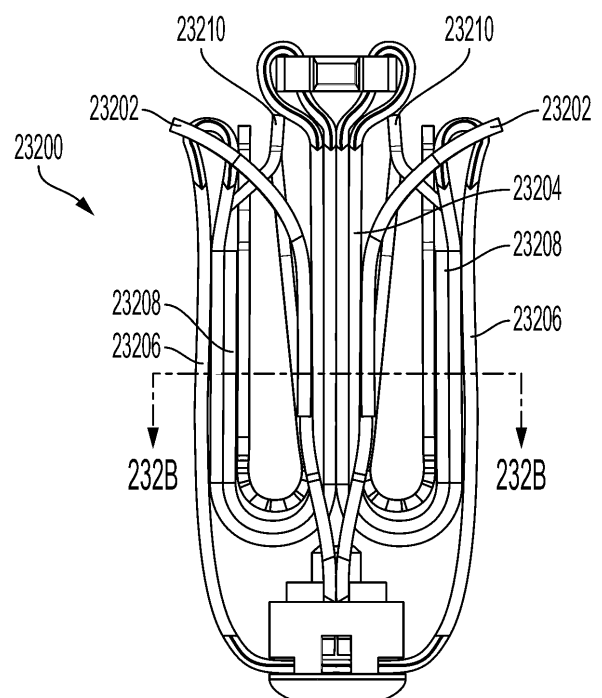
(74) Vertreter:
**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte
PartGmbH, 80335 München, DE**

(72) Erfinder:
**McCann, Alex Philip, Irvine, CA, US; Stearns,
Grant Matthew, Irvine, CA, US; Dixon, Eric Robert,
Irvine, CA, US; Kwon, Yoon Hee, Irvine, CA, US;
Popp, Michael J., Irvine, CA, US; Delgado, Sergio,
Irvine, CA, US; Freschauf, Lauren R., Irvine,
CA, US; Gohres, Rachel Ann, Irvine, CA, US;
Foreman, Rachel Liat David, Irvine, CA, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Herzklappenabdichtungsrichtungen und Zuführvorrichtungen dafür**

(57) Zusammenfassung: Eine implantierbare prothetische Vorrichtung hat ein Koaptionselement und mindestens einen Anker. Das Koaptionselement ist so konfiguriert, dass es innerhalb der nativen Herzklappenöffnung positioniert werden kann, um dabei zu helfen, einen Raum zu füllen, in dem die native Klappe regurgitiert ist, und eine effektivere Dichtung zu bilden. Das Koaptionselement kann eine Struktur aufweisen, die blutundurchlässig ist. Das Koaptionselement kann über den Anker mit den Klappensegeln der nativen Herzklappe verbunden sein.



Beschreibung**QUERVERWEIS AUF VERWANDTE ANMELDUNGEN**

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Vorteile der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 62/744031, eingereicht am 10. Oktober 2018, die hierin durch Bezugnahme für alle Zwecke enthalten ist.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Die nativen Herzklappen (d. h. die Aorten-, Pulmonal-, Trikuspidal- und Mitralklappe) erfüllen wichtige Funktionen, um den Vorwärtsfluss einer angemessenen Blutversorgung durch das Herz-Kreislauf-System zu gewährleisten. Diese Herzklappen können durch angeborene Fehlbildungen, entzündliche Prozesse, infektiöse Zustände, Krankheiten usw. geschädigt und damit in ihrer Funktion beeinträchtigt werden. Eine solche Schädigung der Klappen kann zu schweren kardiovaskulären Beeinträchtigungen oder zum Tod führen. Beschädigte Klappen können chirurgisch repariert oder während einer Operation am offenen Herzen ersetzt werden. Operationen am offenen Herzen sind jedoch sehr invasiv und es können Komplikationen auftreten. Transvaskuläre Techniken können verwendet werden, um Prothesen auf eine Weise einzuführen und zu implantieren, die viel weniger invasiv ist als eine Operation am offenen Herzen. Ein Beispiel ist die transseptale Technik, bei der ein Katheter in die rechte Oberschenkelvene, die untere Hohlvene hinauf und in den rechten Vorhof eingeführt, das Septum punktiert und der Katheter in den linken Vorhof eingeführt wird.

[0003] Ein gesundes Herz hat eine allgemein konische Form, die sich zu einem unteren Apex verjüngt. Das Herz ist vierkammerig und besteht aus dem linken Vorhof, dem rechten Vorhof, der linken Herzkammer und der rechten Herzkammer. Die linke und rechte Seite des Herzens sind durch eine Wand getrennt, die allgemein als Septum bezeichnet wird. Die native Mitralklappe des menschlichen Herzens verbindet den linken Vorhof mit der linken Herzkammer. Die Mitralklappe hat eine ganz andere Anatomie als andere native Herzklappen. Die Mitralklappe besteht aus einem Anulus, einem ringförmigen Teil des nativen Klappengewebes, der die Mitralklappenöffnung umgibt, und einem Paar von Spitzen oder Klappensegel, die sich vom Anulus nach unten in den linken Ventrikel erstrecken. Der Mitralklappenanulus kann eine „D“-förmige, ovale oder anderweitig unrunde Querschnittsform mit Haupt- und Nebenachsen bilden. Das vordere Klappensegel kann größer sein als das hintere Klappensegel und bildet eine im Allgemeinen „C“-förmige Grenze zwischen den aneinanderstoßenden Seiten der Klappensegel, wenn sie zusammengeschlossen sind.

[0004] Bei ordnungsgemäßigem Betrieb funktionieren das vordere und das hintere Klappensegel gemeinsam als Einwegventil, damit das Blut nur vom linken Vorhof zur linken Herzkammer fließen kann. Der linke Vorhof erhält sauerstoffreiches Blut aus den Lungenvenen. Wenn sich die Muskeln des linken Vorhofs zusammenziehen und der linke Ventrikel sich erweitert (auch als „ventrikuläre Diastole“ oder „Diastole“ bezeichnet), fließt das im linken Vorhof gesammelte sauerstoffhaltige Blut in den linken Ventrikel. Wenn sich die Muskeln des linken Vorhofs entspannen und die Muskeln der linken Herzkammer kontrahieren (auch als „ventrikuläre Systole“ oder „Systole“ bezeichnet), drückt der erhöhte Blutdruck in der linken Herzkammer die Seiten der beiden Segel zusammen, wodurch die Einweg-Mitralklappe geschlossen wird, so dass das Blut nicht zurück in den linken Vorhof fließen kann und stattdessen durch die Aortenklappe aus der linken Herzkammer ausgestoßen wird. Um zu verhindern, dass sich die beiden Segel unter Druck vorwölben und durch den Mitralanulus in Richtung des linken Vorhofs zurückklappen, sind die Segel durch eine Vielzahl von Faserseilen, den Chordae tendineae, an den Papillarmuskeln der linken Herzkammer befestigt.

[0005] Eine Mitralregurgitation tritt auf, wenn die native Mitralklappe nicht richtig schließt und das Blut während der systolischen Phase der Herzkontraktion vom linken Ventrikel in den linken Vorhof fließt. Die Mitralinsuffizienz ist eine der häufigsten Formen der Herzklappenerkrankung. Die Mitralregurgitation kann viele verschiedene Ursachen haben, wie z.B. Prolaps der Herzklappensegel, dysfunktionale Papillarmuskeln, Dehnung des Mitralklappenanulus als Folge der Dilatation des linken Ventrikels, mehr als eine dieser Ursachen, usw. Eine Mitralregurgitation an einem zentralen Abschnitt der Klappensegel kann als zentrale Jet-Mitralregurgitation und eine Mitralregurgitation näher an einer Kommissur (d. h. an der Stelle, an der die Klappensegel zusammenreffen) der Klappensegel kann als exzentrische Jet-Mitralregurgitation bezeichnet werden. Eine zentrale Jet-Regurgitation tritt auf, wenn sich die Ränder der Segel nicht in der Mitte treffen und die Klappe daher nicht schließt und eine Regurgitation vorliegt.

[0006] Eine Technik zur Behandlung von Mitral- und anderen Klappeninsuffizienzen bei Patienten kann beinhalten, dass die Kanten der nativen Klappensegel direkt aneinander befestigt werden. Zum Beispiel kann mit einem über einen Katheter eingebrachten Clip versucht werden, die Seiten der Segel an den Endabschnitten

der Segel zusammenzuschließen. Dabei gibt es jedoch erhebliche Herausforderungen. So können z.B. mehrere Clips erforderlich sein, um die Regurgitation zu beseitigen oder auf ein akzeptables Maß zu reduzieren. Dies kann jedoch unter Umständen zu längeren Operationszeiten führen und einen zu stark eingeschränkten Durchfluss oder unerwünschte Belastungen der nativen Anatomie zur Folge haben.

[0007] Trotz dieser bisherigen Techniken besteht weiterhin ein Bedarf an verbesserten Vorrichtungen und Methoden zur Behandlung von Herzklappeninsuffizienz.

ZUSAMMENFASSUNG

[0008] Diese Zusammenfassung soll einige Beispiele liefern und ist nicht dazu gedacht, den Umfang der Erfindung in irgendeiner Weise einzuschränken. So ist z.B. jedes Merkmal, das in einem Beispiel dieser Zusammenfassung enthalten ist, in den Ansprüchen nicht erforderlich, es sei denn, die Ansprüche rekurren ausdrücklich auf die Merkmale. Außerdem können die Merkmale, Komponenten, Schritte, Konzepte usw., die in Beispielen in dieser Zusammenfassung und an anderer Stelle in dieser Offenbarung beschrieben werden, auf vielfältige Weise kombiniert werden. Verschiedene Merkmale und Schritte, die an anderer Stelle in dieser Offenlegung beschrieben sind, können in den hier zusammengefassten Beispielen enthalten sein.

[0009] Ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung hat ein Koaptionselement (während in dieser Anwendung der Begriff Koaptionselement verwendet wird, kann dies auch als Koaptationselement, Abstandshalter usw. bezeichnet werden) und mindestens einen Anker. Das Koaptionselement ist so konfiguriert, dass es innerhalb der nativen Herzklappenöffnung positioniert wird, um dabei zu helfen, einen Raum zu füllen, in dem die native Klappe regurgitiert ist, und eine effektivere Abdichtung zu bilden. Das Koaptionselement kann eine Struktur aufweisen, die blutundurchlässig ist. Das Koaptionselement kann über den Anker mit den Klappensegeln der nativen Herzklappe verbunden sein.

[0010] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten einen Materialstreifen und ein Paar von Paddeln. Ein Koaptionselement wird aus dem Materialstreifen gebildet oder umfasst diesen. Das Paar Paddel ist aus dem Materialstreifen geformt oder umfasst diesen und ist mit dem Koaptionselement verbunden. Das Paar Paddel ist zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich.

[0011] Der „Materialstreifen“ in den verschiedenen Ausführungsformen, die in dieser Offenlegung beschrieben werden, kann ein einzelner einheitlicher Streifen oder ein Stück eines Materials sein. In einigen Ausführungsformen kann der „Materialstreifen“ jedoch aus mehreren kleineren diskreten Stücken eines oder mehrerer Materialien gebildet werden, die zu einem größeren zusammengesetzten Materialstreifen kombiniert werden.

[0012] In einem Beispielverfahren zur Herstellung einer Klappenreparaturvorrichtung wird ein Materialstreifen gefaltet, um ein Koaptionselement und ein Paar von Paddeln zu bilden, die mit dem Koaptionselement verbunden sind. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich und sind so konfiguriert, dass sie an der nativen Klappe des Patienten befestigt werden können. Ein Teil des Materialstreifens, der das Koaptionselement bildet, ist an einem Kragen befestigt. Ein Teil des Materialstreifens, der die Paddel bildet, ist an einer Kappe befestigt. Eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens bewirkt, dass sich das Paar Paddel in die geschlossene Position bewegt. Wird die Kappe vom Kragen wegbewegt, bewegt sich das Paar Paddel in die offene Position.

[0013] In einem Ausführungsbeispiel hat eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten ein Koaptionselement und ein Paar von Paddeln. Das Koaptionselement hat vier Schichten. Das Paar Paddel ist mit dem Koaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen Position und einer geschlossenen Position beweglich und sind so konfiguriert, dass sie an der nativen Klappe des Patienten befestigt werden können.

[0014] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten einen Materialstreifen und einen Kragen. Ein Koaptionselement wird aus dem Materialstreifen gebildet. Ein Kragen ist mit dem Koaptionselement verbunden. Ein Paar von Paddeln ist aus dem Materialstreifen geformt und mit dem Koaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich, indem der Kragen zu den Paddeln hin und von ihnen weg bewegt wird.

[0015] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten einen Kragen, ein Koaptionselement und ein Paar von Paddeln. Der Kragen hat eine Vielzahl von Eingriffsabschnitten, die so konfiguriert sind, dass sie lösbar mit einer Zuführvorrichtung in Eingriff kommen. Das Koaptionselement ist an dem Kragen befestigt. Das Paar Paddel ist mit dem Koaptionselement verbunden zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich. Die Paddel sind in Umfangsrichtung zwischen den Eingriffsabschnitten angeordnet. Die Paddel sind so konfiguriert, dass sie an der nativen Klappe des Patienten befestigt werden können.

[0016] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten ein Koaptionselement, ein Paar Paddel und eine Abdeckung. Das Paar von Paddeln ist mit dem Koaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich. Ein Fangpunkt (z.B. ein Punkt, der sich an einem Teil des Zuführsystems verhaken oder einhaken und die Entfaltung und/oder das Wiedereinfangen der Vorrichtung behindern könnte) wird durch oder zwischen einem Teil von mindestens einem der Koaptionselemente und dem Paar Paddel gebildet, wenn sich die Paddel in der offenen Position befinden. Eine mit dem Koaptionselement und den Paddeln verbundene Abdeckung, die den Fangpunkt abdeckt.

[0017] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten ein Koaptionselement, ein Paar von Paddeln, eine erste Abdeckung und eine zweite Abdeckung. Das Paar Paddel ist mit dem Koaptionselement verbunden und ist zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich. Eine erste Abdeckung erstreckt sich von einem distalen Ende der Vorrichtung und deckt mindestens einen Teil der Paddel ab. Eine zweite Abdeckung erstreckt sich von einem proximalen Ende der Vorrichtung und deckt mindestens einen Teil des Koaptionselements ab.

[0018] In einem Ausführungsbeispiel wird eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten aus einem Materialstreifen hergestellt. Der Materialstreifen hat einen ersten und einen zweiten Rand, die einen zentralen Bereich umgeben. Ein Koaptionselement wird aus dem Materialstreifen gebildet. Aus dem Materialstreifen ist ein Paar Paddel geformt. Das Paar Paddel ist mit dem Koaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich.

[0019] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten einen Materialstreifen, ein Paar Befestigungsabschnitte, ein Paar Verlängerungselemente und eine Kappe. Ein Koaptionselement wird aus dem Materialstreifen gebildet. Das Paar von Verlängerungselementen hat Befestigungsabschnitte. Ein Paar Paddel wird aus dem Materialstreifen geformt. Das Paar Paddel ist mit dem Koaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich. Die Paddel sind über den Verlängerungselementen angeordnet. Die Kappe ist an den Paddeln befestigt. Eine Bewegung der Kappe in Richtung des Koaptionselements bewirkt, dass sich das Paar Paddel in die geschlossene Position bewegt. Wird die Kappe vom Koaptionselement wegbewegt, bewegt sich das Paar Paddel in die offene Position. Die Kappe umfasst einen Retentionskörper, eine Sicherungsmutter und einen Sicherungsbolzen. Der Retentionskörper hat eine Verriegelungsöffnung zur Aufnahme der Befestigungsabschnitte der Verlängerungselemente. Die Sicherungsmutter wird in die Verriegelungsöffnung eingesetzt. Der Sicherungsbolzen dient zur Sicherung der Sicherungsmutter in der Verriegelungsöffnung.

[0020] In einem Beispielfahrer zur Herstellung einer Klappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer nativen Klappe eines Patienten wird ein Materialstreifen gefaltet, um ein Koaptionselement und ein Paar von Paddeln zu bilden, die mit dem Koaptionselement verbunden sind. Die Paddel sind zwischen einer offenen Position und einer geschlossenen Position beweglich und sind so konfiguriert, dass sie an der nativen Klappe des Patienten befestigt werden können. Der Teil des Materialstreifens, der die Paddel bildet, ist an einer Kappe befestigt. Eine Bewegung der Kappe in Richtung des Koaptionselements bewirkt, dass sich das Paar Paddel in die geschlossene Position bewegt. Wird die Kappe vom Koaptionselement wegbewegt, bewegt sich das Paar Paddel in die offene Position. Die Kappe umfasst einen Retentionskörper, eine Sicherungsmutter und einen Sicherungsbolzen. Der Retentionskörper hat eine Verriegelungsöffnung zur Aufnahme von Befestigungsabschnitten von Verlängerungselementen. Die Sicherungsmutter ist so konfiguriert, dass sie in die Verriegelungsöffnung eingesetzt werden kann. Der Sicherungsbolzen sichert die Sicherungsmutter innerhalb der Verriegelungsöffnung. Ein Paar von Verlängerungselementen ist über die Befestigungsabschnitte der Verlängerungselemente am Retentionskörper der Kappe befestigt, so dass die Paddel über den Verlängerungselementen angeordnet sind. Der Sicherungsbolzen und die Sicherungsmutter werden zusammengefügt, um die Kappe an dem Materialstreifen zu befestigen.

[0021] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten einen Materialstreifen, eine Kappe und ein Paar Verlängerungselemente. Ein Koaptionselement wird aus dem Materialstreifen gebildet. Ein Paar von Paddeln wird aus dem Materialstreifen gebildet und ist mit dem Koaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich und so konfiguriert, dass sie an einer nativen Herzklappe des Patienten befestigt werden können. An den Paddeln ist eine Kappe angebracht. Eine Bewegung der Kappe in Richtung des Koaptionselements bewirkt, dass sich das Paar Paddel in die geschlossene Position bewegt. Wird die Kappe vom Koaptionselement wegbewegt, bewegt sich das Paar Paddel in die offene Position. Das Paar von Verlängerungselementen ist mit der Kappe verbunden und kann zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position bewegt werden. In der geschlossenen Position sind die Verlängerungselemente in eine Schließrichtung vorgespannt.

[0022] In einem Beispielverfahren zur Herstellung einer Klappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer nativen Klappe eines Patienten wird ein Materialstreifen aus einer Formgedächtnislegierung um eine Vorrichtung gefaltet, um sowohl ein Koaptionselement als auch ein Paar von Paddeln zu bilden, die mit dem Koaptionselement verbunden sind. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich und sind so konfiguriert, dass sie an der nativen Klappe des Patienten befestigt werden können. Der Streifen aus Formgedächtnismaterial wird wärmebehandelt, um den Materialstreifen in die Form des Koaptionselements und der Paddel zu bringen.

[0023] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Klappe eines Patienten einen Materialstreifen, eine Kappe und ein Paar Verlängerungselemente. Ein Koaptionselement wird aus dem Materialstreifen gebildet. Ein Paar von Paddeln wird aus dem Materialstreifen gebildet und ist mit dem Koaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich und so konfiguriert, dass sie an die native Herzklappe des Patienten befestigt werden können. Die Kappe ist an den Paddeln befestigt. Eine Bewegung der Kappe in Richtung des Koaptionselements bewirkt, dass sich das Paar Paddel in die geschlossene Position bewegt. Wird die Kappe vom Koaptionselement wegbewegt, bewegt sich das Paar Paddel in die offene Position. Das Paar von Verlängerungselementen ist mit der Kappe und den Paddeln verbunden. Die Verlängerungselemente erstrecken sich von Befestigungsabschnitten zur Befestigung der Verlängerungselemente an der Kappe bis zu Endabschnitten, die an dem Streifenmaterial befestigt sind, aus dem die Paddel bestehen. Die Endabschnitte der Verlängerungselemente erstrecken sich über den Materialstreifen hinaus.

[0024] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Herzklappe eines Patienten ein Hauptkoaptionselement, mindestens ein Hilfskoaptionselement und ein Paar von Paddeln. Das mindestens eine Hilfskoaptionselement ist mit dem Koaptionselement verbunden. Das Paar Paddel ist mit dem Hauptkoaptionselement verbunden. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich.

[0025] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Herzklappe eines Patienten ein Koaptionselement, ein Paar Paddel, die mit dem Koaptionselement verbunden sind, und ein Paar von Paddelrahmen. Die Paddel sind zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position beweglich. Die Paddel sind so konfiguriert, dass sie an der nativen Herzklappe des Patienten befestigt werden können. Die ersten und zweiten ersten Paddelrahmen haben voneinander beabstandete Rahmenabschnitte, die parallel oder im Wesentlichen parallel sind, wenn sich die Paddel in einer geschlossenen Position befinden, um rechteckig geformte Klappenlegeingriffsbereiche zu bilden.

[0026] In einem Beispielverfahren zur Reparatur einer nativen Herzklappe werden eine erste und eine zweite Reparaturvorrichtung an einem Paar von Klappensegel der nativen Herzklappe installiert. Die Reparaturvorrichtungen haben jeweils einen Rahmen mit einer rechteckigen oder im Wesentlichen rechteckigen Form. Die Paddelrahmen der installierten Reparaturvorrichtungen liegen nebeneinander und sind parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander.

[0027] Das vorstehende Verfahren und andere hierin beschriebene Behandlungsverfahren können an einem lebenden Tier oder an einer Simulation durchgeführt werden, z.B. an einem Kadaver, einem Kadaverherz, einem Simulator (z.B. mit den simulierten Körperteilen, Geweben usw.), usw.

[0028] In einem Ausführungsbeispiel umfasst eine Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer nativen Herzklappe eines Patienten ein Paar von Paddeln und ein Paar von Schließen bzw. Klammern. Die Paddel sind zwischen einer offenen Position und einer geschlossenen Position beweglich. Jede Schließe hat mindes-

tens einen Widerhaken, einen Widerhakenstützabschnitt, einen beweglichen Arm und einen flexiblen Abschnitt zwischen dem Widerhakenstützabschnitt und dem beweglichen Arm. Der flexible Abschnitt ist so konfiguriert, dass sich der Widerhakenstützabschnitt von dem beweglichen Arm wegbiegen kann.

[0029] Ein weiteres Verständnis der Natur und der Vorteile der vorliegenden Erfindung sind in der folgenden Beschreibung und den Ansprüchen dargelegt, insbesondere, wenn sie in Verbindung mit den begleitenden Zeichnungen betrachtet werden, in denen gleiche Teile gleiche Bezugsziffern tragen.

Figurenliste

[0030] Um verschiedene Aspekte der Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung weiter zu verdeutlichen, wird eine genauere Beschreibung der bestimmten Ausführungsformen durch Bezugnahme auf verschiedene Aspekte der beigefügten Zeichnungen erfolgen. Es wird davon ausgegangen, dass diese Zeichnungen nur typische Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung darstellen und daher nicht als einschränkend für den Umfang der Offenbarung zu betrachten sind. Außerdem können die Figuren zwar für einige Ausführungsformen maßstabsgetreu gezeichnet sein, doch sind die Figuren nicht unbedingt für alle Ausführungsformen maßstabsgetreu gezeichnet. Ausführungsformen und andere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden mit zusätzlicher Spezifität und Detail durch die Verwendung der begleitenden Zeichnungen, in denen beschrieben und erläutert werden:

Fig. 1 zeigt eine Schnittdarstellung des menschlichen Herzens in der diastolischen Phase;

Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung des menschlichen Herzens in der systolischen Phase;

Fig. 2A ist eine weitere Schnittdarstellung des menschlichen Herzens in der systolischen Phase;

Fig. 2B ist die Schnittansicht von **Fig. 2A** mit Anmerkungen, um die natürliche Form der Mitralklappensegel in der systolischen Phase zu veranschaulichen;

Fig. 3 zeigt eine Schnittdarstellung des menschlichen Herzens in der diastolischen Phase, in der die Chordae tendineae zu sehen sind, die die Segel der Mitralklappen und Trikuspidalklappen an den Ventrikelwänden befestigen;

Fig. 4 zeigt eine gesunde Mitralklappe mit geschlossenem Klappensegel, von der Vorhofseite der Mitralklappe aus gesehen;

Fig. 5 zeigt eine dysfunktionale Mitralklappe mit einer sichtbaren Lücke zwischen den Klappensegeln, betrachtet von der Vorhofseite der Mitralklappe;

Fig. 6 zeigt eine Mitralklappe, die einen breiten Spalt zwischen dem hinteren und dem vorderen Klappensegel aufweist;

Fig. 6A zeigt ein Koaptionselement im Spalt der Mitralklappe, gesehen von der Vorhofseite der Mitralklappe;

Fig. 6B zeigt eine Klappenreparaturvorrichtung, die an Mitralklappensegel angebracht ist, wobei sich das Koaptionselement im Spalt der Mitralklappe befindet, von einer ventrikulären Seite der Mitralklappe aus gesehen;

Fig. 6C ist eine perspektivische Ansicht einer Klappenreparaturvorrichtung, die an Mitralklappensegeln angebracht ist, wobei das Koaptionselement im Spalt der Mitralklappe von einer ventrikulären Seite der Mitralklappe aus gezeigt wird;

Fig. 6D ist eine schematische Ansicht, die einen Weg der Mitralklappensegel entlang jeder Seite eines Koaptionselements einer beispielhaften Mitralklappenreparaturvorrichtung zeigt;

Fig. 6E ist eine schematische Ansicht von oben, die einen Weg der Mitralklappensegel um ein Koaptionselement einer beispielhaften nativen Klappenreparaturvorrichtung zeigt;

Fig. 7 zeigt eine Trikuspidalklappe, gesehen von der Vorhofseite der Trikuspidalklappe;

Die **Fig. 8-14** zeigen ein Ausführungsbeispiel einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung in verschiedenen Stadien des Einsatzes;

Fig. 11A zeigt ein Ausführungsbeispiel einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung, die der in **Fig. 11** dargestellten Vorrichtung ähnlich ist, bei der die Paddel jedoch unabhängig voneinander steuerbar sind;

Die **Fig. 15-20** zeigen, wie die implantierbare prothetische Vorrichtung der **Fig. 8-14** geliefert und in die native Herzklappe implantiert wird;

Fig. 21 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung oder eines Rahmens einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 22 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung oder eines Rahmens einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Die **Fig. 23-25** zeigen beispielhafte Ausführungsformen einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung oder einer Komponente einer implantierbaren medizinischen Vorrichtung;

Die **Fig. 26** und **Fig. 27** zeigen eine beispielhafte Ausführungsform einer Widerhakenschließe zur Verwendung in einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Die **Fig. 28-32** zeigen beispielhafte Ausführungsformen einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Die **Fig. 32A** und **Fig. 32B** sind perspektivische Ansichten einer Kappe und eines Koaptionselementeinsatzes der implantierbaren prothetischen Vorrichtung der **Fig. 28-32** in abgedichteter bzw. beabstandeter Position;

Fig. 33 zeigt eine Widerhakenschließe zur Verwendung in einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 34 zeigt einen Teil des nativen Klappengewebes, der von einer Widerhakenschließe erfasst wird,

Die **Fig. 35-46** zeigen eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung, die in die native Klappe eingebracht und implantiert wird;

Fig. 47 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung ohne Widerhaken in einer geschlossenen Position;

Fig. 47A zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung ohne Widerhaken in einer geschlossenen Position;

Fig. 48 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung mit Widerhaken in einer geschlossenen Position;

Fig. 48A zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung mit Widerhaken in einer geschlossenen Position;

Fig. 48B zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung mit Widerhaken in einer geschlossenen Position, wobei die Vorrichtung an einer Zuführvorrichtung befestigt ist;

Fig. 48C zeigt eine Seitenansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 48B**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;

Fig. 48D zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 48B**, wobei die Vorrichtung an einer Zuführvorrichtung befestigt ist;

Fig. 48E zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 48D**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;

Fig. 48F zeigt eine Seitenansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 48B** mit Widerhaken in der geschlossenen Position;

Fig. 48G zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 48F**;

Fig. 48H zeigt eine Ansicht von unten auf die beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung gemäß **Fig. 48F**;

Fig. 49 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung ohne Widerhaken in einer teilweise geöffneten Position;

Fig. 50 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer teilweise geöffneten Position mit Widerhaken in einer offenen Position;

Fig. 51 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer teilweise geöffneten Position mit Widerhaken in einer geschlossenen Position;

Fig. 52 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung ohne Widerhaken in einer halb geöffneten Position;

- Fig. 53** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer halboffenen Position mit Widerhaken in einer geschlossenen Position;
- Fig. 53A** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer halboffenen Position mit Widerhaken in geschlossener Position;
- Fig. 53B** zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 53A**;
- Fig. 53C** zeigt eine Seitenansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 53A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;
- Fig. 53D** zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 53A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;
- Fig. 54** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer halboffenen Position mit Widerhaken in einer offenen Position;
- Fig. 54A** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer halboffenen Position mit Widerhaken in einer offenen Position;
- Fig. 54B** zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 54A**;
- Fig. 54C** zeigt eine Seitenansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 54A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;
- Fig. 54D** zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 54A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;
- Fig. 55** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung ohne Widerhaken in einer zu drei Vierteln geöffneten Position;
- Fig. 56** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer zu drei Vierteln geöffneten Position mit Widerhaken in einer geschlossenen Position;
- Fig. 57** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer zu drei Vierteln geöffneten Position mit Widerhaken in einer offenen Position;
- Fig. 58** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung ohne Widerhaken in der Nähe einer vollständigen Ausfahrposition oder in der Nähe einer vollständig geöffneten Position;
- Fig. 59** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung ohne Widerhaken in einer vollständigen Ausfahrposition oder einer vollständig geöffneten Position;
- Fig. 60** zeigt eine Seitenansicht eines Beispielimplantats in einer vollständigen Ausfahrposition mit Widerhaken in einer geschlossenen Position;
- Fig. 60A** zeigt eine Seitenansicht eines Beispielimplantats in einer vollständigen Ausfahrposition mit Widerhaken in einer geschlossenen Position;
- Fig. 60B** zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 60A**;
- Fig. 60C** zeigt eine Seitenansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 60A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;
- Fig. 60D** zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 60A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;
- Fig. 61** zeigt eine Seitenansicht eines Beispielimplantats in einer vollständigen Ausfahrposition mit Widerhaken in einer offenen Position;
- Fig. 61A** zeigt eine Seitenansicht eines Beispielimplantats in einer vollständigen Ausfahrposition mit Widerhaken in einer offenen Position;
- Fig. 61B** zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 61A**;
- Fig. 61C** zeigt eine Seitenansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 61A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;

Fig. 61D zeigt eine Vorderansicht der beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß **Fig. 61A**, wobei die Vorrichtung mit einer Abdeckung versehen ist;

Die **Fig. 62A-62B** veranschaulichen die Bewegung der Paddel einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Die **Fig. 63A-63C** veranschaulichen die Bewegung der Paddel einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Die **Fig. 64A-64C** veranschaulichen die Bewegung der Paddel einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 65 zeigt eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer geschlossenen Position;

Fig. 65A zeigt eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung in einer geschlossenen Position;

Fig. 66 zeigt eine perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**;

Fig. 66A zeigt eine perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung von **Fig. 65A**;

Fig. 67 zeigt eine Vorderansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**;

Fig. 67A zeigt eine Vorderansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A**;

Fig. 68 zeigt eine Vorderansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65** mit zusätzlichen Komponenten;

Fig. 68A zeigt eine Vorderansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A** mit zusätzlichen Komponenten;

Fig. 69 zeigt eine Seitenansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**;

Fig. 70 zeigt eine Draufsicht auf die implantierbare prothetische Vorrichtung aus **Fig. 65**;

Fig. 70A zeigt eine Draufsicht auf die implantierbare prothetische Vorrichtung von **Fig. 65A**;

Fig. 71 zeigt eine Draufsicht auf die implantierbare prothetische Vorrichtung aus **Fig. 65** mit einer Kragenkomponente;

Fig. 71A zeigt eine Draufsicht auf die implantierbare prothetische Vorrichtung aus **Fig. 65A** mit einer Kragenkomponente;

Fig. 72 zeigt eine Unteransicht auf die implantierbare prothetische Vorrichtung von **Fig. 65**;

Fig. 72A zeigt eine Unteransicht auf die implantierbare prothetische Vorrichtung von **Fig. 65A**;

Fig. 73 zeigt eine Unteransicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65** mit einer Kappenkomponente;

Fig. 73A zeigt eine Unteransicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A** mit einer Kappenkomponente;

Fig. 74 zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**, die durch die Querschnittsebene **75** geschnitten wird;

Fig. 74A zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A**, geschnitten durch die Querschnittsebene **75A**;

Fig. 75 zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 74** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 75A zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 74A** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 76 zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**, die durch die Querschnittsebene **77** geschnitten wird;

Fig. 76A zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A**, geschnitten durch die Querschnittsebene **77A**;

Fig. 77 zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 76** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 77A zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 76A** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 78 zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**, die durch die Querschnittsebene **77** geschnitten wird;

Fig. 78A zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A**, geschnitten durch die Querschnittsebene **77A**;

Fig. 79 zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 78** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 79A zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 78A** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 80 zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**, die durch die Querschnittsebene **81** geschnitten wird;

Fig. 80A zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A**, geschnitten durch die Querschnittsebene **81A**;

Fig. 81 zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 80** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 81A zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 80A** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 82 zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65**, die durch die Querschnittsebene **83** geschnitten ist;

Fig. 82A zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 65A**, geschnitten durch die Querschnittsebene **83A**;

Fig. 83 zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 82** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 83A zeigt eine obere Querschnittsansicht der in **Fig. 82A** dargestellten Beispiel prothese;

Fig. 84 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 85 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 86 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 86A zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 87 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 87A zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 88 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 88A zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit integrierten Widerhaken;

Fig. 89 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 89A zeigt eine perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 90 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 90A zeigt eine perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 91 zeigt eine Vorderansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 91A zeigt eine Vorderansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

- Fig. 92** zeigt eine Seitenansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 92A** zeigt eine Seitenansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 93** zeigt eine Draufsicht auf einen Koaptionsabschnitt und Paddelabschnitte der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 93A** zeigt eine Draufsicht auf einen Koaptionsabschnitt und Paddelabschnitte der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 94** zeigt eine Ansicht von unten auf einen Koaptionsabschnitt und Teile der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 94A** zeigt eine Ansicht von unten auf einen Koaptionsabschnitt und Teile der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 95** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **96** erfolgt;
- Fig. 95A** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **96A** erfolgt;
- Fig. 96** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 95**;
- Fig. 96A** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 95A**;
- Fig. 97** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **98** erfolgt;
- Fig. 97A** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **98A** erfolgt;
- Fig. 98** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 97**;
- Fig. 98A** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 97A**;
- Fig. 99** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **100** erfolgt;
- Fig. 99A** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **100A** erfolgt;
- Fig. 100** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 99**;
- Fig. 100A** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 99A**;
- Fig. 101** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **102** erfolgt;
- Fig. 101A** zeigt eine geschnittene perspektivische Ansicht eines Koaptionsabschnitts und von Paddelabschnitten der in **Fig. 65A** dargestellten implantierbaren prothetischen Vorrichtung, wobei der Schnitt durch die Ebene **102A** erfolgt;
- Fig. 102** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 101**;
- Fig. 102A** zeigt eine Querschnittsansicht des Koaptionsabschnitts und der Paddelabschnitte von **Fig. 101A**;
- Fig. 103** zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;
- Fig. 104** zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;
- Fig. 105** zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;

- Fig. 106** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines ausdehnbaren Koaptionselements in einem nicht ausgedehnten Zustand;
- Fig. 106A** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines expandierbaren Koaptionselements in einem nicht expandierten Zustand;
- Fig. 106B** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines ausdehnbaren Koaptionselements im nicht ausgedehnten Zustand;
- Fig. 106C** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines ausdehnbaren Koaptionselements im nicht ausgedehnten Zustand;
- Fig. 106D** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines expandierbaren Koaptionselements in einem nicht expandierten Zustand;
- Fig. 106E** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines expandierbaren Koaptionselements im nicht expandierten Zustand;
- Fig. 106F** zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein expandierbares Koaptionselement;
- Fig. 106G** zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein expandierbares Koaptionselement;
- Fig. 106H** zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein expandierbares Koaptionselement;
- Fig. 106I** zeigt ein Ausführungsbeispiel für ein expandierbares Koaptionselement;
- Fig. 107** zeigt eine Endansicht des expandierbaren Koaptionselements aus **Fig. 106**;
- Fig. 108** zeigt das expandierbare Koaptionselement aus **Fig. 106** in einem expandierten Zustand;
- Fig. 108A** zeigt das expandierbare Koaptionselement aus **Fig. 106A** in einem expandierten Zustand;
- Fig. 108B** zeigt das expandierbare Koaptionselement aus **Fig. 106B** in einem expandierten Zustand;
- Fig. 108C** zeigt das expandierbare Koaptionselement aus **Fig. 106C** in einem expandierten Zustand;
- Fig. 108D** zeigt das expandierbare Koaptionselement aus **Fig. 106D** in einem expandierten Zustand;
- Fig. 108E** zeigt das expandierbare Koaptionselement aus **Fig. 106E** in einem expandierten Zustand;
- Fig. 109** zeigt eine Endansicht des Koaptionselements aus **Fig. 108**;
- Fig. 110** zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 111** zeigt eine Endansicht eines Koaptionselements der Beispielprothese aus **Fig. 110**, aufgenommen entlang der Linien 111.
- Die **Fig. 112-114** zeigen perspektivische Ansichten einer beispielhaften Ausführungsform eines Paddelrahmens für die implantierbare prothetische Vorrichtung von **Fig. 65**;
- Fig. 112A** zeigt eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform eines Paddelrahmens für die implantierbare prothetische Vorrichtung von **Fig. 65A**;
- Fig. 114A** zeigt eine Seitenansicht des Paddelrahmens von **Fig. 112A**;
- Fig. 115** zeigt eine Vorderansicht des Paddelrahmens der **Fig. 112-114**;
- Fig. 115A** zeigt eine Draufsicht auf den Paddelrahmen von **Fig. 112A**;
- Fig. 116** zeigt eine Draufsicht auf den Paddelrahmen der **Fig. 112-114**;
- Fig. 116A** zeigt eine Vorderansicht des Paddelrahmens von **Fig. 112A**;
- Fig. 117** zeigt eine Seitenansicht des Paddelrahmens der **Fig. 112-114**;
- Fig. 117A** zeigt eine Rückansicht des Paddelrahmens von **Fig. 112A**;
- Fig. 118** zeigt eine Ansicht von unten auf den Paddelrahmen der **Fig. 112-114**;
- Fig. 118A** zeigt eine Ansicht von unten auf den Paddelrahmen von **Fig. 112A**;
- Fig. 119** zeigt eine Vorderansicht des Paddelrahmens der **Fig. 112-114**;
- Fig. 120** zeigt eine Vorderansicht des Paddelrahmens aus den **Fig. 112-114** in einem komprimierten Zustand innerhalb einer Zuführvorrichtung;

Fig. 121 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung in geschlossenem Zustand;

Fig. 122 zeigt eine Vorderansicht eines Paddelrahmens der Beispielprothese aus **Fig. 121**;

Fig. 123 zeigt eine Seitenansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 121** in einem geöffneten Zustand;

Fig. 124 zeigt eine Vorderansicht des Paddelrahmens der offenen prothetischen Vorrichtung von **Fig. 123**;

Fig. 125 zeigt eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung in geschlossenem Zustand;

Fig. 126 zeigt eine Vorderansicht eines Paddelrahmens der Beispielprothese aus **Fig. 125**;

Fig. 127 zeigt eine Seitenansicht der implantierbaren prothetischen Vorrichtung aus **Fig. 125** in einem geschlossenen Zustand;

Fig. 128 zeigt eine Vorderansicht des Paddelrahmens der offenen prothetischen Vorrichtung von **Fig. 127**;

Fig. 129 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;

Die **Fig. 130-131** zeigen ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;

Fig. 132 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;

Die **Fig. 133-134** zeigen ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;

Die **Fig. 135-136** zeigen ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;

Fig. 137 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung;

Die **Fig. 138-143** zeigen die Verwendung einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 144 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Zuführanordnung mit einer Zuführvorrichtung und einer beispielhaften prothetischen Vorrichtung;

Fig. 145 zeigt eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung, die lösbar mit einer Zuführvorrichtung verbunden ist;

Fig. 146 zeigt die Ausführungsform von **Fig. 145** mit der implantierbaren prothetischen Vorrichtung, die von der Zuführvorrichtung gelöst ist;

Fig. 147 zeigt eine Querschnittsansicht des Kopplers aus **Fig. 145**;

Fig. 148 zeigt eine perspektivische Ansicht der Zuführanordnung aus **Fig. 144**, wobei die prothetische Vorrichtung im Teilquerschnitt dargestellt ist und einige Komponenten der Zuführvorrichtung schematisch gezeigt sind;

Fig. 149 zeigt eine Draufsicht auf einen Schaft der Zuführvorrichtung von **Fig. 144**;

Fig. 150 zeigt eine Seitenansicht eines proximalen Endabschnitts der Zuführvorrichtung von **Fig. 144**;

Fig. 151 zeigt eine Querschnittsansicht des proximalen Endabschnitts der Zuführvorrichtung von **Fig. 144**, aufgenommen entlang der in **Fig. 150** gezeigten Linie **150-150**;

Fig. 152 zeigt eine Explosionsdarstellung des proximalen Endabschnitts der Zuführvorrichtung von **Fig. 144**;

Die **Fig. 153-160** zeigen ein Beispielverfahren zur Reparatur einer nativen Herzklappe, die teilweise dargestellt ist;

Fig. 161 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Handgriffs für die Zuführvorrichtung von **Fig. 144**;

Fig. 162 ist eine Explosionsdarstellung des Griffs aus **Fig. 161**;

Fig. 163 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Kopplers und eines proximalen Kragens für die Zuführanordnung von **Fig. 144**, wobei der Koppler lösbar mit dem proximalen Kragen gekoppelt ist;

Fig. 164 zeigt eine perspektivische Ansicht des Kopplers und des proximalen Kragens aus **Fig. 163**, die den vom proximalen Kragen gelösten Koppler zeigt;

Fig. 165 zeigt beispielhafte Ausführungsformen einer Kappe, eines Auslöseelements oder einer Auslöseeinrichtung und eines Auslösedrahts für die Zuführanordnung von **Fig. 144**, wobei die Kappe über den Auslösedraht lösbar mit dem Auslöseelement oder der Auslöseeinrichtung verbunden ist.

Fig. 166 zeigt eine perspektivische Ansicht der Kappe, des Auslöseelements oder -mittels und des Auslösedrahts aus **Fig. 163**, die die vom Auslöseelement oder -mittel und dem Auslösedraht gelöste Kappe zeigt;

Fig. 167 zeigt beispielhafte Ausführungsformen eines Kupplungsstücks, eines proximalen Kragens, einer Kappe und eines Auslöseelements oder einer Auslöseeinrichtung der Zuführvorrichtung aus **Fig. 144**;

Fig. 168 zeigt eine perspektivische Ansicht des Kopplers und des proximalen Kragens aus **Fig. 167**;

Fig. 169 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Schließensteuerungselements der Zuführvorrichtung von **Fig. 144**;

Fig. 170 zeigt eine Detailansicht des Schließensteuerungselements aus **Fig. 169**, aufgenommen aus der in **Fig. 169** gezeigten Perspektive **170**;

Fig. 171 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Führungsschiene für das Schließsteuerungselement aus **Fig. 169**;

Fig. 172 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Schafts der Zuführvorrichtung von **Fig. 144**;

Fig. 173 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung und einer Zuführvorrichtung zum Freigeben und Wiederaufnehmen der prothetischen Vorrichtung;

Fig. 174 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung und einer Zuführvorrichtung zum Freigeben und Wiederaufnehmen der prothetischen Vorrichtung;

Fig. 174A zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung und einer Zuführvorrichtung zum Freigeben und Wiederaufnehmen der prothetischen Vorrichtung;

Fig. 175 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung und einer Zuführvorrichtung zum Freigeben und Wiederaufnehmen der prothetischen Vorrichtung;

Fig. 175A zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung und einer Zuführvorrichtung zum Freigeben und Wiederaufnehmen der prothetischen Vorrichtung;

Fig. 176 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung und einer Zuführvorrichtung zum Freigeben und Wiederaufnehmen der prothetischen Vorrichtung;

Die **Fig. 177-178** zeigen eine beispielhafte Ausführungsform eines Kopplers für eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung;

Die **Fig. 179-181** zeigen eine beispielhafte Ausführungsform eines Kopplers für eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung;

Die **Fig. 182-183** zeigen eine beispielhafte Ausführungsform eines Kopplers für eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung;

Die **Fig. 184-185** zeigen eine beispielhafte Ausführungsform eines Kopplers für eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung;

Fig. 186 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Auslöseelements oder Auslösemittels für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;

Fig. 187 zeigt einen Auslösemechanismus für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;

Fig. 188 zeigt einen Auslösemechanismus für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;

Fig. 188A zeigt einen Auslösemechanismus für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;

Fig. 189 zeigt einen Auslösemechanismus für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;

Fig. 190 zeigt einen Auslösemechanismus für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;

Fig. 191 ist eine perspektivische Ansicht eines Rohlings, der zur Herstellung eines Paddelrahmens verwendet wird,

Fig. 192 ist eine perspektivische Ansicht des Rohlings aus **Fig. 191**, der zur Herstellung eines Paddelrahmens gebogen wurde;

- Fig. 193** ist eine perspektivische Ansicht eines geformten Paddelrahmens, der an einer Kappe einer Ventilreparaturvorrichtung angebracht ist;
- Fig. 194** ist eine perspektivische Ansicht des Paddelrahmens von **Fig. 193**, der gebogen und an den inneren und äußeren Paddeln in einer geschlossenen Position befestigt ist;
- Fig. 195** ist eine perspektivische Ansicht von zwei der Paddelrahmen aus **Fig. 112A**, die die Paddelrahmen in einer formgerechten Position zeigt;
- Fig. 196** ist eine perspektivische Ansicht der Paddelrahmen von **Fig. 195**, die die Paddelrahmen in einer belasteten Position zeigt;
- Fig. 197** ist eine vergrößerte Seitenansicht der Vorrichtung aus **Fig. 60C**, die die Abdeckung zeigt;
- Fig. 198** ist eine vergrößerte Seitenansicht der Vorrichtung aus **Fig. 60C**, die die Abdeckung zeigt;
- Fig. 199** zeigt eine Explosionszeichnung einer beispielhaften prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 200** zeigt eine vergrößerte perspektivische Ansicht des Kragens einer beispielhaften prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 201** zeigt eine vergrößerte perspektivische Ansicht der Kappe einer Beispiel prothese;
- Fig. 202** zeigt eine Explosionsdarstellung der Kappe aus **Fig. 206**;
- Fig. 203** zeigt eine Draufsicht auf eine Innenhülle für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;
- Fig. 204** zeigt eine Draufsicht auf eine äußere Abdeckung für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;
- Fig. 205** zeigt eine vergrößerte Ansicht eines Materialstreifens für eine beispielhafte prothetische Vorrichtung;
- Fig. 206** zeigt eine Endansicht des Materials von **Fig. 205**;
- Fig. 207** zeigt eine Endansicht des in mehreren Schichten angeordneten Materials von **Fig. 205**;
- Fig. 208A** zeigt eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung im Spalt der nativen Herzklappe, von einer atrialen Seite der nativen Herzklappe aus gesehen, während der Diastole, mit beispielhaften aufblasbaren Abstandshaltern in einem entleerten Zustand;
- Fig. 208B** zeigt die Vorrichtung aus **Fig. 208A** während der Systole, mit beispielhaften aufblasbaren Abstandshaltern in einem entleerten Zustand;
- Fig. 209A** zeigt die Vorrichtung aus **Fig. 208A** während der Diastole, mit beispielhaften aufblasbaren Abstandshaltern in einem aufgeblasenen Zustand;
- Fig. 209B** zeigt die Vorrichtung aus **Fig. 208A** während der Systole, mit beispielhaften aufblasbaren Abstandshaltern in einem aufgeblasenen Zustand;
- Fig. 210A** zeigt ein Beispiel für einen expandierbaren Abstandshalter in komprimiertem Zustand;
- Fig. 210B** zeigt den expandierbaren Abstandshalter aus **Fig. 210A** in einem expandierten Zustand;
- Fig. 211A** zeigt eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung mit beispielhaften aufblasbaren Abstandshaltern in einem entleerten Zustand;
- Fig. 211B** zeigt die Vorrichtung aus **Fig. 211B** mit beispielhaften aufblasbaren Abstandshaltern in einem aufgeblasenen Zustand;
- Fig. 212A** ist eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung;
- Fig. 212B** ist eine Vorder-/Rückansicht des Geräts aus **Fig. 212A**;
- Fig. 213A** ist eine Draufsicht auf einen beispielhaften Hilfsabstandshalter zum Anbringen an der Vorrichtung von **Fig. 212A**;
- Fig. 213B** ist eine Seitenansicht des Abstandshalters aus **Fig. 213A**;
- Fig. 214** ist eine Seitenansicht des Abstandshalters der **Fig. 213A**, 213B, der an der Vorrichtung der **Fig. 212A**, 212B montiert ist;
- Fig. 215A** ist eine Seitenansicht des Abstandshalters der **Fig. 213A**, 213B, der an der Vorrichtung der **Fig. 212A**, 212B montiert ist;
- Fig. 215B** ist eine Draufsicht auf die Anordnung von **Fig. 215A**;

Fig. 216A ist eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 216B ist eine Vorder-/Rückansicht des Geräts aus **Fig. 216A**;

Fig. 217A ist eine Draufsicht auf einen beispielhaften Hilfsabstandshalter zum Anbringen an der Vorrichtung aus **Fig. 216A**;

Fig. 217B ist eine Seitenansicht des Abstandshalters aus **Fig. 217A**;

Fig. 218 ist ein Beispiel für einen Hilfsabstandshalter;

Fig. 219A ist eine Draufsicht auf ein Beispiel einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 219B ist eine Seitenansicht einer beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtung;

Fig. 220A ist eine Draufsicht auf beispielhafte Hilfsabstandshalter;

Fig. 220B ist eine Draufsicht auf beispielhafte Hilfsabstandshalter;

Fig. 220C ist eine Draufsicht auf beispielhafte Hilfsabstandshalter;

Fig. 220D ist eine Draufsicht auf beispielhafte Hilfsabstandshalter;

Fig. 220E ist eine Draufsicht auf beispielhafte Hilfsabstandshalter;

Fig. 221 ist eine Draufsicht auf ein Beispiel einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung, die aus einer flachen Materialplatte geschnitten wurde;

Fig. 222 ist eine perspektivische Ansicht des Geräts aus **Fig. 221**;

Fig. 223 zeigt die Vorrichtung aus den **Fig. 221-222** im Spalt der nativen Herzklappe, von einer atrialen Seite der nativen Herzklappe aus gesehen;

Fig. 224 ist eine Draufsicht auf ein Beispiel einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung, die aus einer flachen Materialplatte geschnitten wurde;

Fig. 225 ist eine perspektivische Ansicht des Geräts aus **Fig. 224**;

Fig. 226 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit einer zweiteiligen Abdeckung;

Fig. 227 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit einer zweiteiligen Abdeckung;

Fig. 228 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit einer zweiteiligen Abdeckung;

Fig. 229 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit einer zweiteiligen Abdeckung;

Fig. 230 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit einer zweiteiligen Abdeckung;

Fig. 231 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung mit einer zweiteiligen Abdeckung;

Fig. 232A ist eine Vorderansicht einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung mit Widerhakenschließen und im Wesentlichen parallelen Paddelrahmenelementen gemäß einer Beispielsausführungsform;

Fig. 232B ist eine Querschnittsansicht entlang der durch die Linien **232B-232B** in **Fig. 232A** angedeuteten Ebene;

Fig. 233A ist eine Ansicht ähnlich wie **Fig. 232A** mit einer Beschriftung des Zwischenraums zwischen im Wesentlichen parallelen Abschnitten der Paddelrahmenelemente;

Fig. 233B ist eine Querschnittsansicht entlang der durch die Linien **233B-233B** in **Fig. 233A** angedeuteten Ebene;

Fig. 234A ist eine Ansicht ähnlich wie **Fig. 232A**, die den Eingriff eines Teils der nativen Klappensegel zwischen den im Wesentlichen parallelen Paddelrahmenelementen zeigt;

Fig. 234B ist eine Querschnittsansicht entlang der durch die Linien **234B-234B** in **Fig. 234A** angedeuteten Ebene;

Fig. 235A ist eine Ansicht ähnlich der Ansicht von **Fig. 234A**, die falsch ausgerichtete native Klappensegel zeigt;

Fig. 235B ist eine Querschnittsansicht entlang der durch die Linien **235B-235B** in **Fig. 235A** angedeuteten Ebene;

Fig. 236 ist eine Seitenansicht einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung gemäß einer Beispielausführungsform;

Fig. 237 ist eine Seitenansicht zweier nebeneinander liegender implantierbarer prothetischer Vorrichtungen gemäß einer beispielhaften Ausführungsform;

Fig. 238A ist eine Seitenansicht einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung, die auf einer nativen Herzklappe gemäß einer Beispielausführungsform installiert ist;

Fig. 238B ist eine Querschnittsansicht entlang der durch die Linien **238B-238B** in **Fig. 238A** angedeuteten Ebene;

Fig. 239A ist eine Seitenansicht zweier benachbarter implantierbarer prothetischer Vorrichtungen, die an einer Mitralklappe gemäß einem Ausführungsbeispiel installiert sind;

Fig. 239B ist eine Querschnittsansicht entlang der durch die Linien **239B-239B** in **Fig. 239A** angedeuteten Ebene;

Fig. 240A ist eine Ansicht ähnlich der Ansicht von **Fig. 239A**, die zwei benachbarte, aber falsch ausgerichtete implantierbare prothetische Vorrichtungen zeigt;

Fig. 240B ist eine Querschnittsansicht entlang der durch die Linien **240B-240B** in **Fig. 240A** angedeuteten Ebene;

Fig. 241 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils einer Schließe mit einer flexiblen Widerhakenstütze gemäß einer Beispielausführungsform;

Fig. 242 ist der Teil einer Schließe aus **Fig. 241**, bei dem die Widerhakenstütze zurückgebogen ist, um die flexible Natur der Widerhakenstütze in einem Ausführungsbeispiel zu verdeutlichen;

Die **Fig. 243A-243H** sind schematische Darstellungen der Schließe mit einer flexiblen Widerhakenstütze aus **Fig. 242**, die sich von einem Klappensegel löst;

Die **Fig. 244A-244E** sind schematische Darstellungen einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung mit einer Schließe und einer flexiblen Widerhakenstütze, der sich von einem Klappensegel löst;

Fig. 245A-245E sind Figuren einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung mit einer Schließe und einer flexiblen Widerhakenstütze, der sich von einem Klappensegel löst; und

Fig. 246 ist eine Illustration einer implantierbaren Vorrichtung, die Kraft auf ein einzelnes Klappensegel ausübt, um einen Umstand zu veranschaulichen, bei dem eine Schließe von einem nativen Klappensegel gelöst werden kann.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0031] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die begleitenden Zeichnungen, die bestimmte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zeigen. Andere Ausführungsformen mit anderem Aufbau und Betrieb weichen nicht vom Anwendungsbereich der vorliegenden Offenbarung ab.

[0032] Beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung sind auf Vorrichtungen und Verfahren zur Reparatur einer defekten Herzklappe gerichtet. Es sollte beachtet werden, dass hier verschiedene Ausführungsformen von Vorrichtungen und Systemen zur Reparatur nativer Herzklappen offenbart werden, und jede Kombination dieser Möglichkeiten kann vorgenommen werden, sofern dies nicht ausdrücklich ausgeschlossen ist. Mit anderen Worten, einzelne Komponenten der offengelegten Vorrichtungen und Systeme können kombiniert werden, sofern sie sich nicht gegenseitig ausschließen oder anderweitig physikalisch unmöglich sind.

[0033] Wenn eine oder mehrere Komponenten als verbunden, zusammengefügt, befestigt, gekoppelt, angebracht oder anderweitig miteinander verbunden beschrieben werden, kann eine solche Verbindung direkt zwischen den Komponenten bestehen oder indirekt sein, z.B. durch die Verwendung einer oder mehrerer Zwischenkomponenten. Wie hier beschrieben, ist die Bezeichnung „Element“, „Komponente“ oder „Teil“ nicht auf ein einzelnes Bauteil, eine einzelne Komponente oder ein einzelnes Element beschränkt, sondern kann auch eine Anordnung von Komponenten, Bauteilen oder Elementen umfassen. Wie hierin beschrieben, sind die Be-

griffe „im Wesentlichen“ und „ungefähr“ definiert als zumindest nahe an (und einschließlich) einem bestimmten Wert oder Zustand (vorzugsweise innerhalb von 10 % von, noch bevorzugter innerhalb von 1 % von und am meisten bevorzugt innerhalb von 0,1 % von).

[0034] Die **Fig. 1** und **Fig. 2** sind Schnittansichten des menschlichen Herzens **H** in der diastolischen bzw. systolischen Phase. Der rechte Ventrikel **RV** und der linke Ventrikel **LV** sind durch die Trikuspidalklappe **TV** und die Mitralklappe **MV**, d. h. die Atrioventrikularklappen, vom rechten Vorhof **RA** bzw. linken Vorhof **LA** getrennt. Zusätzlich trennt die Aortenklappe **AV** den linken Ventrikel **LV** von der aufsteigenden Aorta **AA**, und die Pulmonalklappe **PV** trennt den rechten Ventrikel von der Lungenarterie **PA**. Jede dieser Klappen hat flexible Klappensegel (z.B. die in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigten Segel **20** und **22**), die sich nach innen über die jeweiligen Öffnungen erstrecken und im Fluss zusammenkommen oder „koaptieren“, um die flüssigkeitsabschließenden Einwegflächen zu bilden. Die nativen Klappenreparatursysteme der vorliegenden Anwendung werden hauptsächlich in Bezug auf die Mitralklappe **MV** beschrieben. Daher werden die anatomischen Strukturen des linken Atriums **LA** und des linken Ventrikels **LV** näher erläutert. Es sollte klar sein, dass die hier beschriebenen Vorrichtungen auch bei der Reparatur anderer nativer Klappen verwendet werden können, z.B. können die Vorrichtungen bei der Reparatur der Trikuspidalklappe **TV**, der Aortenklappe **AV** und der Pulmonalklappe **PV** verwendet werden.

[0035] Der linke Vorhof **LA** erhält sauerstoffreiches Blut aus der Lunge. Während der diastolischen Phase oder Diastole (siehe **Fig. 1**) bewegt sich das Blut, das zuvor im linken Vorhof **LA** (während der systolischen Phase) gesammelt wurde, durch die Mitralklappe **MV** und in den linken Ventrikel **LV**, indem sich der linke Ventrikel **LV** ausdehnt. In der systolischen Phase oder Systole, die in **Fig. 2** zu sehen ist, kontrahiert der linke Ventrikel **LV**, um das Blut durch die Aortenklappe **AV** und die aufsteigende Aorta **AA** in den Körper zu drücken. Während der Systole schließen sich die Klappensegel der Mitralklappe **MV**, um zu verhindern, dass das Blut aus dem linken Ventrikel **LV** und zurück in den linken Vorhof **LA** regurgitiert, und das Blut wird im linken Vorhof aus der Lungenvene gesammelt. In einem Ausführungsbeispiel werden die in der vorliegenden Anwendung beschriebenen Vorrichtungen verwendet, um die Funktion einer defekten Mitralklappe **MV** zu reparieren. Das heißt, die Vorrichtungen sind so konfiguriert, dass sie helfen, die Klappensegel der Mitralklappe zu schließen, um zu verhindern, dass Blut aus der linken Herzkammer **LV** und zurück in den linken Vorhof **LA** regurgitiert. Im Gegensatz zum Stand der Technik, der die Verwendung von Nähten oder Clips beschreibt, die oft mehrere Nähte oder Clips und zusätzliche Stützen erfordern, um ein großes Regurgitant zu behandeln, sind die in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Vorrichtungen so gestaltet, dass sie die nativen Klappensegel um ein Koaptionselement herum, das als Füllung in der Regurgitant-Öffnung wirkt, leicht greifen und sichern.

[0036] Die Mitralklappe **MV** besteht aus zwei Segel, dem vorderen Segel **20** und dem hinteren Segel **22** (siehe **Fig. 1-7**). Die Mitralklappe **MV** umfasst auch einen Ring **24**, der ein unterschiedlich dichter faseriger Gewebering ist, der die Segel **20**, **22** umgibt. Wie in **Fig. 3** dargestellt, ist die Mitralklappe **MV** durch die Chordae tendineae **10** an der Wand des linken Ventrikels **LV** verankert. Die Chordae tendineae **10** sind schnurartige Sehnen, die die Papillarmuskeln **12** (d. h. die Muskeln, die sich an der Basis der Chordae tendineae und innerhalb der Wände der linken Herzkammer befinden) mit den Klappensegel **20**, **22** der Mitralklappe **MV** verbinden. Die Papillarmuskeln **12** dienen dazu, die Bewegungen der Mitralklappe **MV** zu begrenzen und ein Umlappen der Mitralklappe zu verhindern. Die Mitralklappe **MV** öffnet und schließt sich als Reaktion auf Druckänderungen im linken Vorhof **LA** und in der linken Herzkammer **LV**. Die Papillarmuskeln öffnen oder schließen die Mitralklappe **MV** nicht. Vielmehr spannen die Papillarmuskeln die Mitralklappe **MV** gegen den hohen Druck, der für die Zirkulation des Blutes im Körper erforderlich ist. Zusammen sind die Papillarmuskeln und die Chordae tendineae als subvalvulärer Apparat bekannt, der dafür sorgt, dass die Mitralklappe **MV** beim Schließen der Mitralklappe nicht in den linken Vorhof **LA** projiziert wird.

[0037] Verschiedene Krankheitsprozesse können die ordnungsgemäße Funktion einer oder mehrerer der nativen Klappen des Herzens **H** beeinträchtigen. Zu diesen Krankheitsprozessen gehören degenerative Prozesse (z.B. Morbus Barlow, fibroelastischer Mangel), entzündliche Prozesse (z.B. rheumatische Herzkrankheit) und infektiöse Prozesse (z.B. Endokarditis). Darüber hinaus können Schädigungen der linken Herzkammer **LV** oder der rechten Herzkammer **RV** durch frühere Herzinfarkte (z.B. Myokardinfarkt als Folge einer koronaren Herzkrankheit) oder andere Herzerkrankungen (z.B. Kardiomyopathie) die Geometrie einer nativen Klappe verzerren, was zu einer Funktionsstörung der nativen Klappe führen kann. Die überwiegende Mehrheit der Patienten, die sich einer Klappenoperation unterziehen, wie z.B. einer Operation an der Mitralklappe **MV**, leidet jedoch an einer degenerativen Erkrankung, die eine Fehlfunktion in einem Segel (z.B. Segel **20**, **22**) einer nativen Klappe (z.B. der Mitralklappe **MV**) verursacht, was zu Prolaps und Regurgitation führt.

[0038] Im Allgemeinen kann eine native Klappe auf zwei verschiedene Arten versagen: (1) Klappenstenose; und (2) Klappenregurgitation. Eine Klappenstenose tritt auf, wenn sich eine native Klappe nicht vollständig öffnet und dadurch eine Behinderung des Blutflusses verursacht. Typischerweise resultiert eine Klappenstenose aus der Ablagerung von verkalktem Material auf den Klappensegeln, wodurch sich die Klappensegel verdicken und die Fähigkeit der Klappe beeinträchtigt wird, sich vollständig zu öffnen und den Blutfluss nach vorne zu ermöglichen.

[0039] Die zweite Art der Klappenfehlfunktion, die Klappenregurgitation, tritt auf, wenn sich die Klappensegel nicht vollständig schließen und dadurch Blut in die vorherige Kammer zurückfließt (z.B. Blut aus der linken Herzkammer in den linken Vorhof). Es gibt drei Hauptmechanismen, durch die eine native Klappe regurgitant - oder insuffizient - wird: Carpentier Typ I, Typ II und Typ III Fehlfunktionen. Eine Carpentier-Fehlfunktion vom Typ I beinhaltet die Dilatation des Anulus, so dass die normalerweise funktionierenden Segel voneinander abgelenkt werden und keine dichte Abdichtung bilden (d.h. die Segel koaptieren nicht richtig). Zu einer Fehlfunktion des Typ-I-Mechanismus gehören auch Perforationen der Segel, wie sie bei einer Endokarditis auftreten. Eine Carpentier-Fehlfunktion vom Typ II beinhaltet den Prolaps eines oder mehrerer Segel einer nativen Klappe oberhalb der Koaptionsebene. Bei einer Carpentier-Fehlfunktion vom Typ III ist die Bewegung eines oder mehrerer Segel einer nativen Klappe eingeschränkt, so dass die Segel abnormal unterhalb der Ebene des Anulus eingeeengt sind. Die Einschränkung der Klappensegel kann durch eine rheumatische Erkrankung (Ma) oder eine Dilatation eines Ventrikels (IIIb) verursacht werden.

[0040] Bezug nehmend auf **Fig. 4**: Wenn sich eine gesunde Mitralklappe **MV** in einer geschlossenen Position befindet, schließen sich das vordere Segel **20** und das hintere Segel **22** zusammen, wodurch verhindert wird, dass Blut aus dem linken Ventrikel **LV** in den linken Vorhof **LA** entweicht. Wie in **Fig. 5** dargestellt, tritt eine Regurgitation auf, wenn das vordere Segel **20** und/oder das hintere Segel **22** der Mitralklappe **MV** während der Systole in den linken Vorhof **LA** verschoben wird. Dieses Versagen der Coaption verursacht einen Spalt **26** zwischen dem vorderen Segel **20** und dem hinteren Segel **22**, der es dem Blut erlaubt, während der Systole vom linken Ventrikel **LV** zurück in den linken Vorhof **LA** zu fließen. Wie oben dargelegt, gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie ein Segel (z.B. die Segel **20**, **22** der Mitralklappe **MV**) eine Fehlfunktion aufweisen kann, die dadurch zu einer Regurgitation führen kann.

[0041] Unter Bezugnahme auf **Fig. 6** kann die Mitralklappe **MV** eines Patienten in bestimmten Situationen einen breiten Spalt **26** zwischen dem vorderen Segel **20** und dem hinteren Segel **22** aufweisen, wenn sich die Mitralklappe in einer geschlossenen Position befindet (d. h. während der systolischen Phase). Beispielsweise kann der Spalt **26** eine Breite **W** zwischen etwa 2,5 mm und etwa 17,5 mm haben, wie etwa zwischen etwa 5 mm und etwa 15 mm, wie etwa zwischen etwa 7,5 mm und etwa 12,5 mm, wie etwa 10 mm. In einigen Situationen kann der Spalt **3002** eine Breite **W** größer als 15 mm haben. In jeder der oben genannten Situationen ist eine Klappenreparaturvorrichtung erwünscht, die in der Lage ist, mit dem vorderen Segel **20** und dem hinteren Segel **22** in Eingriff zu kommen, um den Spalt **26** zu schließen und die Regurgitation von Blut durch die Mitralklappe **MV** zu verhindern.

[0042] Obwohl Stenose oder Regurgitation jede Klappe betreffen kann, betrifft die Stenose überwiegend entweder die Aortenklappe **AV** oder die Pulmonalklappe **PV**, und die Regurgitation betrifft überwiegend entweder die Mitralklappe **MV** oder die Trikuspidalklappe **TV**. Sowohl die Klappenstenose als auch die Klappenregurgitation erhöhen die Arbeitsbelastung des Herzens **H** und können unbehandelt zu sehr ernsten Zuständen führen, wie z.B. Endokarditis, kongestive Herzinsuffizienz, dauerhafte Herzschäden, Herzstillstand und schließlich Tod. Da die linke Seite des Herzens (d. h. der linke Vorhof **LA**, die linke Herzkammer **LV**, die Mitralklappe **MV** und die Aortenklappe **AV**) in erster Linie für die Zirkulation des Blutflusses im Körper verantwortlich ist, ist eine Fehlfunktion der Mitralklappe **MV** oder der Aortenklappe **AV** besonders problematisch und oft lebensbedrohlich. Dementsprechend ist eine Fehlfunktion der Mitralklappe **MV** oder der Aortenklappe **AV** aufgrund der wesentlich höheren Drücke auf der linken Herzseite oft problematischer.

[0043] Nicht funktionierende native Herzklappen können entweder repariert oder ersetzt werden. Die Reparatur umfasst in der Regel den Erhalt und die Korrektur der nativen Herzklappe des Patienten. Der Ersatz beinhaltet in der Regel den Austausch der nativen Klappe des Patienten durch einen biologischen oder mechanischen Ersatz. Typischerweise sind die Aortenklappe **AV** und die Pulmonalklappe **PV** anfälliger für Stenosen. Da die stenotische Schädigung der Klappensegel irreversibel ist, sind die konventionellsten Behandlungen für eine stenotische Aortenklappe oder eine stenotische Pulmonalklappe die Entfernung und der Ersatz der Klappe durch eine chirurgisch implantierte Herzklappe oder die Verlegung der Klappe durch eine Transkatheter-Herzklappe. Die Mitralklappe **MV** und die Trikuspidalklappe **TV** sind anfälliger für eine Verformung der Klappensegel, die, wie oben beschrieben, verhindert, dass die Mitralklappe oder Trikuspidalklappe richtig schließt

und eine Regurgitation oder einen Rückfluss von Blut aus dem Ventrikel in den Vorhof ermöglicht (z.B. kann eine verformte Mitralklappe **MV** eine Regurgitation oder einen Rückfluss vom linken Ventrikel **LV** in den linken Vorhof **LA** ermöglichen). Die Regurgitation oder der Rückfluss von Blut aus dem Ventrikel in den Vorhof führt zu einer Klappeninsuffizienz. Verformungen in der Struktur oder Form der Mitralklappe **MV** oder der Trikuspidalklappe **TV** sind oft reparabel. Darüber hinaus kann eine Regurgitation aufgrund einer Funktionsstörung der Chordae tendineae **10** auftreten (z.B. können sich die Chordae tendineae dehnen oder reißen), wodurch das vordere Segel **20** und das hintere Segel **22** umgedreht werden können, so dass Blut in den linken Vorhof **LA** regurgiert wird. Die durch dysfunktionale Chordae tendineae **10** auftretenden Probleme können durch Reparatur der Chordae tendineae oder der Struktur der Mitralklappe behoben werden (z.B. durch Befestigung der Segel **20**, **22** am betroffenen Abschnitt der Mitralklappe).

[0044] Die hierin offengelegten Vorrichtungen und Verfahren beziehen sich zur Veranschaulichung häufig auf die Reparatur einer Mitralklappe. Es sollte jedoch klar sein, dass die hier vorgestellten Vorrichtungen und Konzepte zur Reparatur jeder nativen Klappe sowie jeder Komponente einer nativen Klappe verwendet werden können. Zum Beispiel kann jede der hier vorgestellten Vorrichtungen und Konzepte zur Reparatur der Trikuspidalklappe **TV** verwendet werden (siehe **Fig. 7**). Zum Beispiel kann jede der hier vorgestellten Vorrichtungen und Konzepte zwischen zwei der vorderen Klappe **30**, der septalen Klappe **32** und der hinteren Klappe **34** eingesetzt werden, um die Regurgitation von Blut aus der rechten Herzkammer in den rechten Vorhof zu verhindern. Darüber hinaus kann jede der hier vorgesehenen Vorrichtungen und Konzepte an allen drei Klappen-segeln **30**, **32**, **34** zusammen verwendet werden, um die Regurgitation von Blut aus dem rechten Ventrikel in den rechten Vorhof zu verhindern. Das heißt, die hierin vorgesehenen Klappenreparaturvorrichtungen können zentral zwischen den drei Klappen-segeln **30**, **32**, **34** angeordnet werden.

[0045] Ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung hat ein Koaptionselement und mindestens einen Anker. Das Koaptionselement ist so konfiguriert, dass es innerhalb der nativen Herzklappenöffnung positioniert werden kann, um dazu beizutragen, den Raum zu füllen und eine effektivere Abdichtung zu bilden, wodurch die oben beschriebene Regurgitation reduziert oder verhindert wird. Das Koaptionselement kann eine Struktur aufweisen, die undurchlässig oder resistent gegenüber Blut ist und die es den nativen Klappen-segeln ermöglicht, sich während der Ventrikelsystole um das Koaptionselement herum zu schließen, um das Zurück-fließen von Blut aus der linken oder rechten Herzkammer in den linken bzw. rechten Vorhof zu verhindern. Die prothetische Vorrichtung kann so konfiguriert werden, dass sie gegen zwei oder drei native Klappen-segeln abdichtet, d. h. die Vorrichtung kann in den nativen Mitralklappe (bikuspid) und Trikuspidalklappen verwendet werden. Das Koaptionselement wird hier manchmal auch als Abstandshalter bezeichnet, da das Koaptionselement einen Raum zwischen schlecht funktionierenden nativen Mitralklappe- oder Trikuspidalklappen füllen kann, die nicht vollständig schließen.

[0046] Das Koaptionselement (z.B. Abstandshalter, Koaptionselement usw.) kann verschiedene Formen haben. In einigen Ausführungsformen kann das Koaptionselement eine längliche zylindrische Form mit einem runden Querschnitt haben. In anderen Ausführungsformen kann das Koaptionselement eine ovale Querschnittsform, eine halbmondförmige Querschnittsform, eine rechteckige Querschnittsform oder verschiedene andere nicht zylindrische Formen haben. Das Koaptionselement kann einen atrialen Abschnitt aufweisen, der im oder neben dem linken Atrium positioniert ist, einen ventrikulären oder unteren Abschnitt, der im oder neben dem linken Ventrikel positioniert ist, und eine Seitenfläche, die sich zwischen den nativen Mitralklappen-segeln erstreckt. In Ausführungsformen, die für die Verwendung in der Trikuspidalklappe konfiguriert sind, ist der atriale oder obere Abschnitt im oder angrenzend an den rechten Vorhof positioniert, und der ventrikuläre oder untere Abschnitt ist im oder angrenzend an den rechten Ventrikel positioniert, und die Seitenfläche, die sich zwischen den nativen Trikuspidalklappen-segeln erstreckt.

[0047] Der Anker kann so konfiguriert sein, dass er die Vorrichtung an einem oder beiden nativen Mitralklappen-segeln befestigt, so dass das Koaptionselement zwischen den beiden nativen Klappen-segeln positioniert ist. In Ausführungsformen, die für die Verwendung in der Trikuspidalklappe konfiguriert sind, ist der Anker so konfiguriert, dass er die Vorrichtung an einem, zwei oder drei der Trikuspidalsegeln befestigt, so dass das Koaptionselement zwischen den drei nativen Klappen-segeln positioniert ist. In einigen Ausführungsformen kann der Anker an dem Koaptionselement an einer Stelle neben dem ventrikulären Teil des Koaptionselements befestigt werden. In einigen Ausführungsformen kann der Anker an einem Auslöseelement, wie z.B. einem Schaft oder einem Auslösedraht, befestigt werden, an dem auch das Koaptionselement befestigt ist. In einigen Ausführungsformen können der Anker und das Koaptionselement unabhängig voneinander positioniert werden, indem sowohl der Anker als auch das Koaptionselement separat entlang der Längsachse des Schafts oder des Auslösedrahtes bewegt werden. In einigen Ausführungsformen können der Anker und das Koaptionselement gleichzeitig positioniert werden, indem der Anker und das Koaptionselement gemeinsam entlang

der Längsachse des Schafts oder des Auslösedrahtes bewegt werden. Der Anker kann so konfiguriert sein, dass er bei der Implantation hinter einem nativen Klappensegel positioniert wird, so dass das Klappensegel vom Anker erfasst wird.

[0048] Die prothetische Vorrichtung kann so konfiguriert sein, dass sie über eine Zuführhülse implantiert werden kann. Das Koaptionselement und der Anker können in einen radial komprimierten Zustand komprimierbar sein und sich selbst in einen radial expandierten Zustand ausdehnen, wenn der Kompressionsdruck aufgehoben wird. Die Vorrichtung kann so konfiguriert sein, dass der Anker zunächst radial von dem noch komprimierten Koaptionselement weg expandiert wird, um einen Spalt zwischen dem Koaptionselement und dem Anker zu erzeugen. In den Spalt kann dann ein natives Klappensegel positioniert werden. Das Koaptionselement kann radial expandiert werden, wodurch der Spalt zwischen dem Koaptionselement und dem Anker geschlossen und das Klappensegel zwischen dem Koaptionselement und dem Anker eingefangen wird. In einigen Ausführungsformen sind der Anker und das Koaptionselement optional so konfiguriert, dass sie sich selbst ausdehnen. Die Implantationsmethoden für verschiedene Ausführungsformen können unterschiedlich sein und werden weiter unten in Bezug auf jede Ausführungsform ausführlicher besprochen. Zusätzliche Informationen zu diesen und anderen Einbringungsmethoden können in U.S. Pat. Nr. 8,449,599 und den US-Patentanmeldungsveröffentlichungen Nr. 2014/0222136 und 2014/0067052, 2016/0331523 gefunden werden, die hierin jeweils in vollem Umfang durch Bezugnahme enthalten sind. Diese Methoden können an einem lebenden Tier oder an einer Simulation durchgeführt werden, wie z.B. an einer Leiche, einem Kadaverherz, einem Simulator (z.B. mit den zu simulierenden Körperteilen, Geweben usw.) usw.

[0049] Die offengelegten prothetischen Vorrichtungen können so konfiguriert werden, dass der Anker mit einem Klappensegel verbunden ist und die Spannung der nativen Chordae tendineae nutzt, um dem hohen systolischen Druck zu widerstehen, der die Vorrichtung in Richtung des linken Atriums drückt. Während der Diastole können sich die Vorrichtungen auf die Kompressions- und Retentionskräfte verlassen, die auf das vom Anker ergriffene Klappensegel ausgeübt werden.

[0050] In den **Fig. 8-14** ist eine schematisch dargestellte implantierbare prothetische Vorrichtung **100** in verschiedenen Stadien des Einsatzes gezeigt. Die Vorrichtung **100** kann alle anderen Merkmale einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung erörtert werden, und die Vorrichtung **100** kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20, 22** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem) .

[0051] Die Vorrichtung **100** wird von einer Zuführhülse oder einem Zuführmittel **102** entfaltet und umfasst einen Koaptationsabschnitt **104** und einen Ankerabschnitt **106**. Der Koaptationsabschnitt **104** der Vorrichtung **100** umfasst ein Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110**, das zwischen die Segel einer nativen Klappe (z.B. einer nativen Mitralklappe, Trikuspidalklappe usw.) implantiert werden kann und verschiebbar an einem Auslöseelement **112** (z.B. Auslösedraht, Auslöseschaft, Auslöserohr usw.) angebracht ist. Der Ankerabschnitt **106** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann unterschiedlichste Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Greifelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements oder der Auslöseeinrichtung **112** öffnet und schließt den Ankerabschnitt **106** der Vorrichtung **100**, um die nativen Klappensegel während der Implantation zu erfassen. Das Auslöseelement **112** (z.B. Draht, Schaft, Rohr, Schraube, Leitung usw.) kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Formen annehmen. Zum Beispiel kann das Auslöseelement mit einem Gewinde versehen sein, so dass eine Drehung des Auslöseelements (z.B. Draht, Schaft, Rohr, Schraube usw.) den Ankerabschnitt **106** relativ zum Koaptationsabschnitt **104** bewegt. Oder das Auslöseelement kann ohne Gewinde sein, so dass ein Drücken oder Ziehen des Auslöseelements **112** den Ankerabschnitt **106** relativ zum Fassungsabschnitt **104** bewegt.

[0052] Der Ankerteil **106** der Vorrichtung **100** umfasst äußere Paddel **120** und innere Paddel **122**, die zwischen einer Kappe **114** und dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** durch Abschnitte **124, 126, 128** verbunden sind. Die Abschnitte **124, 126, 128** können gelenkig und/oder flexibel sein, um sich zwischen allen unten beschriebenen Positionen zu bewegen. Die Verbindung zwischen den äußeren Paddeln **120**, den inneren Paddeln **122**, dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** und der Kappe **114** durch die Abschnitte **124, 126** und **128** kann die Vorrichtung auf die hierin dargestellten Positionen und Bewegungen beschränken.

[0053] In einigen Ausführungsformen erstreckt sich das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **112** (z.B. Auslösedraht, Auslöseschaft usw.) durch die Zuführhülse und das Koaptionselement oder Mittel zur Koaptierung **110** zur Kappe **114** an der distalen Verbindung des Ankerteils **106**. Durch Ausfahren und Einfahren des

Auslöseelements oder der Mittel zur Auslöse **112** wird der Abstand zwischen dem Koaptionselement oder den Mitteln zur Koaption **110** und der Kappe **114** vergrößert bzw. verkleinert. Ein Kragen oder ein anderes Befestigungselement befestigt das Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110** abnehmbar an der Zuführhülse oder dem Mittel zur Zuführung **102**, so dass das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **112** durch den Kragen oder das andere Befestigungselement und durch das Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110** während des Auslösens gleitet, um die Paddel **120**, **122** des Ankerteils **106** zu öffnen und zu schließen.

[0054] Wie in **Fig. 11** dargestellt, umfasst der Ankerteil **106** Befestigungsabschnitte oder Greifelemente. Die dargestellten Greifelemente umfassen mit Widerhaken versehene Schließen **130** bzw. Klammern, die eine Basis oder einen festen Arm **132**, einen beweglichen Arm **134**, Widerhaken oder Mittel zur Befestigung **136** und einen Gelenkabschnitt **138** umfassen. Die festen Arme **132** sind an den inneren Paddeln **122** befestigt, wobei der Gelenkabschnitt **138** in der Nähe des Koaptionselements oder der Koaptionsmittel **110** angeordnet ist. Die Widerhaken haben flache Oberflächen und passen nicht in eine Ausnehmung des Paddels. Vielmehr sind die flachen Abschnitte der Widerhakenschließen an der Oberfläche des inneren Paddels **122** angeordnet. Der Gelenkabschnitt **138** sorgt für eine Federkraft zwischen dem festen und dem beweglichen Arm **132**, **134** der Widerhakenschließe **130**. Der Gelenkabschnitt **138** kann jedes geeignete Gelenk sein, wie z.B. ein flexibles Gelenk, ein Federgelenk, ein Drehgelenk oder ähnliches. In bestimmten Ausführungsformen ist der Gelenkabschnitt **138** ein flexibles Materialstück, das integral mit den festen und beweglichen Armen **132**, **134** ausgebildet ist. Die festen Arme **132** sind an den inneren Paddeln **122** befestigt und bleiben relativ zu den inneren Paddeln **122** stationär, wenn die beweglichen Arme **134** geöffnet werden, um die Widerhakenschließen **130** zu öffnen und die Widerhaken oder Mittel zur Befestigung **136** freizulegen. In einigen Ausführungsformen werden die Widerhakenschließen **130** geöffnet, indem Spannung auf die an den beweglichen Armen **134** angebrachten Auslöseleitungen **116** ausgeübt wird, wodurch die beweglichen Arme **134** an den Gelenkabschnitten **138** angelenkt, gebogen oder geschwenkt werden. Andere Auslösemechanismen sind ebenfalls möglich.

[0055] Während der Implantation können die Paddel **120**, **122** geöffnet und geschlossen werden, um z.B. die nativen Klappensegel oder die nativen Mitralklappensegel zwischen den Paddel **120**, **122** und dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** zu erfassen. Die mit Widerhaken versehenen Schließen **130** können zum Erfassen und/oder weiteren Sichern der nativen Klappensegel verwendet werden, indem die Klappensegel mit Widerhaken oder Mitteln zum Sichern **136** in Eingriff gebracht und die Klappensegel zwischen den beweglichen und festen Armen **134**, **132** eingeklemmt werden. Die Widerhaken oder Sicherungsmittel **136** der Widerhakenschließen **130** erhöhen die Reibung mit den Klappensegeln oder können die Klappensegel teilweise oder ganz durchstechen. Die Auslöseleitungen **116** können separat betätigt werden, so dass jede Widerhakenschließe **130** separat geöffnet und geschlossen werden kann. Das getrennte Auslösen ermöglicht das Greifen jeweils eines Klappensegels bzw. das Nachsetzen einer Schließe **130** an einem unzureichend gegriffenen Klappensegel, ohne den erfolgreichen Griff am anderen Klappensegel zu verändern. Die mit Widerhaken versehenen Schließen **130** können relativ zur Position des inneren Paddels **122** geöffnet und geschlossen werden (solange sich der innere Paddel in einer offenen Position befindet), wodurch die Klappensegel in verschiedenen Positionen gegriffen werden können, wie es die jeweilige Situation erfordert.

[0056] Die Widerhakenschließen **130** können separat durch Ziehen an einer angebrachten Auslöseleitung **116** geöffnet werden, die sich durch die Zuführhülse oder das Zuführmittel **102** zur Widerhakenschließe **130** erstreckt. Die Auslöseleitung **116** kann eine Vielzahl von Formen annehmen, wie z.B. eine Leitung, eine Naht, ein Draht, ein Stab, ein Katheter oder ähnliches. Die Widerhakenschließen **130** können federbelastet sein, so dass die Widerhakenschließen **130** in der geschlossenen Position weiterhin eine Quetschkraft auf das erfasste native Klappensegel ausüben. Diese Quetschkraft bleibt konstant, unabhängig von der Position der inneren Paddel **122**. Widerhaken oder Befestigungsmittel **136** der Widerhakenschließen **130** können die nativen Klappensegel durchstechen, um die nativen Klappensegel weiter zu sichern.

[0057] In **Fig. 8** ist die Vorrichtung **100** in einem gestreckten oder vollständig geöffneten Zustand zur Entfaltung aus der Zuführhülse dargestellt. Die Vorrichtung **100** wird in der vollständig geöffneten Position in die Zuführhülse geladen, da die vollständig geöffnete Position den geringsten Platz einnimmt und die Verwendung des kleinsten Katheters ermöglicht (oder die Verwendung der größten Vorrichtung **100** für eine bestimmte Kathetergröße). Im gestreckten Zustand ist die Kappe **114** von dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** beabstandet, so dass die Paddel **120**, **122** des Ankerteils **106** vollständig ausgefahren sind. In einigen Ausführungsformen beträgt der Winkel, der zwischen der Innenseite der äußeren und inneren Paddel **120**, **122** gebildet wird, ungefähr 180 Grad. Die mit Widerhaken versehenen Schließen **130** werden während der Entfaltung durch die Zuführhülse oder das Zuführmittel **102** in einem geschlossenen Zustand gehalten, so dass die Widerhaken oder das Mittel zur Sicherung **136** (**Fig. 11**) die Hülse oder das Gewebe im Herzen des Patienten nicht verfangen oder beschädigen.

[0058] In **Fig. 9** ist die Vorrichtung **100** in einem gestreckten Ablösezustand dargestellt, ähnlich wie in **Fig. 8**, jedoch mit den Widerhakenschließen **130** in einer vollständig geöffneten Position, die von etwa 140 Grad bis etwa 200 Grad, bis etwa 170 Grad bis etwa 190 Grad oder etwa 180 Grad zwischen den festen und beweglichen Teilen der Widerhakenschließen **130** reicht. Es hat sich gezeigt, dass ein vollständiges Öffnen der Paddel **120**, **122** und der Schließen **130** das Lösen oder Ablösen von der Anatomie des Patienten während der Implantation der Vorrichtung **100** erleichtert.

[0059] In **Fig. 10** ist die Vorrichtung **100** in einem verkürzten oder vollständig geschlossenen Zustand dargestellt. Die kompakte Größe der Vorrichtung **100** im verkürzten Zustand ermöglicht ein einfacheres Manövrieren und Platzieren innerhalb des Herzens. Um die Vorrichtung **100** aus dem verlängerten Zustand in den verkürzten Zustand zu bringen, wird das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **112** zurückgezogen, um die Kappe **114** in Richtung des Koaptionselements oder Mittels zur Koaption **110** zu ziehen. Die Gelenke oder flexiblen Verbindungen **126** zwischen dem äußeren Paddel **120** und dem inneren Paddel **122** sind in ihrer Bewegung so eingeschränkt, dass die Druckkräfte, die auf das äußere Paddel **120** wirken, wenn die Kappe **114** in Richtung des Koaptionselements oder der Mittel zum Koaptieren **110** zurückgezogen wird, dazu führen, dass sich die Paddel oder Griffelemente **120**, **122** radial nach außen bewegen. Während der Bewegung von der offenen in die geschlossene Position halten die äußeren Paddel **120** einen spitzen Winkel mit dem Auslöseelement oder den Mitteln zum Auslösen **112** ein. Die äußeren Paddel **120** können optional in Richtung einer geschlossenen Position vorgespannt werden. Die inneren Paddel **122** bewegen sich während der gleichen Bewegung um einen wesentlich größeren Winkel, da sie im offenen Zustand vom Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **110** weggerichtet sind und im geschlossenen Zustand entlang der Seiten des Auslöseelements oder der Mittel zur Auslöse **110** zusammenfallen. In bestimmten Ausführungsformen sind die inneren Paddel **122** dünner und/oder schmaler als die äußeren Paddel **120**, und die mit den inneren Paddeln **122** verbundenen Gelenk- oder flexiblen Abschnitte **126**, **128** können dünner und/oder flexibler sein. Zum Beispiel kann diese erhöhte Flexibilität mehr Bewegung erlauben als das Gelenk oder der flexible Abschnitt **124**, der das äußere Paddel **124** mit der Kappe **114** verbindet. In bestimmten anderen Ausführungsformen sind die äußeren Paddels **120** schmaler als die inneren Paddels **122**. Die Gelenke oder flexiblen Abschnitte **126**, **128**, die mit den inneren Paddeln **122** verbunden sind, können flexibler sein, um zum Beispiel mehr Bewegung zu ermöglichen als das Gelenk oder der flexible Abschnitt **124**, der das äußere Paddel **124** mit der Kappe **114** verbindet. In einer Ausführungsform können die inneren Paddel **122** die gleiche oder im Wesentlichen die gleiche Breite wie die äußeren Paddel haben (siehe z.B. **Fig. 65A**).

[0060] In den **Fig. 11-13** ist die Vorrichtung **100** in einem teilweise geöffneten, griffbereiten Zustand dargestellt. Um vom vollständig geschlossenen in den teilweise geöffneten Zustand überzugehen, wird das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **112** ausgefahren, um die Kappe **114** vom Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110** wegzuschieben, wodurch an den äußeren Paddeln **120** gezogen wird, die wiederum an den inneren Paddeln **122** ziehen, wodurch der Ankerabschnitt **106** teilweise entfaltet wird. Die Auslöseleinen **116** werden ebenfalls zurückgezogen, um die Schließen **130** zu öffnen, so dass die Klappensegel ergriffen werden können. In dem in **Fig. 11** dargestellten Beispiel werden die beiden inneren und äußeren Paddel **122**, **120** nicht unabhängig voneinander, sondern gemeinsam durch ein einziges Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **112** bewegt. Auch die Positionen der Schließen **130** sind von den Positionen der Paddel **122**, **120** abhängig. Wie in **Fig. 10** zu sehen ist, werden durch das Schließen der Paddel **122**, **120** auch die Schließen geschlossen.

[0061] **Fig. 11A** zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Paddel **120**, **122** unabhängig voneinander steuerbar sind. Die in **Fig. 11A** dargestellte Vorrichtung **100A** ähnelt der in **Fig. 11** dargestellten Vorrichtung, außer dass die Vorrichtung **100A** ein Auslöseelement umfasst, das als zwei unabhängige Auslöseelemente **112A**, **112B** konfiguriert ist, die mit zwei unabhängigen Kappen **114A**, **114B** gekoppelt sind. Um ein erstes inneres Paddel und ein erstes äußeres Paddel aus dem vollständig geschlossenen in den teilweise geöffneten Zustand zu überführen, wird das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **112A** ausgefahren, um die Kappe **114A** von dem Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110** wegzudrücken, wodurch an dem äußeren Paddel **120** gezogen wird, das wiederum an dem inneren Paddel **122** zieht, wodurch der erste Ankerabschnitt **106** teilweise entfaltet wird. Um ein zweites inneres Paddel und ein zweites äußeres Paddel aus dem vollständig geschlossenen in den teilweise geöffneten Zustand zu überführen, wird das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **112B** ausgefahren, um die Kappe **114** von dem Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110** wegzudrücken, wodurch an dem äußeren Paddel **120** gezogen wird, das wiederum an dem inneren Paddel **122** zieht, wodurch der zweite Ankerabschnitt **106** teilweise entfaltet wird. Die in **Fig. 11A** dargestellte unabhängige Paddelsteuerung kann bei jeder der in der vorliegenden Anwendung offenbarten Vorrichtungen implementiert werden.

[0062] Wie in **Fig. 12** gezeigt, wird eine der Auslöseleitungen **116** ausgefahren, um das Schließen einer der Schließen **130** zu ermöglichen. In **Fig. 13** ist die andere Auslöselinie **116** ausgefahren, um das Schließen der

anderen Schließe **130** zu ermöglichen. Eine oder beide Auslöselinien **116** können wiederholt betätigt werden, um die Widerhakenschließen **130** wiederholt zu öffnen und zu schließen.

[0063] In **Fig. 14** ist die Vorrichtung **100** in einem vollständig geschlossenen und ausgefahrenen Zustand dargestellt. Die Zuführhülse oder das Zuführmittel **102** und das Auslöseelement oder das Auslösemittel **112** ist/sind eingefahren und die Paddel **120**, **122** und Schließen **130** verbleiben in einer vollständig geschlossenen Position. Nach dem Entfalten kann die Vorrichtung **100** mit einer mechanischen Verriegelung in der vollständig geschlossenen Position gehalten werden oder durch die Verwendung von Federmaterialien wie Stahl, anderen Metallen, Kunststoffen, Verbundwerkstoffen usw. oder Formgedächtnislegierungen wie Nitinol vorgespannt werden, um geschlossen zu bleiben. Beispielsweise können die gelenkigen oder flexiblen Abschnitte **124**, **126**, **128**, **138** und/oder die inneren und äußeren Paddel **122** und/oder eine zusätzliche Vorspannungskomponente (siehe Komponente **524** in **Fig. 28**) aus Metallen wie Stahl oder einer Formgedächtnislegierung wie Nitinol - hergestellt als Draht, Blech, Rohr oder lasergesintertes Pulver - bestehen und sind so vorgespannt, dass sie die äußeren Paddel **120** um das Koaptionselement oder die Koaptionsmittel **110** und die mit Widerhaken versehenen Schließen **130** um native Klappensegel geschlossen halten. In ähnlicher Weise sind die festen und beweglichen Arme **132**, **134** der Widerhakenschließen **130** vorgespannt, um die Klappensegel einzuklemmen. In bestimmten Ausführungsformen können die Befestigungs- oder Verbindungsabschnitte **124**, **126**, **128**, **138** und/oder die inneren und äußeren Paddels **122** und/oder eine zusätzliche Vorspannungskomponente (siehe Komponente **524** in **Fig. 28**) aus einem beliebigen anderen geeignet elastischen Material, wie z.B. einem Metall- oder Polymermaterial, gebildet werden, um die Vorrichtung nach der Implantation im geschlossenen Zustand zu halten.

[0064] In den **Fig. 226-231** ist die implantierbare Vorrichtung **100** mit einer Abdeckung **140** dargestellt. Die Abdeckung **140** kann aus einem Stoffmaterial bestehen, z.B. einem feinmaschigen Polyethylenstoff. Die Stoffabdeckung kann eine Blutabdichtung auf der Oberfläche des Abstandshalters bereitstellen und/oder ein schnelles Einwachsen von Gewebe fördern. Die Abdeckung **140** umfasst erste und zweite Abdeckungsabschnitte **142**, **144**, die jeweils unterschiedliche Abschnitte der Vorrichtung **100** abdecken. In einigen Ausführungsformen überlappt ein Abschnitt eines der ersten und zweiten Abdeckungsabschnitte **142**, **144** einen Abschnitt des anderen der ersten und zweiten Abdeckungsabschnitte **142**, **144**. Die ersten und zweiten Abdeckungsabschnitte **142**, **144** können auf verschiedene Weise angeordnet sein und können in einigen Ausführungsformen einen Überlappungsabschnitt **146** enthalten, der einen der ersten und zweiten Abdeckungsabschnitte **142**, **144** überlappt.

[0065] In den **Fig. 226-229** sind verschiedene Anordnungen der ersten und zweiten Abdeckteile **142**, **144** ohne überlappende Teile **146** dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 226** erstreckt sich der erste Abdeckungsabschnitt **142** (dargestellt durch eine dünne Linienschraffur), der aus einem einzigen Stück Material hergestellt sein kann, von der Kappe **114**, um die Kappe **114**, die äußeren Paddel **120**, die inneren Paddel **122** und die festen Arme **132** der Schließen **130** abzudecken. Die zweite Abdeckung **144** (dargestellt durch die Kreuzschraffur mit dicker Linie), die aus einem einzigen Stück Material bestehen kann, bedeckt das Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110**.

[0066] Bezug nehmend auf **Fig. 227** erstreckt sich der erste Abdeckungsabschnitt **142**, der aus einem einzigen Stück Material hergestellt werden kann, von der Kappe **114**, um die Kappe **114**, die äußeren Paddel **120**, die inneren Paddel **122**, die festen Arme **132** und die beweglichen Arme **134** der Schließen **130** abzudecken. Wie bei der Abdeckung **140** der **Fig. 226** deckt die zweite Abdeckung **144** das Koaptionselement oder die Mittel zur Koaption **110** ab.

[0067] Bezug nehmend auf **Fig. 228** erstreckt sich der erste Abdeckungsabschnitt **142**, der aus einem einzigen Materialstück hergestellt werden kann, von der Kappe **114**, um die Kappe **114**, die äußeren Paddel **120**, die inneren Paddel **122** und die festen Arme **132** der Schließen **130** abzudecken. Die zweite Abdeckung **144**, die aus einem einzigen Stück Material hergestellt werden kann, bedeckt das Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** und erstreckt sich von dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110**, um die beweglichen Arme **134** der Schließen **130** zu bedecken.

[0068] Bezug nehmend auf **Fig. 229** erstreckt sich der erste Abdeckungsabschnitt **142**, der aus einem einzigen Materialstück hergestellt werden kann, von der Kappe **114**, um die Kappe **114** und die äußeren Paddel **120** abzudecken. Die zweite Abdeckung **144**, die aus einem einzigen Stück Material hergestellt werden kann, bedeckt das Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** und erstreckt sich von dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110**, um die inneren Paddel **122** und die festen Arme **132** und beweglichen Arme **134** der Schließen **130** zu bedecken.

[0069] In den **Fig. 230-231** sind Anordnungen des ersten und zweiten Abdeckungsabschnitts **142, 144** dargestellt, die einen überlappenden Abschnitt **146** enthalten. Bezug nehmend auf **Fig. 230** erstreckt sich der erste Abdeckungsabschnitt **142**, der aus einem einzigen Materialstück hergestellt werden kann, von der Kappe **114**, um die Kappe **114**, die äußeren Paddel **120**, die inneren Paddel **122** und die festen Arme **132** und die beweglichen Arme **134** der Schließen **130** abzudecken. Die zweite Abdeckung **144**, die aus einem einzigen Stück Material hergestellt werden kann, bedeckt das Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** und umfasst überlappende Abschnitte **146**, die sich von dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** erstrecken, um einen Abschnitt der beweglichen Arme **134** zu überlappen, die von der ersten Abdeckung **142** bedeckt sind.

[0070] Bezug nehmend auf **Fig. 231** erstreckt sich der erste Abdeckungsabschnitt **142**, der aus einem einzigen Materialstück hergestellt werden kann, von der Kappe **114**, um die Kappe **114**, die äußeren Paddel **120**, die inneren Paddel **122** und die festen Arme **132** der Schließen **130** abzudecken. Die zweite Abdeckung **144**, die aus einem einzigen Stück Material hergestellt werden kann, bedeckt das Koaptionselement oder die Mittel zum Koaptieren **110** und die beweglichen Arme **134** der Schließen **130**. Die erste Abdeckung **142** umfasst auch überlappende Abschnitte **146**, die sich von den festen Armen **132** und den inneren Paddeln **122** erstrecken, um einen Teil der beweglichen Arme **134** und des Koaptionselements oder der Mittel zum Koaptieren **110** zu überlappen, die von der zweiten Abdeckung **144** abgedeckt werden.

[0071] In den **Fig. 15-20** wird gezeigt, wie die implantierbare Vorrichtung **100** der **Fig. 8-14** in die native Mitralklappe **MV** des Herzens **H** eingebracht und implantiert wird. Die gezeigten und/oder diskutierten Verfahren und Schritte können an einem lebenden Tier oder an einer Simulation, wie z.B. an einer Leiche, einem Leichenherz, einem Simulator (z.B. mit den simulierten Körperteilen, Herz, Gewebe usw.) usw. durchgeführt werden.

[0072] Wie in **Fig. 15** dargestellt, wird die Zuführhülse durch das Septum in den linken Vorhof **LA** eingeführt und die Vorrichtung **100** wird im vollständig geöffneten Zustand aus der Zuführhülse ausgefahren. Das Auslöseelement oder die Mittel zur Auslöse von **112** werden dann zurückgezogen, um die Vorrichtung **100** in den in **Fig. 16** gezeigten vollständig geschlossenen Zustand zu bringen. Wie in **Fig. 17** zu sehen ist, wird die Vorrichtung **100** in eine Position innerhalb der Mitralklappe **MV** in den Ventrikel **LV** bewegt und teilweise geöffnet, so dass die Segel **20, 22** ergriffen werden können. In **Fig. 18** wird nun eine Auslöselinie **116** ausgefahren, um eine der Schließen **130** zu schließen und ein Segel **20** zu erfassen. **Fig. 19** zeigt, wie die andere Auslöselinie **116** dann ausgefahren wird, um die andere Schließe **130** zu schließen und das verbleibende Klappensegel **22** zu fassen. Wie in **Fig. 20** zu sehen ist, werden die Zuführhülse oder das Zuführmittel **102** und das Auslöseelement oder das Auslösemittel **112** und die Auslöseleitungen **116** dann zurückgezogen, und die Vorrichtung **100** ist vollständig geschlossen und in der nativen Mitralklappe **MV** entfaltet.

[0073] In **Fig. 21** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **200** oder deren Rahmen dargestellt. In bestimmten Ausführungsformen umfasst die Vorrichtung **200** ein ringförmiges Abstandshalterelement **202**, eine Stoffabdeckung (nicht dargestellt) und Anker **204**, die sich von dem Abstandshalterelement **202** erstrecken. Die Enden jedes Ankers **204** können mit entsprechenden Streben des Abstandshalters **202** durch entsprechende Hülsen **206** gekoppelt werden, die um die Verbindungsabschnitte der Anker **206** und die Streben des Abstandshalters **202** gecrimpt oder geschweißt werden können. In einem Ausführungsbeispiel kann ein Verriegelungsmechanismus das Abstandselement **202** mit dem Anker **204** innerhalb der Hülse **206** verbinden. Beispielsweise kann die Hülse so bearbeitet werden, dass sie eine Innenform hat, die mit der Außenform der Enden des Abstandselements **202** und des Ankers **204** übereinstimmt oder etwas kleiner ist, so dass die Hülse reibschlüssig an den Verbindungsabschnitten angebracht werden kann. Ein oder mehrere Widerhaken oder Vorsprünge **208** können am Rahmen des Abstandselements **202** angebracht werden. Die freien Enden der Widerhaken oder Vorsprünge **208** können verschiedene Formen aufweisen, z.B. abgerundet, spitz, mit Widerhaken versehen oder ähnliches. Die Vorsprünge **208** können eine Haltekraft gegen die nativen Klappensegel aufgrund der Verankerungen **204** ausüben, die so geformt sind, dass sie die nativen Klappensegel nach innen in das Abstandshalterelement **202** drücken.

[0074] In **Fig. 22** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **300** oder deren Rahmen dargestellt. In bestimmten Ausführungsformen umfasst die prothetische Abstandsvorrichtung **300** ein ringförmiges Abstandshalterelement **302**, eine Gewebeabdeckung (nicht dargestellt) und Anker **304**, die sich von dem Abstandshalterelement **302** erstrecken und ähnlich wie die prothetische Abstandsvorrichtung **200** konfiguriert sein können. Ein oder mehrere Widerhaken oder Vorsprünge **306** können am Rahmen des Abstandshalters **302** angebracht werden. Die Enden der Vorsprünge **306** können Stopper **308** umfassen. Die Stopper **308** der Vorsprünge können auf unterschiedlichste Weise konfiguriert werden. Zum Beispiel können die Stopper **308** so konfiguriert sein, dass sie das Ausmaß der Vorsprünge **306** begrenzen, die in die nativen Klappensegel eingreifen und/oder in diese eindringen können, und/oder die Stopper können so konfiguriert sein, dass sie

das Entfernen der Vorsprünge **306** aus dem Gewebe verhindern, nachdem die Vorsprünge **306** in das Gewebe eingedrungen sind.

[0075] Die Anker **304** der prothetischen Abstandsvorrichtung **300** können ähnlich wie die Anker **204** der prothetischen Abstandsvorrichtung **200** konfiguriert sein, mit der Ausnahme, dass die Kurve jedes Ankers **304** einen größeren Radius als die Anker **204** aufweist. Somit bedecken die Anker **304** einen relativ größeren Teil des Abstandselements **302** als die Anker **204**. Dadurch kann z.B. die Klemmkraft der Anker **304** gegen die nativen Klappensegel auf eine relativ größere Oberfläche der nativen Klappensegel verteilt werden, um das native Klappensegelgewebe weiter zu schützen.

[0076] Weitere Einzelheiten zu den prothetischen Abstandshaltervorrichtungen sind beispielsweise in der US-Patentanmeldung Nr. 2016/0331523 und der US-Vorläufigen Anmeldung Nr. 62/161,688 zu finden, die durch Bezugnahme hierin aufgenommen werden. Die Vorrichtungen **200**, **300** können beliebige andere Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung erörtert werden, und die Vorrichtung **200**, **300** kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines beliebigen geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem).

[0077] Die Fig. 23-27 zeigen ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Abstandsvorrichtung **400** und deren Komponenten. Die Vorrichtung **400** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtung **400** kann so positioniert werden, dass sie mit dem Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems in Eingriff kommt (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offengelegte Klappenreparatursystem).

[0078] Bezug nehmend auf Fig. 23 kann die prothetische Abstandshalter- oder Koaktionsvorrichtung **400** einen Koaktionsabschnitt **404** und einen Ankerabschnitt **406** umfassen, wobei der Ankerabschnitt **406** eine Vielzahl von Ankern **408** enthält. Der Koaktionsabschnitt **404** umfasst ein Koaktions- oder Abstandshalterelement **410**. Der Verankerungsabschnitt **406** umfasst eine Vielzahl von Paddeln **420** (z.B. zwei in der dargestellten Ausführungsform) und eine Vielzahl von Schließen bzw. Klammern **430** (z.B. zwei in der dargestellten Ausführungsform). Ein erster oder proximaler Kragen **411** und ein zweiter Kragen oder eine Kappe **414** werden verwendet, um den Koaktionsabschnitt **404** und den Ankerabschnitt **406** relativ zueinander zu bewegen.

[0079] Wie in Fig. 25 gezeigt, können erste Verbindungsabschnitte **425** der Anker **408** mit einem ersten Abschnitt **417** des Koaktions- oder Abstandselements **410** gekoppelt werden und sich von diesem erstrecken, und zweite Verbindungsabschnitte **421** der Anker **408** können mit dem ersten Kragen **414** gekoppelt werden. Der proximale Kragen **411** kann mit einem zweiten Abschnitt **419** des Koaktionselements **410** gekoppelt werden.

[0080] Das Koaktionselement **410** und die Verankerungen **408** können auf verschiedene Weise miteinander gekoppelt werden. Zum Beispiel können, wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt, das Koaktionselement **410** und die Anker **408** miteinander gekoppelt werden, indem das Koaktionselement **410** und die Anker **408** als ein einziges, einheitliches Bauteil integral geformt werden. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass das Koaktionselement **410** und die Anker **408** aus einem geflochtenen oder gewebten Material, wie z.B. geflochtenem oder gewebtem Nitinoldraht, gebildet werden. In anderen Ausführungsformen können das Koaktionselement **410** und die Verankerungen **408** durch Schweißen, Befestigungselemente, Klebstoff, Gelenkverbindungen, Nähte, Reibverbindungen, Schmieden und/oder andere Mittel zur Kopplung miteinander verbunden werden.

[0081] Bezug nehmend auf Fig. 24 können die Anker **408** erste Abschnitte oder äußere Paddel **420** und zweite Abschnitte oder innere Paddel **422** umfassen, die durch Verbindungsabschnitte **423** getrennt sind. Auf diese Weise sind die Verankerungen **408** ähnlich wie Beine konfiguriert, indem die inneren Paddel **422** wie obere Abschnitte der Beine, die äußeren Paddel **420** wie untere Abschnitte der Beine und die Verbindungsabschnitte **423** wie Knieabschnitte der Beine sind. In einigen Ausführungsformen sind der innere Paddelabschnitt **422**, der äußere Paddelabschnitt **420** und der Gelenkabschnitt **423** aus einem durchgehenden Streifen eines Gewebes, wie z.B. einem Metallgewebe, gebildet. In einigen Ausführungsformen ist der Gewebestreifen ein Verbundgewebestreifen.

[0082] Die Anker **408** können so konfiguriert werden, dass sie sich zwischen verschiedenen Konfigurationen bewegen, indem die Kappe **414** relativ zum proximalen Kragen **411** und damit die Anker **408** relativ zum Koaktionselement **410** entlang einer Längsachse, die sich zwischen dem ersten oder distalen und dem zweiten oder proximalen Abschnitt **417**, **419** des Koaktionselements **410** erstreckt, axial bewegt werden. Zum Beispiel kön-

nen die Anker **408** in einer geraden Konfiguration positioniert werden, indem die Kappe **414** vom Koaptionselement **410** wegbewegt wird. In der geraden Konfiguration sind die Paddelabschnitte in Richtung der Längsachse der Vorrichtung ausgerichtet oder gerade, und die Verbindungsabschnitte **423** der Anker **408** liegen neben der Längsachse des Aufnahmeelements **410** (z.B. ähnlich der in **Fig. 59** gezeigten Konfiguration). Von der geraden Konfiguration können die Anker **408** in eine vollständig gefaltete Konfiguration bewegt werden (z.B. **Fig. 23**), indem sie in Richtung des Koaptionselements **410** bewegt werden. Anfangs, wenn sich die Kappe **414** in Richtung des Koaptionselements **410** bewegt, biegen sich die Anker **408** an den Verbindungsabschnitten **423**, **425**, **421** und die Verbindungsabschnitte **423** bewegen sich radial nach außen relativ zur Längsachse des Koaptionselements **410** und axial in Richtung des ersten Abschnitts **414** des Koaptionselements **410**, wie in den **Fig. 24-25** gezeigt. Wenn sich die Kappe **414** weiter in Richtung des Koaptionselements **410** bewegt, bewegen sich die Verbindungsabschnitte **423** relativ zur Längsachse des Koaptionselements **410** radial nach innen und axial in Richtung des proximalen Abschnitts **419** des Koaptionselements **410**, wie in **Fig. 23** dargestellt.

[0083] In einigen Ausführungsformen kann ein Winkel zwischen den inneren Paddeln **422** der Anker **408** und dem Koaptionselement **410** ungefähr 180 Grad betragen, wenn sich die Anker **408** in der geraden Konfiguration befinden (siehe z.B. **Fig. 59**), und der Winkel zwischen den inneren Paddeln **422** der Anker **408** und dem Koaptionselement **410** kann ungefähr 0 Grad betragen, wenn sich die Anker **408** in der vollständig gefalteten Konfiguration befinden (siehe **Fig. 23**). Die Verankerungen **408** können in verschiedenen teilweise gefalteten Konfigurationen positioniert werden, so dass der Winkel zwischen den inneren Paddeln **422** der Verankerungen **408** und dem Koaptionselement **410** ungefähr 10-170 Grad oder ungefähr 45-135 Grad betragen kann.

[0084] Konfigurieren der prothetischen Abstandsvorrichtung **400** so, dass sich die Anker **408** in einer geraden oder annähernd geraden Konfiguration erstrecken können (z.B. ca. 120-180 Grad relativ zum Koaptionselement **410**), kann mehrere Vorteile bieten. Zum Beispiel kann dies das radiale Crimpprofil der prothetischen Abstandsvorrichtung **400** reduzieren. Es kann auch das Greifen der nativen Klappensegel erleichtern, indem eine größere Öffnung bereitgestellt wird, in der die nativen Klappensegel gegriffen werden können. Darüber hinaus kann die relativ schmale, gerade Konfiguration verhindern oder die Wahrscheinlichkeit verringern, dass sich die prothetische Abstandsvorrichtung **400** in der körpereigenen Anatomie (z.B. Chordae tendineae) verheddert, wenn die prothetische Abstandsvorrichtung **400** in der Zuführvorrichtung positioniert und/oder entnommen wird.

[0085] Wieder Bezug nehmend auf **Fig. 24** können die Schließen **430** Befestigungs- oder feste Abschnitte **432** und Arm- oder bewegliche Abschnitte **434** umfassen. Die Befestigungs- oder festen Abschnitte **432** können auf verschiedene Weise mit den inneren Paddeln **422** der Anker **408** gekoppelt werden, z.B. mit Nähten, Klebstoff, Befestigungselementen, Schweißen, Nähen, Schmieden, Reibschluss und/oder anderen Mitteln zur Kopplung oder Befestigung.

[0086] In einigen Ausführungsformen können sich die beweglichen Teile **434** relativ zu den festen Teilen **432** zwischen einer offenen Konfiguration (z.B. **Fig. 24**) und einer geschlossenen Konfiguration (**Fig. 23** und **Fig. 25**) bewegen, biegen oder schwenken. In einigen Ausführungsformen können die Schließen **430** in die geschlossene Konfiguration vorgespannt werden. In einigen Ausführungsformen biegen oder schwenken in der offenen Konfiguration die festen Abschnitte **432** und die beweglichen Abschnitte **434** voneinander weg, so dass native Klappensegel zwischen den festen Abschnitten **432** und den beweglichen Abschnitten **434** positioniert werden können. In einigen Ausführungsformen biegen oder schwenken die festen Abschnitte **432** und die beweglichen Abschnitte **434** in der geschlossenen Konfiguration aufeinander zu und klemmen so die nativen Klappensegel zwischen den festen Abschnitten **432** und den beweglichen Abschnitten **434** ein.

[0087] Bezug nehmend auf die **Fig. 26-27** sind die Schließen **430** in Draufsicht und perspektivischer Ansicht dargestellt. Die festen Abschnitte **432** (in den **Fig. 26-27** ist nur einer dargestellt) können eine oder mehrere Öffnungen **433** aufweisen (z.B. drei in der dargestellten Ausführungsform). Zumindest einige der Öffnungen **433** können dazu verwendet werden, die festen Abschnitte **432** mit den Ankern **408** zu verbinden. Beispielsweise können sich Nähte und/oder Befestigungselemente durch die Öffnungen **433** erstrecken, um die festen Abschnitte **432** mit den Ankern **408** zu verbinden, oder es können andere Befestigungen, wie Schweißen, Kleben usw., verwendet werden.

[0088] Die beweglichen Teile **434** können einen oder mehrere Seitenbalken **431** umfassen. Wenn, wie dargestellt, zwei Seitenbalken enthalten sind, können die Seitenbalken voneinander beabstandet sein, um Schlitze **431A** zu bilden. Die Schlitze **431A** können so konfiguriert sein, dass sie die festen Teile **432** aufnehmen. Die beweglichen Abschnitte **434** können auch Federabschnitte **434A**, die mit den festen Abschnitten **432** gekop-

pelt sind, und Widerhakenstützabschnitte **434B**, die gegenüber den Federabschnitten **434A** angeordnet sind, umfassen.

[0089] Die Widerhakenstützabschnitte **434B** können Greif- oder Befestigungselemente wie Widerhaken **436** und/oder andere Mittel zum Reibungseingriff mit dem nativen Klappensegelgewebe umfassen. Die Greifelemente können so konfiguriert sein, dass sie in das Gewebe der nativen Klappensegel eingreifen und/oder eindringen, um die nativen Klappensegel zwischen den festen Abschnitten **432** und den beweglichen Abschnitten **434** der Schließen **430** zu halten.

[0090] Die Widerhakenhalteabschnitte **434B** können auch Ösen **435** umfassen, die dazu verwendet werden können, die Widerhakenhalteabschnitte **434B** mit einem Auslösemechanismus zu koppeln, der so konfiguriert ist, dass er die beweglichen Abschnitte **434** relativ zu den festen Abschnitten **432** biegt oder schwenkt. Weitere Einzelheiten zur Kopplung der Schließen **430** mit dem Auslösemechanismus werden im Folgenden beschrieben.

[0091] In einigen Ausführungsformen können die Schließen **430** aus einem Formgedächtnismaterial wie Nitinol, Edelstahl und/oder Formgedächtnispolymeren geformt werden. In bestimmten Ausführungsformen können die Schließen **430** durch Laserschneiden eines Stücks eines flachen Blechmaterials (z.B. Nitinol) oder eines Rohrs in der in **Fig. 26** gezeigten Konfiguration oder einer ähnlichen oder anderen Konfiguration und anschließendes Formsetzen der Schließe **430** in der in **Fig. 27** gezeigten Konfiguration gebildet werden.

[0092] Die Verformung der Schließen **430** auf diese Weise kann mehrere Vorteile bieten. Beispielsweise können die Schließen **430** optional von der formgepressten Konfiguration (z.B. **Fig. 27**) in die flache Konfiguration (z.B. **Fig. 26**) oder eine andere Konfiguration komprimiert werden, die das radiale Crimpprofil der Schließen **430** reduziert. Zum Beispiel können die Widerhaken optional zu einer flachen Konfiguration zusammengedrückt werden. Die Verringerung des radialen Crimpprofiles kann die Verfolgbarkeit und Rückholbarkeit der prothetischen Abstandsvorrichtung **400** relativ zu einem Katheterschaft einer Zuführvorrichtung verbessern, da die Widerhaken **440** radial nach innen in Richtung der Verankerungen **408** zeigen, wenn die prothetische Abstandsvorrichtung **400** durch den Katheterschaft vorgeschoben oder in diesen zurückgezogen wird (siehe z.B. **Fig. 33**). Dies kann verhindern oder die Wahrscheinlichkeit verringern, dass die Schließen **430** sich im Katheterschaft verhaken oder ihn abschälen können.

[0093] Darüber hinaus kann die Formeinstellung der Schließen **430** in der in **Fig. 27** gezeigten Konfiguration die Klemmkraft der Schließen **430** erhöhen, wenn sich die Schließen **430** in der geschlossenen Konfiguration befinden. Dies liegt daran, dass die beweglichen Abschnitte **434** relativ zu den festen Abschnitten **432** in eine erste Position (z.B. **Fig. 27**) formschlüssig eingestellt sind, die jenseits der Position liegt, die die beweglichen Abschnitte **434** erreichen können, wenn die Schließen **430** an den Verankerungen **408** (z.B. **Fig. 25**) befestigt sind, weil die Verankerungen **408** die beweglichen Abschnitte **434** an einer weiteren Bewegung in Richtung der formschlüssigen Konfiguration hindern. Dies führt dazu, dass die beweglichen Abschnitte **434** eine Vorspannung haben (d. h., die Klemmkraft ist größer als Null), wenn die Schließen **430** an den Ankern **408** befestigt sind und sich in der geschlossenen Konfiguration befinden. Somit kann die Formeinstellung der Schließen **430** in der Konfiguration aus **Fig. 27** die Klemmkraft der Schließen **430** im Vergleich zu Schließen, die in der geschlossenen Konfiguration formgesichert sind, erhöhen.

[0094] Die Größe der Vorspannung der Schließen **430** kann durch Einstellen des Winkels, in dem die beweglichen Teile **434** relativ zu den festen Teilen **432** in Form gebracht werden, verändert werden. Zum Beispiel erhöht eine Vergrößerung des relativen Winkels zwischen den beweglichen Abschnitten **434** und den festen Abschnitten **432** die Vorspannung, und eine Verkleinerung des relativen Winkels zwischen den beweglichen Abschnitten **434** und den festen Abschnitten **432** verringert die Vorspannung. Sie kann auch auf andere Weise eingestellt werden, z.B. basierend auf der Konfiguration des Gelenks, des Scharniers, der Materialien usw.

[0095] In einigen Ausführungsformen kann der proximale Kragen **411** und/oder das Koaptionselement **410** eine hämostatische Dichtung **413** umfassen, die so konfiguriert ist, dass sie das Fließen von Blut durch den proximalen Kragen **411** und/oder das Koaptionselement **410** reduziert oder verhindert. In einigen Ausführungsformen kann die hämostatische Dichtung **413** beispielsweise eine Vielzahl von flexiblen Klappen **413A** umfassen, wie in **Fig. 23** gezeigt. In einigen Ausführungsformen können die Klappen **413A** so konfiguriert sein, dass sie von einer abgedichteten Konfiguration in eine offene Konfiguration schwenken, damit sich ein Schaft einer Zuführvorrichtung durch den zweiten Kragen **410** erstrecken kann. In einem Ausführungsbeispiel bilden die Klappen **413A** eine Dichtung um den Schaft der Zuführvorrichtung. Wenn der Schaft der Zuführvorrichtung

entfernt wird, können die Klappen **413A** so konfiguriert werden, dass sie aus der offenen Konfiguration in die abgedichtete Konfiguration zurückkehren.

[0096] In **Fig. 23A** ist ein Ausführungsbeispiel einer implantierbaren prothetischen Abstandsvorrichtung **400A** dargestellt. Die Vorrichtung **400A** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtung **400A** kann so positioniert werden, dass sie mit dem Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems in Eingriff kommt (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offengelegte Klappenreparatursystem).

[0097] Der prothetische Abstandshalter oder die Koaptionsvorrichtung **400A** kann einen Koaptionsabschnitt **404A** und einen Ankerabschnitt **406A** umfassen, wobei der Ankerabschnitt **406A** eine Vielzahl von Ankern **408A** enthält. Der Koaptionsabschnitt **404A** umfasst ein Koaptionselement oder einen Abstandshalter **410A**. Der Ankerabschnitt **406A** umfasst eine Vielzahl von Paddeln **420A** (z.B. zwei in der dargestellten Ausführungsform) und eine Vielzahl von Schließen **430A** (z.B. zwei in der dargestellten Ausführungsform). Ein erster oder proximaler Kragen **411A** und ein zweiter Kragen oder eine Kappe **414A** werden verwendet, um den Koaptionsabschnitt **404A** und den Ankerabschnitt **406A** relativ zueinander zu bewegen.

[0098] Das Koaptionselement **410A** erstreckt sich von einem proximalen Abschnitt **419A**, der mit dem Kragen **411A** verbunden ist, bis zu einem distalen Abschnitt **417A**, der mit den Ankern **408A** verbunden ist. Das Koaptionselement **410A** und die Verankerungen **408A** können auf verschiedene Weise miteinander verbunden werden. Zum Beispiel können, wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt, das Koaptionselement **410A** und die Anker **408A** miteinander gekoppelt werden, indem das Koaptionselement **410A** und die Anker **408A** als ein einziges, einheitliches Bauteil integral geformt werden. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass das Koaptionselement **410A** und die Anker **408A** aus einem kontinuierlichen Streifen **401A** eines geflochtenen oder gewebten Materials, wie z.B. geflochtenem oder gewebtem Nitinoldraht, geformt werden.

[0099] Die Anker **408A** sind mit Scharnierabschnitten **425A** am Koaptionselement **410A** und mit Scharnierabschnitten **421A** an der Kappe **414A** befestigt. Die Anker **408A** können erste Abschnitte oder äußere Paddel **420A** und zweite Abschnitte oder innere Paddel **422A** umfassen, die durch Gelenkabschnitte **423A** getrennt sind. Die Gelenkabschnitte **423A** sind an Paddelrahmen **424A** befestigt, die gelenkig an der Kappe **414A** angebracht sind. Auf diese Weise sind die Anker **408A** ähnlich wie Beine konfiguriert, indem die inneren Paddel **422A** wie obere Teile der Beine, die äußeren Paddel **420A** wie untere Teile der Beine und die Gelenkabschnitte **423A** wie Knieabschnitte der Beine sind. Im dargestellten Beispiel sind der innere Paddelabschnitt **422A**, der äußere Paddelabschnitt **420A** und der Gelenkabschnitt **423A** aus dem durchgehenden Gewebestreifen **401A**, z.B. einem Metallgewebe, gebildet.

[0100] Die Anker **408A** können so konfiguriert werden, dass sie sich zwischen verschiedenen Konfigurationen bewegen, indem die Kappe **414A** relativ zum proximalen Kragen **411A** und damit die Anker **408A** relativ zum Koaptionselement **410A** entlang einer Längsachse, die sich zwischen der Kappe **414A** und dem proximalen Kragen **411A** erstreckt, axial bewegt werden. Beispielsweise können die Anker **408** in einer geraden Konfiguration positioniert werden (siehe **Fig. 60A**), indem die Kappe **414A** von dem Koaptionselement **410A** weg bewegt wird. In der geraden Konfiguration sind die Paddelabschnitte **420A**, **422A** in Richtung der Längsachse der Vorrichtung ausgerichtet oder gerade, und die Gelenkabschnitte **423A** der Anker **408A** liegen neben der Längsachse des Koaptionselements **410A** (z.B. ähnlich der in **Fig. 60A** dargestellten Konfiguration). Von der geraden Konfiguration können die Anker **408** in eine vollständig gefaltete Konfiguration bewegt werden (z.B. **Fig. 23A**), indem sie in Richtung des Koaptionselements **410A** bewegt werden. Anfangs, wenn sich die Kappe **414A** in Richtung des Koaptionselements **410A** bewegt, biegen sich die Anker **408A** an den Verbindungsabschnitten **421A**, **423A**, **425A**, und die Verbindungsabschnitte **423A** bewegen sich radial nach außen relativ zur Längsachse der Vorrichtung **400A** und axial in Richtung des distalen Abschnitts **417A** des Koaptionselements **410A**, wie in den **Fig. 53A** und **Fig. 54A** gezeigt. Wenn sich die Kappe **414A** weiter in Richtung des Koaptionselements **410A** bewegt, bewegen sich die Gelenkabschnitte **423A** relativ zur Längsachse der Vorrichtung **400A** radial nach innen und axial in Richtung des proximalen Abschnitts **419A** des Koaptionselements **410A**, wie in **Fig. 23A** dargestellt.

[0101] In einigen Ausführungsformen kann ein Winkel zwischen den inneren Paddeln **422A** der Anker **408A** und dem Koaptionselement **410A** ungefähr 180 Grad betragen, wenn sich die Anker **408A** in der geraden Konfiguration befinden (siehe z.B. **Fig. 60A**), und der Winkel zwischen den inneren Paddeln **422A** der Anker **408A** und dem Koaptionselement **410A** kann ungefähr 0 Grad betragen, wenn sich die Anker **408A** in der vollständig gefalteten Konfiguration befinden (siehe **Fig. 23A**). Die Verankerungen **408A** können in verschiedenen teilweise gefalteten Konfigurationen positioniert werden, so dass der Winkel zwischen den inneren Paddeln

422A der Verankerungen **408A** und dem Koaptionselement **410A** ungefähr 10-170 Grad oder ungefähr 45-135 Grad betragen kann.

[0102] Das Konfigurieren der prothetischen Abstandsvorrichtung **400A** so, dass sich die Anker **408A** in einer geraden oder annähernd geraden Konfiguration erstrecken können (z.B. etwa 120-180 Grad relativ zum Koaptionselement **410A**), kann mehrere Vorteile bieten. Zum Beispiel kann dies das radiale Crimpprofil der prothetischen Abstandsvorrichtung **400A** reduzieren. Es kann auch das Greifen der nativen Klappensegel erleichtern, indem es eine größere Öffnung bietet, in der die nativen Klappensegel gegriffen werden können. Darüber hinaus kann die relativ schmale, gerade Konfiguration verhindern oder die Wahrscheinlichkeit verringern, dass sich die prothetische Abstandsvorrichtung **400A** bei der Positionierung und/oder Entnahme der prothetischen Abstandsvorrichtung **400A** in der Zuführvorrichtung in der körpereigenen Anatomie (z.B. Chordae tendineae) verheddert.

[0103] Die Schließen **430A** können Befestigungs- oder feste Abschnitte **432C** und Arm- oder bewegliche Abschnitte **434C** umfassen. Die Befestigungs- oder festen Abschnitte **432C** können auf verschiedene Weise mit den inneren Paddeln **422A** der Anker **408A** gekoppelt werden, z.B. mit Nähten, Klebstoff, Befestigungselementen, Schweißen, Nähen, Quetschen, Reibschluss und/oder anderen Mitteln zur Kopplung. Die Schließen **430A** sind ähnlich wie die Schließen **430**.

[0104] In einigen Ausführungsformen können die beweglichen Teile **434C** relativ zu den festen Teilen **432C** zwischen einer offenen Konfiguration (z.B. **Fig. 54A**) und einer geschlossenen Konfiguration (**Fig. 53A**) gelenkig sein, sich biegen oder schwenken. In einigen Ausführungsformen können die Schließen **430A** in die geschlossene Konfiguration vorgespannt sein. In der offenen Konfiguration sind die festen Abschnitte **432C** und die beweglichen Abschnitte **434C** gelenkig, schwenkbar oder biegen sich voneinander weg, so dass native Klappensegel zwischen den festen Abschnitten **432C** und den beweglichen Abschnitten **434C** positioniert werden können. In der geschlossenen Konfiguration sind die festen Abschnitte **432C** und die beweglichen Abschnitte **434C** gelenkig, schwenkbar oder biegen sich aufeinander zu, wodurch die nativen Klappensegel zwischen den festen Abschnitten **432C** und den beweglichen Abschnitten **434C** eingeklemmt werden.

[0105] Der Streifen **401A** mit dem Kragen **411A**, der Kappe **414A**, den Paddelrahmen **424A** und den Schließen **430A** verbunden, um sowohl den Koaptionsabschnitt **404A** als auch den Ankerabschnitt **406A** der Vorrichtung **400A** zu bilden. In der dargestellten Ausführungsform werden das Koaptionselement **410A**, die Scharnierabschnitte **421A**, **423A**, **425A**, die äußeren Paddel **420A** und die inneren Paddel **422A** aus dem kontinuierlichen Streifen **401A** gebildet. Der kontinuierliche Streifen **401A** kann aus einer einzigen Materialschicht bestehen oder zwei oder mehr Schichten umfassen. In bestimmten Ausführungsformen weisen Teile der Vorrichtung **400A** eine einzelne Schicht des Materialstreifens **401A** auf und andere Teile sind aus mehreren überlappenden oder übereinanderliegenden Schichten des Materialstreifens **401A** gebildet. **Fig. 23A** zeigt beispielsweise das Koaptionselement **410A** und die inneren Paddel **422A**, die aus mehreren überlappenden Schichten des Materialstreifens **401A** gebildet sind. Der einzelne kontinuierliche Materialstreifen **401A** kann an verschiedenen Stellen der Vorrichtung **400A** beginnen und enden. Die Enden des Materialstreifens **401A** können sich an der gleichen Stelle oder an verschiedenen Stellen des Geräts **400A** befinden. In der dargestellten Ausführungsform von **Fig. 23A** beginnt und endet der Materialstreifen beispielsweise an der Stelle der inneren Paddel **422A**.

[0106] In **Fig. 30A** ist die beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung **400A** mit einer Abdeckung **440A** dargestellt. Die Abdeckung **440A** ist auf dem Koaptionselement **410A**, dem Kragen **411A**, der Kappe **414A**, den Paddeln **420A**, **422A**, den Paddelrahmen **424A** und den Schließen **430A** angeordnet. Die Abdeckung **440A** kann so gestaltet sein, dass sie den Blutfluss durch die prothetische Abstandsvorrichtung **400A** verhindert oder reduziert und/oder das Einwachsen von nativem Gewebe fördert. In einigen Ausführungsformen kann die Abdeckung **440A** ein Stoff oder Gewebe wie PET, Velours oder ein anderes geeignetes Gewebe sein. In anderen Ausführungsformen kann die Abdeckung **440A** anstelle von oder zusätzlich zu einem Gewebe eine Beschichtung (z.B. Polymermaterial, Silikon usw.) enthalten, die auf die prothetische Abstandsvorrichtung **400A** aufgebracht wird.

[0107] In den **Fig. 28-30** ist eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung **500** (z.B. eine prothetische Abstandshaltervorrichtung) dargestellt. Die implantierbare Vorrichtung **500** ist eine der vielen verschiedenen Konfigurationen, die die in den **Fig. 8-20** schematisch dargestellte Vorrichtung **100** annehmen kann. Die Vorrichtung **500** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung besprochen werden, und die Vorrichtung **500** kann so positioniert werden, dass sie mit dem Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines beliebigen geeigneten Klappen-

reparatursystems (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem) in Eingriff kommt.

[0108] Die prothetische Abstandshaltervorrichtung **500** kann ein Koaptionselement oder Abstandshalterelement **510**, eine Vielzahl von Verankerungen **508**, die äußere Paddels **520**, innere Paddels **522**, Schließen **530**, einen ersten oder proximalen Kragen **511** und einen zweiten Kragen oder eine Kappe **514** umfassen. Diese Komponenten der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** können gleich oder im Wesentlichen ähnlich wie die entsprechenden Komponenten der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **400** konfiguriert sein.

[0109] Die prothetische Abstandshaltervorrichtung **500** kann auch eine Vielzahl von Paddelverlängerungselementen oder Paddelrahmen **524** umfassen. Die Paddelrahmen **524** können mit einer runden dreidimensionalen Form konfiguriert sein, mit ersten Verbindungsabschnitten **526**, die mit der Kappe **514** gekoppelt sind und sich von dieser erstrecken, und zweiten Verbindungsabschnitten **528**, die gegenüber den ersten Verbindungsabschnitten **526** angeordnet sind. Die Paddelrahmen **524** können so konfiguriert sein, dass sie sich in Umfangsrichtung weiter um das Koaptionselement **510** erstrecken als die äußeren Paddel **520**. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich beispielsweise jeder der Paddelrahmen **524** um etwa die Hälfte des Umfangs des Koaptionselements **510** (wie in **Fig. 29** gezeigt), und die äußeren Paddel **520** erstrecken sich um weniger als die Hälfte des Umfangs des Koaptionselements **510** (wie in **Fig. 28** gezeigt). Die Paddelrahmen **524** können auch so konfiguriert sein, dass sie sich seitlich (d. h. senkrecht zu einer Längsachse des Koaptionselements **510**) über einen Außendurchmesser des Koaptionselements **510** hinaus erstrecken. Im dargestellten Beispiel können die inneren Paddelabschnitte **522** und die äußeren Paddelabschnitte **520** aus einem durchgehenden Gewebestreifen gebildet werden, der mit den Paddelrahmen **524** verbunden ist. Beispielsweise können die inneren Paddelabschnitte und die äußeren Paddelabschnitte an der flexiblen Verbindung zwischen dem inneren Paddelabschnitt und dem äußeren Paddelabschnitt mit dem Verbindungsabschnitt des Paddelrahmens verbunden sein.

[0110] Die Paddelrahmen **524** können ferner so konfiguriert sein, dass Verbindungsabschnitte **528** der Paddelrahmen **524** mit einem Gelenkabschnitt **523** verbunden sind oder axial daran angrenzen. Die Verbindungsabschnitte der Paddelrahmen **524** können zwischen den äußeren und inneren Paddeln **520**, **522**, auf der Außenseite des Paddelabschnitts **520**, auf der Innenseite des inneren Paddelabschnitts oder auf der Oberseite des Gelenkabschnitts **523** angeordnet sein, wenn sich die prothetische Abstandsvorrichtung **500** in einer gefalteten Konfiguration befindet (z.B. **Fig. 28-30**). Die Verbindungen zwischen den Paddelrahmen **524**, dem einzelnen Streifen, der die äußeren und inneren Paddel **520**, **522** bildet, der Kappe **514** und dem Koaptionselement können jedes dieser Teile auf die hier beschriebenen Bewegungen und Positionen beschränken. Insbesondere der Gelenkabschnitt **523** wird durch seine Verbindung zwischen den äußeren und inneren Paddeln **520**, **522** und durch seine Verbindung mit dem Paddelrahmen eingeschränkt. In ähnlicher Weise wird der Paddelrahmen **524** durch seine Befestigung am Gelenkabschnitt **523** (und damit an den inneren und äußeren Paddeln) und an der Kappe eingeschränkt.

[0111] Die Konfiguration der Paddelrahmen **524** auf diese Weise bietet eine größere Oberfläche im Vergleich zu den äußeren Paddeln **520** allein. Dies kann z.B. das Greifen und Sichern der nativen Klappensegel erleichtern. Die vergrößerte Oberfläche kann auch die Klemmkraft der Paddel **520** und der Paddle-Rahmen **524** gegen die nativen Klappensegel auf eine relativ größere Oberfläche der nativen Klappensegel verteilen, um das Gewebe der nativen Klappensegel weiter zu schützen.

[0112] Die vergrößerte Oberfläche der Paddelrahmen **524** kann es auch ermöglichen, dass die nativen Klappensegel an die prothetische Abstandsvorrichtung **500** geklemmt werden, so dass die nativen Klappensegel vollständig um das Koaptionselement **510** koaptieren. Dies kann z.B. die Abdichtung der nativen Klappensegel verbessern und so eine Mitralsuffizienz verhindern oder weiter reduzieren.

[0113] Wie in **Fig. 30** gezeigt, kann die prothetische Abstandsvorrichtung **500** auch eine Abdeckung **540** umfassen. In einigen Ausführungsformen kann die Abdeckung **540** auf dem Koaptionselement **510**, den Paddeln **520**, **522** und/oder den Paddelrahmen **524** angeordnet sein. Die Abdeckung **540** kann so konfiguriert sein, dass sie den Blutfluss durch die prothetische Abstandshaltervorrichtung **500** verhindert oder reduziert und/oder das Einwachsen von nativem Gewebe fördert. In einigen Ausführungsformen kann die Abdeckung **540** ein Stoff oder Gewebe wie PET, Velours oder ein anderes geeignetes Gewebe sein. In anderen Ausführungsformen kann die Abdeckung **540** anstelle von oder zusätzlich zu einem Gewebe eine Beschichtung (z.B. aus Polymer, Silikon usw.) umfassen, die auf die prothetische Vorrichtung **500** aufgebracht wird.

[0114] Die **Fig. 31-32** zeigen die implantierbare prothetische Vorrichtung **500** der **Fig. 28** und **Fig. 29** mit Ankern **508** eines Ankerteils **506** und Schließen **530** in geöffneten Positionen. Die Vorrichtung **500** wird aus einer Zuführhülse (nicht dargestellt) entnommen und umfasst einen Koaptionsabschnitt **504** und den Ankerabschnitt **506**. Die Vorrichtung **500** wird in der vollständig ausgefahrenen oder Ausfahrposition in die Zuführhülse eingelegt, da die vollständig ausgefahrene oder Ausfahrposition den geringsten Platz einnimmt und die Verwendung des kleinsten Katheters ermöglicht (siehe **Fig. 35**). Oder die vollständig ausgefahrene Position ermöglicht die Verwendung der größten Vorrichtung **500** für eine bestimmte Kathetergröße. Der Koaptionsabschnitt **504** der Vorrichtung umfasst ein Koaptionselement **510** zur Implantation zwischen den nativen Klappensegel einer nativen Klappe (z.B. Mitralklappe, Trikuspidalklappe usw.). Ein Einsatz **516A** ist im Inneren des Koaptionselements **510** angeordnet. Der Einsatz **516A** und das Koaptionselement **510** sind verschiebbar an einem Auslöseelement **512** (z.B. Auslösedraht, -stab, -schaft, -rohr, -schraube, -naht, -schnur usw.) befestigt. Die Anker **508** der Vorrichtung **500** umfassen äußere Paddel **520** und innere Paddel **522**, die flexibel mit der Kappe **514** und dem Koaptionselement **510** verbunden sind. Das Auslösen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** öffnet und schließt die Anker **508** der Vorrichtung **500**, um die nativen Klappensegel während der Implantation zu erfassen.

[0115] Das Auslöseelement **512** erstreckt sich durch die Zuführhülse (nicht dargestellt), den proximalen Kragen **511**, das Koaptionselement **510**, den Einsatz **516A** und reicht bis zur Kappe **514**. Das Ausfahren und Einfahren des Auslöseelements **512** vergrößert bzw. verkleinert den Abstand zwischen dem Koaptionselement **510** und der Kappe **514**. Diese Änderung des Abstands zwischen dem Koaptionselement **510** und der Kappe **514** bewirkt, dass sich der Ankerteil **506** der Vorrichtung zwischen verschiedenen Positionen bewegt.

[0116] Der proximale Kragen **511** umfasst optional eine Kragendichtung **513**, die während der Implantation der Vorrichtung **500** eine Dichtung um das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512** bildet und die sich verschließt, wenn das Auslöseelement **512** entfernt wird, um das proximale Ende der Vorrichtung **500** nach der Implantation für den Blutfluss durch das Innere des Koaptionselements **510** zu schließen oder im Wesentlichen zu schließen. In einigen Ausführungsformen greift ein Koppler oder Mittel zum Koppeln **2214** (siehe **Fig. 145**) abnehmbar in den proximalen Kragen **511** und das Koaptionselement **500** ein und befestigt es an der Zuführhülse. In einigen Ausführungsformen wird der Koppler oder das Mittel zum Koppeln **2214** durch das Auslöseelement **512** um den proximalen Kragen **511** geschlossen gehalten, so dass das Entfernen des Auslöseelements **512** es den Fingern (siehe **Fig. 145**) des Kopplers oder des Mittels zum Koppeln **2214** ermöglicht, sich zu öffnen und den proximalen Kragen **511** freizugeben.

[0117] Der proximale Kragen **511** und der Einsatz **516A** im Koaptionselement **510** gleiten während des Auslösens entlang des Auslöseelements **512**, um die Paddel **520**, **522** der Anker **508** zu öffnen und zu schließen. Unter Bezugnahme auf die **Fig. 32A** und **Fig. 32B** umfasst die Kappe **514** in einigen Ausführungsbeispielen optional einen Dichtungsvorsprung **516**, der abdichtend in eine Dichtungsöffnung **517** des Einsatzes **516A** passt. In einer beispielhaften Ausführungsform umfasst die Kappe **514** eine Dichtungsöffnung und der Einsatz **516A** einen Dichtungsvorsprung. Der Einsatz **516A** kann abdichtend in eine distale Öffnung **515** des Koaptionselements **510** passen, wobei das Koaptionselement **510** einen hohlen Innenraum aufweist. Unter Bezugnahme auf **Fig. 32A** greift der Dichtungsvorsprung **516** der Kappe **514** abdichtend in die Öffnung **517** im Einsatz **516A** ein, um das distale Ende des Koaptionselements **510** für den Blutfluss geschlossen oder im Wesentlichen geschlossen zu halten, wenn die Vorrichtung **500** implantiert und/oder in der geschlossenen Position ist.

[0118] In einem Ausführungsbeispiel kann der Einsatz **516A** anstelle des Dichtungseingriffs zwischen der Kappe **514** und dem Einsatz **516A** optional eine Dichtung, wie die Kragendichtung **513** des proximalen Kragens, enthalten, die eine Dichtung um das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512** während der Implantation der Vorrichtung **500** bildet und die sich verschließt, wenn das Auslöseelement **512** entfernt wird. Eine solche Dichtung kann das distale Ende des Koaptionselements **510** nach der Implantation für den Blutfluss schließen oder im Wesentlichen schließen.

[0119] Das Koaptionselement **510** und die Paddel **520**, **522** sind aus einem flexiblen Material geformt, das ein Metallgewebe sein kann, wie z.B. ein Mesh, gewebt, geflochten oder auf jede andere geeignete Weise geformt oder ein lasergeschnittenes oder anderweitig geschnittenes flexibles Material. Das Material kann ein Gewebe, ein Draht aus einer Formgedächtnislegierung - wie Nitinol - sein, um die Fähigkeit zur Formveränderung zu gewährleisten, oder ein anderes flexibles Material, das für die Implantation in den menschlichen Körper geeignet ist. Die Paddelrahmen **524** sorgen für eine zusätzliche Quetschkraft zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** und unterstützen das Umwickeln der Klappensegel um die Seiten des Koaptionselements **510** für eine bessere Abdichtung zwischen dem Koaptionselement **510** und den

Klappensegeln. In einigen Ausführungsformen erstreckt sich die in **Fig. 30** dargestellte Abdeckung **540** um die Paddelrahmen **524**.

[0120] Die Schließen **530** umfassen eine Basis oder einen festen Arm **532**, einen beweglichen Arm **534**, Widerhaken **536** und einen Gelenkabschnitt **538**. Die festen Arme **532** sind an den inneren Paddeln **522** befestigt, wobei der Gelenkabschnitt **538** in der Nähe des Koaptionselements **510** angeordnet ist. Die Widerhakenschließen haben flache Oberflächen und passen nicht in eine Aussparung des Paddels. Vielmehr ist der flache Teil der Widerhakenschließen an der Oberfläche des inneren Paddels **522** angeordnet. Die festen Arme **532** sind z.B. durch Löcher oder Schlitze **533** mit Nähten (nicht dargestellt) an den inneren Paddeln **522** befestigt. Die festen Arme **532** können mit jedem geeigneten Mittel an den Innenpaddeln **522** oder einem anderen Teil der Vorrichtung befestigt werden, z.B. mit Schrauben oder anderen Befestigungselementen, Crimphülsen, mechanischen Riegeln oder Schnappverschlüssen, Schweißungen, Klebstoff oder Ähnlichem. Die festen Arme **532** bleiben stationär oder im Wesentlichen stationär relativ zu den inneren Paddeln **522**, wenn die beweglichen Arme **534** geöffnet werden, um die Widerhakenschließen **530** zu öffnen und die Widerhaken **536** freizulegen. Die Widerhakenschließen **530** werden geöffnet, indem Spannung auf Auslöseleitungen (nicht dargestellt) ausgeübt wird, die an Löchern **535** in den beweglichen Armen **534** befestigt sind, wodurch die beweglichen Arme **534** an den Gelenkabschnitten **538** schwenken oder sich biegen.

[0121] Während der Implantation werden die Anker **508** geöffnet und geschlossen, um die nativen Klappensegel zwischen den Paddeln **520**, **522** und dem Koaptionselement **510** zu erfassen. Die mit Widerhaken versehenen Schließen **530** sichern die nativen Klappensegel weiter, indem sie mit den Widerhaken **536** in die Klappensegel eingreifen und die Klappensegel zwischen dem beweglichen und dem festen Arm **534**, **532** einklemmen. Die Widerhaken **536** der Widerhakenschließen **530** erhöhen die Reibung mit den Klappensegeln oder können die Klappensegel teilweise oder vollständig durchstoßen. Die Auslöselinien können separat betätigt werden, so dass jede Widerhakenschließe **530** separat geöffnet und geschlossen werden kann. Das getrennte Auslösen ermöglicht das Greifen jeweils eines Klappensegels bzw. das Nachsetzen einer Schließe **530** an einem unzureichend gegriffenen Klappensegel, ohne den erfolgreichen Griff am anderen Klappensegel zu verändern. Die mit Widerhaken versehenen Schließen **530** können sich öffnen und schließen, wenn das innere Paddel **522** nicht geschlossen ist, so dass die Klappensegel in verschiedenen Positionen gegriffen werden können, wie es die jeweilige Situation erfordert.

[0122] In **Fig. 33** ist ein Beispiel für eine Widerhakenschließe **600** zur Verwendung in implantierbaren prothetischen Vorrichtungen, wie den oben beschriebenen Vorrichtungen, dargestellt. Es kann jedoch eine Vielzahl von verschiedenen Widerhakenschließen verwendet werden. Beispiele für Widerhakenschließen, die verwendet werden können, umfassen, sind aber nicht beschränkt auf alle Widerhakenschließen, die in der vorliegenden Anmeldung und in den Anmeldungen offenbart sind, die hier durch Bezugnahme einbezogen sind und/oder für die die vorliegende Anmeldung Priorität beansprucht. Im dargestellten Beispiel ist die Widerhakenschließe **600** aus einer oberen Lage **602** und einer unteren Lage **604** gebildet. Der zweischichtige Aufbau der Schließe **600** ermöglicht die Verwendung dünnerer Materialsichten und verbessert dadurch die Flexibilität der Schließe **600** gegenüber einer Schließe, die aus einer einzelnen dickeren Schicht gebildet ist, während die Festigkeit der Schließe **600**, die zum erfolgreichen Halten eines nativen Klappenblattes erforderlich ist, beibehalten wird.

[0123] Die Widerhakenschließe **600** umfasst einen festen Arm **610**, einen gelenkigen Abschnitt **620** und einen beweglichen Arm **630** mit einem Widerhakenabschnitt **640**. Die oberen und unteren Lagen **602**, **604** haben eine ähnliche Form und sind in bestimmten Ausführungsformen am Widerhakenabschnitt **640** aneinander befestigt. Die oberen und unteren Lagen **602**, **604** können jedoch auch an anderen oder zusätzlichen Stellen aneinander befestigt werden. Der gelenkige Abschnitt **620** ist federbelastet, so dass der feste und der bewegliche Arm **610**, **630** zueinander hin vorgespannt sind, wenn sich die Widerhakenschließe **600** in einem geschlossenen Zustand befindet. Beim Zusammenbau mit einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung wird der feste Arm **610** an einem Teil der prothetischen Vorrichtung befestigt. Die Schließe **600** wird durch Ziehen an einer am beweglichen Arm **630** angebrachten Auslöseleine geöffnet, bis die Federkraft des Gelenkabschnitts **620** überwunden ist.

[0124] Der feste Arm **610** wird von einer Zunge **611** aus Material gebildet, die sich vom Gelenkteil **620** zwischen zwei Seitenbalken **631** des beweglichen Arms **630** erstreckt. Die Zunge **611** wird durch den Gelenkabschnitt **620** zwischen den Seitenbalken **631** so vorgespannt, dass Kraft aufgebracht werden muss, um die Zunge **611** aus einer neutralen Position, die sich jenseits der Seitenbalken **631** befindet, in eine vorgespannte Position parallel oder im Wesentlichen parallel zu den Seitenbalken **631** zu bewegen. Die Zunge **611** wird in der vorgespannten Position durch einen optionalen T-förmigen Querbalken **614** gehalten, der an der Zunge **611** befestigt ist und sich nach außen erstreckt, um in die Seitenbalken **631** einzugreifen. In einem Ausführungs-

rungsbeispiel entfällt der Quersteg, und die Zunge **611** ist am inneren Paddel **522** befestigt, und das innere Paddel **522** hält die Schließe in der vorgespannten Position. Bei der zweilagigen Schließenanwendung können die obere und untere Lage **602**, **604** oder nur die obere Lage am Innenpaddel befestigt werden. In einigen Ausführungsformen beträgt der Winkel zwischen dem festen und dem beweglichen Arm **610**, **630**, wenn sich die Zunge in der neutralen Position befindet, etwa 30 bis etwa 100 Grad, 30 bis etwa 90 Grad, oder etwa 30 bis etwa 60 Grad, oder etwa 40 bis etwa 50 Grad, oder etwa 45 Grad.

[0125] Die Zunge **611** enthält Löcher **612** zur Aufnahme von Nähten (nicht dargestellt), die den festen Arm **610** an einer implantierbaren Vorrichtung befestigen. Der feste Arm **610** kann an einer implantierbaren Vorrichtung befestigt werden, z.B. mit Schrauben oder anderen Befestigungselementen, Crimphülsen, mechanischen Riegeln oder Druckknöpfen, Schweißung, Klebstoff oder Ähnlichem. In bestimmten Ausführungsformen sind die Löcher **612** Langlöcher oder ovale Löcher, um ein Gleiten der Schichten **602**, **604** zu ermöglichen, ohne die Nähte zu beschädigen, die die Schließe **600** an einer implantierbaren Vorrichtung befestigen.

[0126] Der Gelenkabschnitt **620** wird durch zwei Balkenschleifen **622** gebildet, die sich von der Zunge **611** des festen Arms **610** zu den seitlichen Balken **631** des beweglichen Arms **630** erstrecken. In bestimmten Ausführungsformen sind die Balkenschleifen **622** schmaler als die Zunge **611** und der Seitenbalken **631**, um zusätzliche Flexibilität zu bieten. Die Balkenschleifen **622** umfassen jeweils einen mittleren Abschnitt **624**, der sich von der Zunge **611** aus erstreckt, und einen äußeren Abschnitt **626**, der sich zu den Seitenbalken **631** erstreckt. Die Balkenschleifen **622** werden in eine etwas spiralförmige oder schraubenförmige Form gebogen, indem die mittleren und äußeren Abschnitte **624**, **626** in entgegengesetzte Richtungen gebogen werden, wodurch ein Versatz oder Stufenabstand **628** zwischen der Zunge **611** und den Seitenbalken **631** gebildet wird. Der Stufenabstand **628** bietet Platz zwischen den Armen **610**, **630**, um das native Klappensegel der natürlichen Herzklappe aufzunehmen, nachdem es gegriffen wurde. In bestimmten Ausführungsformen beträgt der Stufenabstand **628** etwa 0,5 Millimeter bis etwa 1 Millimeter, oder etwa 0,75 Millimeter.

[0127] In der Draufsicht haben die Balkenschleifen eine „omegaartige“ Form. Diese Form der Balkenschleifen **622** ermöglicht es, dass sich der feste und der bewegliche Arm **610**, **630** relativ zueinander erheblich bewegen können, ohne dass sich das Material der Schließe plastisch verformt. Beispielsweise kann in bestimmten Ausführungsformen die Zunge **611** von einer neutralen Position, die etwa 45 Grad über den beweglichen Arm **630** hinausgeht, in eine vollständig geöffnete Position gebogen oder geschwenkt werden, die im Bereich von etwa 140 Grad bis etwa 200 Grad, etwa 170 Grad bis etwa 190 Grad oder etwa 180 Grad gegenüber dem beweglichen Arm **630** liegt, ohne dass sich das Material der Schließe plastisch verformt. In bestimmten Ausführungsformen verformt sich das Schließenmaterial beim Öffnen plastisch, ohne dass die Quetschkraft, die in der geschlossenen Position zwischen dem festen und dem beweglichen Arm ausgeübt wird, verringert oder wesentlich verringert wird.

[0128] Die Vorspannung der Zunge **611** ermöglicht es der Schließe **600**, im geschlossenen Zustand eine Quetsch- oder Klemmkraft auf das native Klappensegel aufrechtzuerhalten. Die Vorspannung der Zunge **611** bietet einen erheblichen Vorteil gegenüber Clips nach dem Stand der Technik, die beim Schließen keine oder nur eine geringe Quetschkraft erzeugen. Darüber hinaus stellt das Schließen der Schließe **600** mit Federkraft eine erhebliche Verbesserung gegenüber Clips dar, die einen einmalig verriegelnden Schließenmechanismus verwenden, da die Schließe **600** wiederholt geöffnet und geschlossen werden kann, um eine Neupositionierung auf dem Klappensegel vorzunehmen, während sie im geschlossenen Zustand immer noch eine ausreichende Quetschkraft aufweist. Darüber hinaus ermöglichen die federbelasteten Schließen auch ein einfacheres Entfernen der Vorrichtung im Laufe der Zeit im Vergleich zu einer Vorrichtung, die in einer geschlossenen Position (nach dem Einwachsen des Gewebes) einrastet. In einem Ausführungsbeispiel sind sowohl die Schließen als auch die Paddel in ihre geschlossenen Positionen federgespannt (im Gegensatz zu einer Verriegelung in der geschlossenen Position), was ein leichteres Entfernen der Vorrichtung nach dem Einwachsen von Gewebe ermöglichen kann.

[0129] Der mit Widerhaken versehene Abschnitt **640** des beweglichen Arms **630** umfasst eine Öse **642**, Widerhaken **644** und Widerhakenstützen **646**. Die Positionierung des mit Widerhaken versehenen Abschnitts der Schließe **600** in Richtung eines Endes des beweglichen Arms **630** vergrößert den Abstand zwischen den Widerhaken **644** und dem festen Arm **610**, wenn die Schließe **600** geöffnet wird, wodurch die Fähigkeit der Schließe **600** verbessert wird, ein Klappensegel während der Implantation erfolgreich zu greifen. Dieser Abstand ermöglicht es den Widerhaken **644** auch, sich zuverlässiger vom Klappensegel zu lösen, um es neu zu positionieren. In bestimmten Ausführungsformen können die Widerhaken der Schließen in Längsrichtung versetzt sein, um die Quetschkräfte und die lokale Belastung der Klappensegel weiter zu verteilen.

[0130] Die Widerhaken **644** sind seitlich im gleichen Abstand vom Gelenkabschnitt **620** angeordnet, wodurch eine bessere Verteilung der Quetschkraft auf das Klappensegelgewebe erreicht wird und die Schließe gleichzeitig robuster das Klappensegel greift, als in einer Längsreihe angeordneter Widerhaken. In einigen Ausführungsformen können die Widerhaken **644** versetzt angeordnet sein, um die Quetschkraft und die lokale Belastung des Klappensegels weiter zu verteilen.

[0131] Die Widerhaken **644** werden aus der unteren Schicht **604** und die Widerhakenstützen **646** aus der oberen Schicht geformt. In bestimmten Ausführungsformen werden die Widerhaken aus der oberen Schicht **602** und die Widerhakenstützen aus der unteren Schicht **604** geformt. Dadurch, dass die Widerhaken **644** nur in einer der beiden Schichten **602**, **604** geformt werden, können die Widerhaken dünner und damit effektiv schärfer sein als eine Widerhakenform aus dem gleichen Material, die doppelt so dick ist. Die Widerhakenstützen **646** erstrecken sich entlang eines unteren Abschnitts der Widerhaken **644**, um die Widerhaken **644** zu versteifen, was das Eindringen in das Klappensegelgewebe und den Halt weiter verbessert. In bestimmten Ausführungsformen sind die Enden der Widerhaken **644** mit einem geeigneten Schärfmittel weiter geschärft.

[0132] Die Widerhaken **644** sind vom beweglichen Arm **630** so abgewinkelt, dass sie das Gewebe der nativen Klappensegel mit minimaler Quetsch- oder Abschnidekraft leicht durchdringen. Die Widerhaken **644** erstrecken sich vom beweglichen Arm in einem Winkel von etwa 45 Grad bis etwa 75 Grad, oder etwa 45 Grad bis etwa 60 Grad, oder etwa 48 bis etwa 56 Grad, oder etwa 52 Grad. Der Winkel der Widerhaken **644** bietet weitere Vorteile, da die Kraft, mit der das Implantat an dem nativen Klappensegel zieht, die Widerhaken **644** dazu anregt, weiter in das Gewebe einzugreifen, wodurch eine bessere Retention gewährleistet wird. Die Retention des Klappensegels in der Schließe **600** kann durch die Position des T-förmigen Querstegs **614** in der Nähe der Widerhaken **644** weiter verbessert werden, wenn die Schließe **600** geschlossen ist. Bei dieser Anordnung wird das von den Widerhaken **644** durchstochene Gewebe an der Stelle des Querstegs **614** gegen den beweglichen Arm **630** gequetscht, wodurch das Gewebe beim Passieren der Widerhaken **644** zu einer S-förmigen Torsionsbahn geformt wird. Auf diese Weise wird das Gewebe durch Kräfte, die das Klappensegel von der Schließe **600** wegziehen, dazu angeregt, weiter in die Widerhaken **644** einzugreifen, bevor die Klappensegel entweichen können. So kann z.B. die Spannung des Klappensegels während der Diastole die Widerhaken dazu bringen, zum Endabschnitt des Klappensegels zu ziehen. Die S-förmige Bahn kann die Klappensegelspannung während der Diastole ausnutzen, um die Klappensegel fester mit den Widerhaken zu verbinden.

[0133] Jede Lage **602**, **604** der Schließe **600** ist aus einem Blech aus einer Formgedächtnislegierung, wie z.B. Nitinol, lasergeschnitten. Die obere Lage **602** wird an der unteren Lage **604** ausgerichtet und befestigt. In bestimmten Ausführungsformen sind die Lagen **602**, **604** am Widerhakenteil **640** des beweglichen Arms **630** befestigt. Die Lagen **602**, **604** können z.B. nur am Widerhaken **640** befestigt werden, damit der Rest der Lagen relativ zueinander gleiten kann. Teile der kombinierten Lagen **602**, **604**, wie z.B. der feste Arm **610**, die Widerhaken **644** und die Widerhakenstütze **646** sowie die Balkenschlaufen **622** werden in eine gewünschte Position gebogen. Die Lagen **602**, **604** können zusammen gebogen und in Form gebracht werden oder sie können getrennt gebogen und in Form gebracht und dann zusammengefügt werden. Die Schließe **600** wird dann einem Formverfestigungsprozess unterzogen, so dass die inneren Kräfte des Materials dazu neigen, in die eingestellte Form zurückzukehren, nachdem sie durch äußere Kräfte verformt wurden. Nach der Formverfestigung wird die Zunge **611** in ihre vorgespannte Position gebracht, so dass der Quersteg **614** angebracht werden kann. In einem Ausführungsbeispiel kann die Schließe **600** für die Zuführung durch eine Zuführhülse optional vollständig abgeflacht werden und sich nach der Entfaltung im Herzen ausdehnen. Die Schließe **600** wird geöffnet und geschlossen, indem Spannung auf eine Auslöseleine, eine Naht, einen Draht, einen Stab, einen Katheter oder Ähnliches (nicht dargestellt), die am beweglichen Arm **630** angebracht sind, ausgeübt und wieder gelöst wird. In einigen Ausführungsformen wird die Auslöseleine oder das Nahtmaterial durch eine Öse **642** in der Nähe des mit Widerhaken versehenen Abschnitts **640** des beweglichen Arms **630** eingeführt und um den beweglichen Arm **630** gewickelt, bevor sie/es in die Zuführhülse zurückkehrt. In bestimmten Ausführungsformen wird eine Zwischenschleife für das Nahtmaterial durch die Öse gelegt und das Nahtmaterial durch die Zwischenschleife eingeführt. Eine alternative Ausführungsform der Zwischenschleife kann aus Stoff oder einem anderen Material bestehen, das anstelle einer Nahtschleife am beweglichen Arm befestigt ist.

[0134] Eine Zwischenschleife aus Nahtmaterial reduziert die Reibung der Auslöselinie/des Nahtmaterials im Vergleich zur Reibung zwischen der Auslöselinie/dem Nahtmaterial und dem Schließenmaterial. Wenn das Nahtmaterial durch die Öse **642** oder die Zwischenschleife geschlungen ist, erstrecken sich beide Enden der Auslöseschnur/des Nahtmaterials zurück in und durch eine Zuführhülse (z.B. **Fig. 8**). Das Nahtmaterial kann entfernt werden, indem ein Ende des Nahtmaterials nach proximal gezogen wird, bis das andere Ende des Nahtmaterials durch die Öse oder Zwischenschleife und zurück in die Zuführhülse gezogen wird.

[0135] In **Fig. 34** ist eine Nahaufnahme eines der Klappensegel **20, 22** zu sehen, das von einer mit Widerhaken versehenen Schließe, wie z.B. den Schließen **430, 530**, erfasst wird. Das Klappensegel **20, 22** wird zwischen den beweglichen und festen Armen **434, 534** der Schließe **430, 530** gegriffen. Wie in **Fig. 34** gezeigt, wird das Gewebe des Klappensegels **20, 22** von den Widerhaken **436, 536** nicht durchstoßen, obwohl in einigen Ausführungsformen die Widerhaken **436, 536** das Klappensegel **20, 22** teilweise oder vollständig durchstoßen können. Der Winkel und die Höhe der Widerhaken **436, 536** in Bezug auf den beweglichen Arm **434, 534** tragen dazu bei, das Klappensegel **20, 22** innerhalb der Schließe **430, 530** zu sichern. Insbesondere wird eine Kraft, die das Implantat von dem nativen Klappensegel abzieht, die Widerhaken **436, 536** dazu veranlassen, weiter in das Gewebe einzugreifen, wodurch eine bessere Retention gewährleistet wird. Die Retention des Klappensegels **20, 22** in der Schließe **430, 530** wird durch die Position des festen Arms **432, 532** in der Nähe der Widerhaken **436, 536** weiter verbessert, wenn die Schließe **430, 530** geschlossen ist. In dieser Anordnung wird das Gewebe durch die festen Arme **432, 532** und die beweglichen Arme **434, 534** und die Widerhaken **436, 536** zu einem S-förmigen Torsionsweg geformt. So werden Kräfte, die das Klappensegel von der Schließe **430, 530** wegziehen, das Gewebe dazu bringen, weiter in die Widerhaken **436, 536** einzugreifen, bevor die Klappensegel entweichen können. Zum Beispiel kann, wie oben erwähnt, die Spannung des Klappensegels während der Diastole die Widerhaken ermutigen, in Richtung des Endteils des Klappensegels zu ziehen. Die S-förmige Bahn kann die Klappensegelspannung während der Diastole ausnutzen, um die Klappensegel fester mit den Widerhaken zu verbinden.

[0136] In den **Fig. 35-46** wird gezeigt, wie die implantierbare Vorrichtung **500** in die native Mitralklappe **MV** des Herzens **H** eingebracht und implantiert wird. Die gezeigten und/oder diskutierten Verfahren und Schritte können an einem lebenden Tier oder an einer Simulation durchgeführt werden, z.B. an einer Leiche, einem Leichenherz, einem Simulator (z.B. mit simulierten Körperteilen, Herz, Gewebe usw.) usw.

[0137] Wie oben beschrieben, hat die Vorrichtung **500** eine Abdeckung **540** (siehe **Fig. 30**) über dem Koaptionselement **510**, den Schließen **530**, den inneren Paddeln **522** und/oder den äußeren Paddeln **520**. Die Vorrichtung **500** wird aus einer Zuführhülse **502** entfaltet und umfasst einen Koaptionsabschnitt **504** und einen Ankerabschnitt **506** mit einer Vielzahl von Ankern **508** (d. h. zwei in der dargestellten Ausführungsform). Der Koaptionsabschnitt **504** der Vorrichtung umfasst ein Koaptionselement **510** zur Implantation zwischen die Segel **20, 22** der nativen Mitralklappe **MV**, das verschiebbar an einem Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512** angebracht ist. Das Auslösen des Auslöseelements oder der Mittel zur Auslöse **512** öffnet und schließt die Verankerungen **508** der Vorrichtung **500**, um die Mitralklappenflügel **20, 22** während der Implantation zu erfassen.

[0138] Die Anker **508** der Vorrichtung **500** umfassen äußere Paddels **520** und innere Paddels **522**, die flexibel mit der Kappe **514** und dem Koaptionselement **510** verbunden sind. Das Auslöseelement **512** erstreckt sich durch einen Aufnahmemechanismus **503** (siehe **Fig. 41**), die Zuführhülse **502** und das Koaptionselement **510** bis zur Kappe **514**, die mit dem Ankerteil **506** verbunden ist. Durch Ausfahren und Einfahren des Auslöseelements **512** wird der Abstand zwischen dem Koaptionselement **510** und der Kappe **514** vergrößert bzw. verkleinert. In dem in den **Fig. 35-46** dargestellten Beispiel wird das Paar aus innerem und äußerem Paddel **522, 520** nicht unabhängig, sondern gemeinsam durch ein einziges Auslöseelement **512** bewegt. Auch die Positionen der Schließen **530** sind von den Positionen der Paddel **522, 520** abhängig. Wie in **Fig. 45** gezeigt, werden durch das Schließen der Paddel **522, 520** auch die Schließen geschlossen. In einem Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung **500** so ausgeführt werden, dass die Paddel **520, 522** unabhängig voneinander in der gleichen Weise wie in der Ausführungsform von **Fig. 11A** steuerbar sind.

[0139] Die Finger des Fangmechanismus **503** befestigen den Kragen **511** lösbar an der Zuführhülse **502**. Der Kragen **511** und das Koaptionselement **510** gleiten während des Auslösens entlang des Auslöseelements **512**, um die Anker **508** des Ankerteils **506** zu öffnen und zu schließen. In einigen Ausführungsformen wird der Fangmechanismus **503** durch das Auslöseelement **512** um den Kragen **511** herum geschlossen gehalten, so dass das Entfernen des Auslöseelements **512** es den Fingern des Fangmechanismus **503** ermöglicht, sich zu öffnen und den Kragen **511** und damit das Koaptionselement **510** freizugeben.

[0140] In einigen Ausführungsformen sind das Koaptionselement **510** und die Paddel **520, 522** aus einem flexiblen Material geformt, das ein Metallgewebe sein kann, wie z.B. ein Netz, gewebt, geflochten oder auf jede andere geeignete Weise geformt, oder ein lasergeschnittenes oder anderweitig geschnittenes flexibles Material. Das flexible Material kann ein Gewebe, ein Draht aus einer Formgedächtnislegierung, wie z.B. Nitinol, sein, um die Fähigkeit zur Formveränderung zu gewährleisten, oder ein anderes flexibles Material, das für die Implantation in den menschlichen Körper geeignet ist. Andere Konfigurationen sind ebenfalls möglich.

[0141] Die Widerhakenschließen **530** umfassen eine Basis oder einen festen Arm **532**, einen beweglichen Arm **534**, Widerhaken **536** (siehe **Fig. 41**) und einen Gelenkabschnitt **538**. Die festen Arme **532** sind an den inneren Paddeln **522** befestigt, wobei die Gelenkabschnitte **538** in der Nähe des Koaptionselements **510** angeordnet sind. Nähte (nicht dargestellt) befestigen die festen Arme **532** an den inneren Paddeln **522**. Die festen Arme **532** können mit jedem geeigneten Mittel an den inneren Paddeln **522** und/oder einem anderen Teil der Vorrichtung befestigt werden, z.B. mit Schrauben oder anderen Befestigungselementen, Crimphülsen, mechanischen Verriegelungen oder Schnappverschlüssen, Schweißungen, Klebstoff oder Ähnlichem. Die festen Arme **532** bleiben stationär oder im Wesentlichen stationär, wenn die beweglichen Arme **534** geöffnet werden, um die Widerhakenschließen **530** zu öffnen und die Widerhaken **536** freizulegen. Die Widerhakenschließen **530** werden geöffnet, indem Spannung auf die an den beweglichen Armen **534** angebrachten Schließensteuerungselemente oder Auslöseleitungen **537** ausgeübt wird, wodurch die beweglichen Arme **534** an den Gelenkabschnitten **538** schwenken oder sich biegen.

[0142] Während der Implantation werden die Anker **508** geöffnet und geschlossen, um die nativen Klappensegel zwischen den Paddel **520**, **522** und dem Koaptionselement **510** zu greifen. Die äußeren Paddel **520** haben eine breite gekrümmte Form, die sich an die gekrümmte Form des Koaptionselements **510** anpasst, um die Klappensegel **20**, **22** sicherer zu greifen. Die gekrümmte Form und die abgerundeten Kanten des äußeren Paddels **520** verhindern auch das Einreißen des Klappensegelgewebes. Die mit Widerhaken versehenen Schließen **530** sichern die nativen Klappensegel weiter, indem sie mit den Widerhaken **536** in die Klappensegel eingreifen und die Klappensegel zwischen den beweglichen und festen Armen **534**, **532** einklemmen. Die Widerhaken **536** der Widerhakenschließen **530** erhöhen die Reibung mit den Klappensegeln oder können die Klappensegel teilweise oder vollständig durchstoßen. Die Auslöselinien können separat betätigt werden, so dass jede Widerhakenschließe **530** separat geöffnet und geschlossen werden kann. Das getrennte Auslösen ermöglicht das Greifen jeweils eines Klappensegels bzw. das Nachsetzen einer Schließe **530** an einem unzureichend gegriffenen Klappensegel, ohne den erfolgreichen Griff am anderen Klappensegel zu verändern. Die mit Widerhaken versehenen Schließen **530** können vollständig geöffnet und geschlossen werden, wenn das innere Paddel **522** nicht geschlossen ist, wodurch die Klappensegel in verschiedenen Positionen gegriffen werden können, wie es die jeweilige Situation erfordert.

[0143] Die Vorrichtung **500** wird in der vollständig geöffneten oder vollständig ausgefahrenen Position in die Zuführhülse geladen, da die vollständig geöffnete oder vollständig ausgefahrene Position den geringsten Platz einnimmt und die Verwendung des kleinsten Katheters ermöglicht (oder die Verwendung der größten Vorrichtung **500** für eine bestimmte Kathetergröße). Wie in **Fig. 35** dargestellt, wird die Zuführhülse durch das Septum in den linken Vorhof **LA** eingeführt und die Vorrichtung **500** im vollständig geöffneten Zustand aus der Zuführhülse **502** ausgefahren. Das Auslöseelement **512** wird dann zurückgezogen, um die Vorrichtung **500** in den in den **Fig. 36-37** gezeigten vollständig geschlossenen Zustand zu bringen, und dann in Richtung der Mitralklappe **MV** manövriert, wie in **Fig. 38** gezeigt. Wenn die Vorrichtung **500** mit der Mitralklappe **MV** (oder einer anderen nativen Klappe, wenn sie in eine andere Klappe implantiert ist) ausgerichtet ist, wird das Auslöseelement **512** ausgefahren, um die Paddel **520**, **522** in die teilweise geöffnete Position zu bringen, und die Schließensteuerungselemente oder Auslöseleitungen **537** werden zurückgezogen, um die mit Widerhaken versehenen Schließen **530** zu öffnen, um das Greifen der Klappen zu ermöglichen. Als nächstes wird, wie in den **Fig. 40-41** gezeigt, die teilweise geöffnete Vorrichtung **500** durch die Mitralklappe **MV** eingeführt, bis die Segel **20**, **22** richtig zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** und innerhalb der offenen Widerhakenschließen **530** positioniert sind. **Fig. 42** zeigt die Vorrichtung **500** mit beiden Schließen **530** geschlossen, wobei die Widerhaken **536** einer Schließe **530** eines der Segel **22** übersehen haben. Wie in den **Fig. 42-44** zu sehen ist, wird die außer Position befindliche Schließe **530** geöffnet und wieder geschlossen, um das verfehlte Klappensegel **22** richtig zu erfassen. Wenn beide Klappensegel **20**, **22** richtig gegriffen sind, wird das Auslöseelement **512** zurückgezogen, um die Vorrichtung **500** in die in **Fig. 45** gezeigte vollständig geschlossene Position zu bewegen. Wenn die Vorrichtung **500** vollständig in die native Mitralklappe **MV** implantiert ist, wird das Auslöseelement **512** zurückgezogen, um den Fangmechanismus **503** vom proximalen Kragen **511** zu lösen. Nach der Entfaltung kann die Vorrichtung **500** mit einem mechanischen Mittel, wie z.B. einem Riegel, in der vollständig geschlossenen Position gehalten werden, oder sie kann durch die Verwendung von Federmaterial, wie z.B. Stahl, und/oder Formgedächtnislegierungen, wie z.B. Nitinol, so vorgespannt werden, dass sie geschlossen bleibt. Beispielsweise können die Paddel **520**, **522** aus Stahl oder einer Nitinol-Formgedächtnislegierung bestehen - hergestellt als Draht, Blech, Rohr oder lasergesintertes Pulver - und sind so vorgespannt, dass sie die äußeren Paddel **520** um die inneren Paddel **522**, das Koaptionselement **510** und die mit Widerhaken versehenen Schließen **530** geschlossen halten, die um die nativen Klappensegel **20**, **22** geklemmt sind.

[0144] Die Vorrichtung **500** kann eine Vielzahl von unterschiedlichen Formen und Größen haben. Bezug nehmend auf die **Fig. 6** und **Fig. 6A- Fig. 6E** fungiert das Koaptionselement **510** in einem Ausführungsbeispiel als Lückenfüller in der Regurgitationsöffnung der Klappe, wie z.B. die Lücke **26** in der in **Fig. 6** dargestellten nativen Klappe. Da das Koaptionselement **510** zwischen zwei gegenüberliegenden Klappensegel **20, 22** angeordnet ist, werden die Klappensegel im Bereich des Koaptionselements **510** nicht aneinander anliegen, sondern an das Koaptionselement **510**. Dadurch verringert sich der Abstand, über den die Klappensegel **20, 22** angenähert werden müssen. Eine Verringerung des Annäherungsabstands der Klappensegel kann mehrere Vorteile mit sich bringen. Zum Beispiel kann das Koaptionselement und die daraus resultierende reduzierte Annäherung die Reparatur von schwerwiegenden Anatomien der Mitralklappe erleichtern, wie zum Beispiel große Lücken bei funktionellen Klappenerkrankungen (siehe zum Beispiel **Fig. 6**). Da das Koaptionselement **510** den Abstand reduziert, über den die nativen Klappen approximiert werden müssen, kann die Belastung in den nativen Klappen reduziert oder minimiert werden. Ein kürzerer Approximationsabstand der Klappensegel **20, 22** kann weniger Approximationskräfte erfordern, was zu einer geringeren Spannung der Klappensegel und einer geringeren Durchmesserreduktion des Klappenrings führen kann. Die geringere Verkleinerung des Klappenanulus (oder keine Verkleinerung des Klappenanulus) kann zu einer geringeren Verkleinerung der Klappenöffnungsfläche im Vergleich zu einer Vorrichtung ohne Abstandshalter führen. Infolgedessen kann das Koaptionselement **510** die transvalvulären Gradienten reduzieren.

[0145] In einem Ausführungsbeispiel passen sich die Paddelrahmen **524** an die Form des Koaptionselements **510** an. Wenn in einem Beispiel das Koaptionselement **510** breiter ist als die Paddelrahmen **524**, kann durch die Vorrichtung **500** ein Abstand (Spalt) zwischen den gegenüberliegenden Klappensegel **20, 22** erzeugt werden. Bezug nehmend auf die **Fig. 6A-6E** sind in einem Ausführungsbeispiel die Paddel so konfiguriert, dass sie sich der Form oder Geometrie des Koaptionselements **510** anpassen. Als Ergebnis können die Paddel sowohl mit dem Koaptionselement **510** als auch mit der nativen Herzklappe zusammenpassen. Wie in den **Fig. 6D** und **Fig. 6E** dargestellt, umgeben die Paddel **524** in einem Ausführungsbeispiel das Koaptionselement **510**. Wenn die Klappensegel **20, 22** koaptiert oder gegen das Koaptionselement **510** gedrückt werden, umgeben oder „umarmen“ die Klappensegel **20, 22** das Koaptionselement **510** in seiner Gesamtheit, so dass kleine Leckagen an den medialen und lateralen Seiten des Koaptionselements **510** verhindert werden. Die **Fig. 6B** und **Fig. 6C** zeigen die Klappenreparaturvorrichtung **500**, die von der ventrikulären Seite der Mitralklappe aus an den nativen Klappensegeln **20, 22** angebracht ist. **Fig. 6A** zeigt die Klappenreparaturvorrichtung **500**, die an den Mitralklappensegel **20, 22** von der Vorhofseite der Mitralklappe aus angebracht ist. Bezug nehmend auf die **Fig. 6A** und **Fig. 6B**, wenn die Paddel eine Geometrie haben, die mit der Geometrie des Koaptionselements **510** übereinstimmt, können die Klappensegel **20, 22** um das Koaptionselement und/oder entlang der Länge des Abstandshalters koaptieren. Bezug nehmend auf **Fig. 6E** zeigt eine schematische Vorhofansicht / Chirurgenansicht die Paddle-Rahmen (die von einer echten Vorhofansicht aus eigentlich nicht sichtbar wären), die mit der Spacer-Geometrie übereinstimmen. Die gegenüberliegenden Segel **20, 22** (deren Enden in der echten Vorhofansicht ebenfalls nicht sichtbar wären) werden durch die Paddel angenähert, um das Koaptionselement **510** vollständig zu umgeben oder zu „umarmen“.

[0146] Da die Paddelrahmen **524** der Form des Koaptionselements **510** entsprechen, können die Klappensegel **20, 22** durch die Paddelrahmen **524** vollständig um das Koaptionselement herum koaptiert werden, auch an den lateralen und medialen Seiten **601, 603** des Koaptionselements **510**, wie in den **Fig. 6B-6E** gezeigt. Diese Koaption der Klappensegel **20, 22** gegen die lateralen und medialen Aspekte des Koaptionselements **510** scheint der obigen Aussage zu widersprechen, dass das Vorhandensein eines Koaptionselements **510** den Abstand der Klappensegel minimiert, der approximiert werden muss. Der Abstand, über den die Klappensegel **20, 22** angenähert werden müssen, wird jedoch immer noch minimiert, wenn das Koaptionselement **510** genau an einem Regurgitanzspalt platziert ist und der Regurgitanzspalt kleiner ist als die Breite (medial - lateral) des Koaptionselements **510**.

[0147] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 6A** und **Fig. 6E** kann das Koaptionselement **510** eine Vielzahl unterschiedlicher Formen annehmen. In einem Ausführungsbeispiel hat das Koaptionselement in der Draufsicht (und/oder in Schnittansichten von oben; siehe **Fig. 95-102**) eine ovale Form oder eine elliptische Form. Die ovale oder elliptische Form kann es ermöglichen, dass sich die Paddelrahmen **524** an die Form des Koaptionselements anpassen und/oder seitliche Leckagen reduzieren (siehe **Fig. 65-83**).

[0148] Wie bereits erwähnt, kann das Koaptionselement **510** die Spannungen der gegenüberliegenden Klappensegel reduzieren, indem der Abstand, den die Klappensegel an den Positionen **601, 603** an das Koaptionselement **510** angenähert werden müssen, verringert wird. Die Verringerung des Abstands der Klappensegelannäherung an den Positionen **601, 603** kann zu einer Reduzierung der Spannungen und Gradienten der Klappensegel führen. Darüber hinaus können die nativen Klappensegel **20, 22**, wie oben erläutert, das Koap-

tionselement umgeben oder „umarmen“, um seitliche Leckagen zu verhindern. In einem Ausführungsbeispiel können die geometrischen Eigenschaften des Koaptionselements so gestaltet sein, dass diese beiden Eigenschaften der Vorrichtung **500** erhalten bleiben und verstärkt werden. Bezug nehmend auf **Fig. 2A**, aus der Sicht des linksventrikulären Ausflusstrakts (LVOT) gesehen, ist die Anatomie der Klappensegel **20, 22** so beschaffen, dass die Innenseiten der Klappensegel an den freien Endabschnitten koaptieren und die Klappensegel **20, 22** beginnen, sich zurückzuziehen oder auseinanderzuspreizen. Die Klappensegel **20, 22** spreizen sich in atrialer Richtung auseinander, bis jedes Klappensegel auf den Mitralanulus trifft.

[0149] In einem Ausführungsbeispiel sind die Klappenreparaturvorrichtung **500** und ihr Koaptionselement **510** so gestaltet, dass sie der geometrischen Anatomie der Klappensegel **20, 22** entsprechen. Um eine Klappenabdichtung zu erreichen, kann die Klappenreparaturvorrichtung **500** so gestaltet sein, dass sie die nativen Klappensegel an das Koaptionselement anschmiegt, und zwar vollständig um das Koaptionselement herum, einschließlich an den medialen **601** und lateralen **603** Positionen des Koaptionselements **510**. Zusätzlich kann eine Reduzierung der Kräfte, die erforderlich sind, um die Segel an den Positionen **601, 603** in Kontakt mit dem Koaptionselement **510** zu bringen, die Segelbelastung und Gradienten minimieren. **Fig. 2B** zeigt, wie sich eine konische oder dreieckige Form eines Koaptionselements **510** auf natürliche Weise an die native Klappen geometrie und an die sich ausdehnende Natur der Klappensegel (in Richtung des Anulus) anpasst.

[0150] **Fig. 6D** zeigt die Geometrie des Koaptionselements **510** und des Paddelrahmens **524** aus einer LVOT-Perspektive. Wie in dieser Ansicht zu sehen ist, hat das Koaptionselement **510** eine konische Form, die in dem Bereich kleiner ist, in dem die Innenflächen der Segel **20, 22** koaptieren müssen, und deren Größe zunimmt, wenn sich das Koaptionselement in Richtung des Atriums erstreckt. Die dargestellte native Klappen geometrie wird durch eine sich verjüngende Geometrie des Koaptionselements berücksichtigt. Wie in **Fig. 6D** dargestellt, kann die konische Geometrie des Koaptionselements in Verbindung mit der dargestellten Form des sich ausdehnenden Paddelrahmens **524** (in Richtung des Klappenrings) dazu beitragen, die Koaption am unteren Ende der Segel zu erreichen, Spannungen zu reduzieren und transvalvuläre Gradienten zu minimieren.

[0151] Bezug nehmend auf **Fig. 6C** können in einem Ausführungsbeispiel die verbleibenden Formen des Koaptionselements **510** und der Paddelrahmen **524** basierend auf einer Intra-Commissural-Ansicht der nativen Klappe und der Vorrichtung **510** definiert werden. Zwei Faktoren dieser Formen sind die Koaption der Klappensegel gegen das Koaptionselement **510** und die Verringerung der Spannung auf die Klappensegel durch die Koaption. Unter Bezugnahme auf die **Fig. 6C** und **Fig. 67** kann das Koaptionselement **510** eine runde oder abgerundete Form aufweisen, um sowohl die Klappensegel **20, 22** gegen das Koaptionselement **510** zu koaptieren als auch die auf die Klappensegel **20, 22** durch das Koaptionselement **510** und/oder die Paddel **524** ausgeübte Spannung zu reduzieren, und der Paddle-Rahmen **524** kann einen vollen Radius aufweisen, der sich von einem Schenkel der Paddel zum anderen Schenkel der Paddel erstreckt. Durch die runde Form des Koaptionselements und/oder die dargestellte vollständig abgerundete Form des Paddelrahmens werden die Spannungen auf die Klappensegel **20, 22** über einen großen, gekrümmten Eingriffsbereich **607** verteilt. In **Fig. 6C** beispielsweise wird die Kraft, die durch die Paddelrahmen auf die Segel **20, 22** wirkt, über die gesamte abgerundete Länge des Paddelrahmens **524** verteilt, da die Segel **20** versuchen, sich während des Diastolenzyklus zu öffnen.

[0152] Bezug nehmend auf **Fig. 67** folgt die Form des Koaptionselements in der intrakommissuralen Ansicht einer runden Form, um mit der vollständig abgerundeten Form der Paddelrahmen **524** zusammenzuarbeiten und/oder um die Koaption von Klappensegel gegen das Koaptionselement **510** und die Koaption von Klappensegel zu Klappensegel an den Seiten **601, 603** des Koaptionselements **510** zu maximieren. Bezug nehmend auf **Fig. 67** folgt die runde Form des Koaptionselements in dieser Ansicht im Wesentlichen der Form der Paddelrahmen **524** oder liegt nahe an dieser.

[0153] In einem Ausführungsbeispiel ist die Gesamtform des Koaptionselements **510** ein elliptischer oder ovaler Querschnitt, wenn es aus der Sicht des Chirurgen betrachtet wird (Draufsicht - siehe **Fig. 70**), eine konische Form oder ein Querschnitt, wenn es aus einer LVOT-Ansicht (Seitenansicht - siehe **Fig. 69**) betrachtet wird, und eine im Wesentlichen runde Form oder eine abgerundete Form, wenn es aus einer intrakommissuralen Ansicht betrachtet wird (siehe **Fig. 68**). In einem Ausführungsbeispiel kann eine Mischung aus diesen drei Geometrien zu der dreidimensionalen Form des abgebildeten Koaptionselements **510** führen, die die oben beschriebenen Vorteile erzielt.

[0154] In einem Ausführungsbeispiel sind die Abmessungen des Koaptionselements so gewählt, dass die Anzahl der Implantate, die ein einzelner Patient benötigt (vorzugsweise eines), minimiert wird, während gleichzeitig niedrige transvalvuläre Gradienten beibehalten werden. In einem Ausführungsbeispiel beträgt der anterior-

posteriore Abstand X47B an der Oberseite des Abstandshalters etwa 5 mm, und der medial-laterale Abstand X67D des Abstandshalters an seiner breitesten Stelle beträgt etwa 10 mm. In einem Ausführungsbeispiel kann die Gesamtgeometrie der Vorrichtung **510** auf diesen beiden Abmessungen und der oben beschriebenen Gesamtformstrategie beruhen. Es sollte leicht ersichtlich sein, dass die Verwendung anderer anterior-posteriorer Abstände X47B und medial-lateraler Abstände X67D als Ausgangspunkte für die Vorrichtung zu einer Vorrichtung mit anderen Abmessungen führen wird. Auch die Verwendung anderer Abmessungen und der oben beschriebenen Formstrategie führt zu einer Vorrichtung mit anderen Abmessungen.

[0155] Die Tabellen A, B und C (Tables A, B, C) enthalten Beispiele (Examples) für Werte und Bereiche (Ranges) für Abmessungen des Geräts und der Komponenten des Geräts für einige Beispielausführungen. Die Vorrichtung kann jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Formen und Größen haben und muss nicht alle oder einige der in den Tabellen A, B und C angegebenen Dimensionswerte oder Dimensionsbereiche aufweisen. Tabelle A enthält Beispiele für lineare Dimensionen X (Linear Dimensions) in Millimetern und Bereiche von linearen Dimensionen in Millimetern für die Vorrichtung und Komponenten der Vorrichtung. Tabelle B enthält Beispiele für Radiusabmessungen R (Radius Dimensions) in Millimetern und Bereiche von Radiusabmessungen in Millimetern für die Vorrichtung und Komponenten des Geräts. Tabelle C enthält Beispiele für Winkelmaße α in Grad (Angular Dimensions (degrees)) und Bereiche von Winkelmaßen in Grad für die Vorrichtung und Komponenten des Geräts. Die tiefgestellten Ziffern für jedes der Maße geben die Zeichnung an, in der das Maß zuerst erscheint.

Table A -Linear Dimensions (mm)

	Example	Range A		Range B		Range D		Range C	
		(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)
X _{47A}	2.8	1.4	4.2	2.1	3.5	2.52	3.08	2.66	2.94
X _{47B}	5.3	2.65	7.95	3.975	6.625	4.77	5.83	5.035	5.565
X _{47C}	2.8	1.4	4.2	2.1	3.5	2.52	3.08	2.66	2.94
X _{47D}	3.3	1.65	4.95	2.475	4.125	2.97	3.63	3.135	3.465
X _{47E}	5.4	2.7	8.1	4.05	6.75	4.86	5.94	5.13	5.67
X _{47F}	8	4	12	6	10	7.2	8.8	7.6	8.4
X _{47G}	1	0.5	1.5	0.75	1.25	0.9	1.1	0.95	1.05
X _{52A}	12	6	18	9	15	10.8	13.2	11.4	12.6
X _{58A}	11	5.5	16.5	8.25	13.75	9.9	12.1	10.45	11.55
X _{59A}	27	13.5	40.5	20.25	33.75	24.3	29.7	25.65	28.35
X _{59B}	8	4	12	6	10	7.2	8.8	7.6	8.4
X _{59C}	7	3.5	10.5	5.25	8.75	6.3	7.7	6.65	7.35
X _{67A}	2.4	1.2	3.6	1.8	3	2.16	2.64	2.28	2.52
X _{67B}	3.7	1.85	5.55	2.775	4.625	3.33	4.07	3.515	3.885
X _{67C}	10	5	15	7.5	12.5	9	11	9.5	10.5
X _{67D}	10	5	15	7.5	12.5	9	11	9.5	10.5
X _{67E}	15	7.5	22.5	11.25	18.75	13.5	16.5	14.25	15.75
X _{67F}	1	0.5	1.5	0.75	1.25	0.9	1.1	0.95	1.05
X ₆₈	14.2	7.1	21.3	10.65	17.75	12.78	15.62	13.49	14.91
X _{70A}	1.7	0.85	2.55	1.275	2.125	1.53	1.87	1.615	1.785
X _{70B}	2.8	1.4	4.2	2.1	3.5	2.52	3.08	2.66	2.94
X _{71A}	6.2	3.1	9.3	4.65	7.75	5.58	6.82	5.89	6.51
X _{71B}	5.4	2.7	8.1	4.05	6.75	4.86	5.94	5.13	5.67
X _{71C}	0.9	0.45	1.35	0.675	1.125	0.81	0.99	0.855	0.945
X _{71D}	3.75	1.875	5.625	2.8125	4.6875	3.375	4.125	3.5625	3.9375
X _{71E}	4.5	2.25	6.75	3.375	5.625	4.05	4.95	4.275	4.725

Example	Range A		Range B		Range D		Range C		Range C	
	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)
X _{72A}	10.4	5.2	15.6	7.8	13	9.36	11.44	9.88	10.92	
X _{91A}	8.8	4.4	13.2	6.6	11	7.92	9.68	8.36	9.24	
X _{91B}	7.8	3.9	11.7	5.85	9.75	7.02	8.58	7.41	8.19	
X _{91C}	8.1	4.05	12.15	6.075	10.125	7.29	8.91	7.695	8.505	
X _{91D}	13.6	6.8	20.4	10.2	17	12.24	14.96	12.92	14.28	
X _{92A}	0.05	0.025	0.075	0.0375	0.0625	0.045	0.055	0.0475	0.0525	
X _{92B}	1.5	0.75	2.25	1.125	1.875	1.35	1.65	1.425	1.575	
X _{92C}	10.8	5.4	16.2	8.1	13.5	9.72	11.88	10.26	11.34	
X _{95A}	13.8	6.9	20.7	10.35	17.25	12.42	15.18	13.11	14.49	
X _{96A}	8.2	4.1	12.3	6.15	10.25	7.38	9.02	7.79	8.61	
X _{96B}	5.1	2.55	7.65	3.825	6.375	4.59	5.61	4.845	5.355	
X _{96C}	0.5	0.25	0.75	0.375	0.625	0.45	0.55	0.475	0.525	
X ₉₇	10.8	5.4	16.2	8.1	13.5	9.72	11.88	10.26	11.34	
X _{98A}	9.8	4.9	14.7	7.35	12.25	8.82	10.78	9.31	10.29	
X _{98B}	5	2.5	7.5	3.75	6.25	4.5	5.5	4.75	5.25	
X ₉₉	8	4	12	6	10	7.2	8.8	7.6	8.4	
X _{100A}	9.7	4.85	14.55	7.275	12.125	8.73	10.67	9.215	10.185	
X _{100B}	4	2	6	3	5	3.6	4.4	3.8	4.2	
X ₁₀₁	5.2	2.6	7.8	3.9	6.5	4.68	5.72	4.94	5.46	
X _{102A}	8	4	12	6	10	7.2	8.8	7.6	8.4	
X _{102B}	2.9	1.45	4.35	2.175	3.625	2.61	3.19	2.755	3.045	
X _{117A}	4.2	2.1	6.3	3.15	5.25	3.78	4.62	3.99	4.41	
X _{117B}	14.5	7.25	21.75	10.875	18.125	13.05	15.95	13.775	15.225	
X _{117C}	13	6.5	19.5	9.75	16.25	11.7	14.3	12.35	13.65	

Table B - Radius Dimensions (mm)

Example	Range A		Range B		Range C		Range D		Range C	
	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)
R _{47A}	1.3	0.65	1.95	0.975	1.625	1.17	1.43	1.235	1.365	
R _{47B}	1	0.5	1.5	0.75	1.25	0.9	1.1	0.95	1.05	
R _{47C}	0.6	0.3	0.9	0.45	0.75	0.54	0.66	0.57	0.63	
R _{47D}	5	2.5	7.5	3.75	6.25	4.5	5.5	4.75	5.25	
R _{47E}	0.75	0.375	1.125	0.5625	0.9375	0.675	0.825	0.7125	0.7875	
R _{67A}	0.75	0.375	1.125	0.5625	0.9375	0.675	0.825	0.7125	0.7875	
R _{67B}	0.9	0.45	1.35	0.675	1.125	0.81	0.99	0.855	0.945	
R _{70A}	1.4	0.7	2.1	1.05	1.75	1.26	1.54	1.33	1.47	
R _{70B}	0.4	0.2	0.6	0.3	0.5	0.36	0.44	0.38	0.42	
R _{70C}	0.6	0.3	0.9	0.45	0.75	0.54	0.66	0.57	0.63	
R _{70D}	7	3.5	10.5	5.25	8.75	6.3	7.7	6.65	7.35	
R _{71A}	1.6	0.8	2.4	1.2	2	1.44	1.76	1.52	1.68	
R _{72A}	1.85	0.925	2.775	1.3875	2.3125	1.665	2.035	1.7575	1.9425	
R _{73A}	1.9	0.95	2.85	1.425	2.375	1.71	2.09	1.805	1.995	

	Example	Range A		Range B		Range C		Range D	
		(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)
R _{91A}	9.2	4.6	13.8	6.9	11.5	8.28	10.12	8.74	9.66
R _{91B}	0.3	0.15	0.45	0.225	0.375	0.27	0.33	0.285	0.315
R _{91C}	0.3	0.15	0.45	0.225	0.375	0.27	0.33	0.285	0.315
R _{92A}	0.75	0.375	1.125	0.5625	0.9375	0.675	0.825	0.7125	0.7875
R _{94A}	1.65	0.825	2.475	1.2375	2.0625	1.485	1.815	1.5675	1.7325
R _{96A}	1.7	0.85	2.55	1.275	2.125	1.53	1.87	1.615	1.785
R _{96B}	4.7	2.35	7.05	3.525	5.875	4.23	5.17	4.465	4.935
R _{98A}	1.3	0.65	1.95	0.975	1.625	1.17	1.43	1.235	1.365
R _{98B}	7.6	3.8	11.4	5.7	9.5	6.84	8.36	7.22	7.98
R _{100A}	0.9	0.45	1.35	0.675	1.125	0.81	0.99	0.855	0.945
R _{100B}	9.6	4.8	14.4	7.2	12	8.64	10.56	9.12	10.08
R _{102A}	0.45	0.225	0.675	0.3375	0.5625	0.405	0.495	0.4275	0.4725
R _{102B}	8.5	4.25	12.75	6.375	10.625	7.65	9.35	8.075	8.925
R _{115A}	9.3	4.65	13.95	6.975	11.625	8.37	10.23	8.835	9.765
R _{115B}	7.8	3.9	11.7	5.85	9.75	7.02	8.58	7.41	8.19
R _{115C}	7.8	3.9	11.7	5.85	9.75	7.02	8.58	7.41	8.19
R _{115D}	6.7	3.35	10.05	5.025	8.375	6.03	7.37	6.365	7.035
R _{115E}	1.5	0.75	2.25	1.125	1.875	1.35	1.65	1.425	1.575

Table C - Angular Dimensions (degrees)

	Example	Range A		Range B		Range C		Range D	
		(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)
α_{47}	12	6	18	9	15	10.8	13.2	11.4	12.6
α_{91A}	9	4.5	13.5	6.75	11.25	8.1	9.9	8.55	9.45
α_{91B}	14	7	21	10.5	17.5	12.6	15.4	13.3	14.7
α_{91C}	20	10	30	15	25	18	22	19	21
α_{117A}	39	19.5	58.5	29.25	48.75	35.1	42.937	37.05	40.95
α_{117B}	3	1.5	4.5	2.25	3.75	2.7	3.3	2.85	3.15

[0156] In den Fig. 47-61 ist eine implantierbare Vorrichtung 500 in verschiedenen Positionen und Konfigurationen dargestellt. Die implantierbare Vorrichtung 500 kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtung 500 kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe 20, 22 als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offengelegte Klappenreparatursystem).

[0157] Die implantierbare Vorrichtung 500 hat einen proximalen oder Befestigungsabschnitt 505, ein Koaptionselement 510 (z.B. Abstandshalter usw.), innere Ankerabschnitte oder innere Paddel 522, äußere Ankerabschnitte oder äußere Paddel 520, Ankerverlängerungselemente oder Paddelrahmen 524 und einen distalen Abschnitt 507. Die inneren Paddel 522 sind zwischen dem Koaptionselement 510 und den äußeren Paddeln 520 befestigt (z.B. gelenkig befestigt, usw.). Die äußeren Paddel 520 sind zwischen den inneren Paddeln 522 und dem distalen Abschnitt 507 befestigt (z.B. gelenkig befestigt, usw.). Die Paddelrahmen 524 sind an der Kappe 514 am distalen Abschnitt 507 befestigt und erstrecken sich bis zum Verbindungsabschnitt 523 zwischen den inneren und äußeren Paddeln 522, 520. In einigen Ausführungsformen sind die Paddelrahmen 524 aus einem Material gebildet, das starrer und steifer ist als das Material, aus dem die Paddel 522, 520 bestehen, so dass die Paddelrahmen 524 die Paddel 522, 520 stützen. In einem Ausführungsbeispiel sind die inneren Paddel 522 steif, relativ steif, starr, haben starre Abschnitte und/oder sind durch ein Versteifungsele-

ment oder den festen Abschnitt der Schließen **530** versteift. Die Versteifung des inneren Paddels ermöglicht die Bewegung der Vorrichtung in die verschiedenen, hier gezeigten und beschriebenen Positionen. Das innere Paddel **522**, das äußere Paddel **520** und die Schließen können alle wie hier beschrieben miteinander verbunden sein, so dass die Vorrichtung **500** auf die hier gezeigten und beschriebenen Bewegungen und Positionen beschränkt ist.

[0158] In den **Fig. 47-48** ist die Vorrichtung **500** in einer geschlossenen Position dargestellt. Im geschlossenen Zustand sind die inneren Paddel **522** zwischen den äußeren Paddeln **520** und dem Koaptionselement **510** angeordnet. In einigen Ausführungsformen umfasst die Vorrichtung **500** Schließen oder Greifelemente **530** (**Fig. 48**), die geöffnet und geschlossen werden können, um die nativen Klappensegel **20**, **22** der Mitralklappe **MV** zu greifen. Die Schließen **530** sind an den inneren Paddeln **522** befestigt und bewegen sich mit diesen und sind zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** angeordnet.

[0159] In den **Fig. 49-51** ist die Vorrichtung **500** in einer teilweise geöffneten Position dargestellt. Die Vorrichtung **500** wird in die teilweise geöffnete Position durch ein Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512** bewegt, das durch den Befestigungsabschnitt **505** und das Koaptionselement **510** verläuft und mit dem distalen Abschnitt **507** lösbar in Eingriff gebracht werden kann. Das Auslöseelement **512** erstreckt sich durch den Befestigungsabschnitt **505**, so dass ein Abstand **D** zwischen dem Befestigungsabschnitt **505** und dem distalen Abschnitt **507** zunimmt, wenn das Auslöseelement **512** ausgefahren wird. In dem in den **Fig. 49-51** dargestellten Beispiel werden das innere und das äußere Paar Paddel **522**, **520** nicht unabhängig voneinander, sondern gemeinsam durch ein einziges Auslöseelement **512** bewegt. Außerdem sind die Positionen der Schließen **530** von den Positionen der Paddel **522**, **520** abhängig. Wie in **Fig. 48** gezeigt, werden durch das Schließen der Paddel **522**, **520** auch die Schließen geschlossen. In einem Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung **500** so ausgeführt werden, dass die Paddel **520**, **522** unabhängig voneinander in der gleichen Weise wie in der Ausführungsform von **Fig. 11A** steuerbar sind.

[0160] Das Ausfahren des Auslöseelements **512** zieht an den unteren Teilen der äußeren Paddel **520** und Paddelrahmen **524** nach unten. Die äußeren Paddel **520** und Paddelrahmen **524** ziehen an den inneren Paddeln **522** nach unten, wobei die inneren Paddel **522** mit den äußeren Paddeln **520** und den Paddelrahmen **524** verbunden sind. Da der Befestigungsabschnitt **505** und das Koaptionselement **510** festgehalten werden, werden die inneren Paddel **522** veranlasst, sich in einer Öffnungsrichtung zu biegen oder zu schwenken. Die inneren Paddel **522**, die äußeren Paddel **520** und die Paddelrahmen biegen sich alle in die in **Fig. 49** gezeigte Position. Durch das Öffnen der Paddel **522**, **520** und Rahmen **524** entsteht ein Spalt **520A** zwischen dem Koaptionselement **510** und dem inneren Paddel **522**, der die nativen Klappensegel **20** aufnehmen und greifen kann.

[0161] Wie oben beschrieben, umfassen einige Ausführungsformen der Vorrichtung **500** Schließen oder Greifelemente **530**. Wenn die Vorrichtung **500** teilweise geöffnet ist, sind die Schließen **530** freigelegt. In einigen Ausführungsformen können die geschlossenen Schließen **530** (**Fig. 50**) geöffnet werden (**Fig. 51**), wodurch eine zweite Öffnung oder ein zweiter Spalt **530A** zur Aufnahme und zum Einfangen der nativen Klappensegel **20**, **22** entsteht. Die Ausdehnung des Spalts **530A** in den Schließen **530** ist auf das Ausmaß begrenzt, in dem sich das innere Paddel **522** von dem Koaptionselement **510** weggespreizt hat.

[0162] In den **Fig. 52-54** ist die Vorrichtung **500** in einer seitlich ausgefahrenen oder offenen Position dargestellt. Die Vorrichtung **500** wird in die seitlich ausgefahrenen oder geöffnete Position bewegt, indem das oben beschriebene Auslöseelement **512** weiter ausgefahren wird, wodurch der Abstand **D** zwischen dem Befestigungsabschnitt **505** und dem distalen Abschnitt **507** vergrößert wird. Durch das weitere Ausfahren des Auslöseelements **512** wird an den äußeren Paddeln **520** und Paddelrahmen **524** nach unten gezogen, wodurch die inneren Paddel **522** weiter vom Koaptionselement **510** abgespreizt werden. In der seitlich ausgefahrenen oder geöffneten Position erstrecken sich die inneren Paddel **522** weiter horizontal als in anderen Positionen der Vorrichtung **500** und bilden einen Winkel von etwa 90 Grad mit dem Koaptionselement **510**. Ebenso befinden sich die Paddelrahmen **524** in ihrer maximal gespreizten Position, wenn sich die Vorrichtung **500** in der seitlich ausgefahrenen oder geöffneten Position befindet. Der vergrößerte Spalt **520A**, der in der seitlich ausgefahrenen oder offenen Position gebildet wird, ermöglicht es den Schließen **530**, sich weiter zu öffnen (**Fig. 54**), bevor sie in das Koaptionselement **510** eingreifen, wodurch die Größe des Spalts **530A** erhöht wird.

[0163] In den **Fig. 55-57** ist die Vorrichtung **500** in einer zu drei Vierteln ausgefahrenen Position dargestellt. Die Vorrichtung **500** wird in die zu drei Vierteln ausgefahrenen Position bewegt, indem das oben beschriebene Auslöseelement **512** weiter ausgefahren wird, wodurch der Abstand **D** zwischen dem Befestigungsabschnitt **505** und dem distalen Abschnitt **507** vergrößert wird. Durch weiteres Ausfahren des Auslöseelements **512** wird an den äußeren Paddeln **520** und Paddelrahmen **524** nach unten gezogen, wodurch die inneren Paddel **522**

weiter vom Koaptionselement **510** abgespreizt werden. In der zu drei Vierteln ausgefahrenen Position sind die inneren Paddel **522** über 90 Grad hinaus bis zu einem Winkel von etwa 135 Grad zum Koaptionselement **510** geöffnet. Die Paddelrahmen **524** sind weniger gespreizt als in der seitlich ausgefahrenen oder offenen Position und beginnen sich nach innen in Richtung des Auslöseelements **512** zu bewegen, wenn sich das Auslöseelement **512** weiter erstreckt. Die äußeren Paddel **520** biegen sich ebenfalls in Richtung des Auslöseelements **512** zurück. Wie bei der seitlich ausgefahrenen oder offenen Position ermöglicht der vergrößerte Spalt **520A**, der in der seitlich ausgefahrenen oder offenen Position gebildet wird, dass sich die Schließen **530** noch weiter öffnen (Fig. 57), wodurch sich die Größe des Spalts **530A** erhöht.

[0164] In Fig. 58 ist die Vorrichtung **500** in einer fast vollständig ausgefahrenen Position dargestellt. Die Vorrichtung **500** wird in die fast vollständig ausgefahrne Position bewegt, indem das oben beschriebene Auslöseelement **512** weiter ausgefahren wird, wodurch der Abstand D zwischen dem Befestigungsabschnitt **505** und dem distalen Abschnitt **507** vergrößert wird. Durch weiteres Ausfahren des Auslöseelements **512** wird an den äußeren Paddeln **520** und Paddelrahmen **524** nach unten gezogen, wodurch die inneren Paddel **522** weiter vom Koaptionselement **510** abgespreizt werden. In der fast vollständig ausgefahrenen Position beginnen die inneren Paddel **522**, sich einem Winkel von etwa 180 Grad mit dem Koaptionselement **510** zu nähern. Obwohl sich die inneren Paddel in diese Position bewegen, bewegen oder biegen sich die äußeren Paddel **520** und die Paddelrahmen **522** nie in oder über einen 90-Grad-Winkel in Bezug auf das Koaptionselement **510**. In der fast vollständig ausgefahrenen Position können die inneren und äußeren Paddel **522**, **520** eine etwas gekrümmte Form haben.

[0165] In den Fig. 59-61 ist die Vorrichtung **500** in einer vollständig ausgefahrenen Position dargestellt. Die Vorrichtung **500** wird in die vollständig ausgefahrne Position bewegt, indem das oben beschriebene Auslöseelement **512** weiter ausgefahren wird, wodurch der Abstand D zwischen dem Befestigungsabschnitt **505** und dem distalen Abschnitt **507** auf einen für die Vorrichtung **500** maximal zulässigen Abstand vergrößert wird. Durch weiteres Ausfahren des Auslöseelements **512** wird an den äußeren Paddeln **520** und Paddelrahmen **524** nach unten gezogen, wodurch die inneren Paddel **522** weiter vom Koaptionselement **510** abgespreizt werden. Die äußeren Paddel **520** und Paddelrahmen **524** bewegen sich in eine Position, in der sie sich nahe am Auslöseelement befinden. In der vollständig ausgefahrenen Position sind die inneren Paddel **522** in einem Winkel von etwa 180 Grad zum Koaptionselement **510** geöffnet. Die inneren und äußeren Paddel **522**, **520** sind in der vollständig ausgefahrenen Position gerade gestreckt, um einen Winkel von ungefähr 180 Grad zwischen den Paddeln **522**, **520** zu bilden. Die vollständig ausgefahrne Position der Vorrichtung **500** stellt die maximale Größe des Spalts **520A** zwischen den Paddeln bereit und ermöglicht in einigen Ausführungsformen, dass sich die Schließen **530** ebenfalls vollständig bis zu einem Winkel von etwa 180 Grad (Fig. 61) zwischen den Abschnitten der Schließe **530** öffnen. Diese Position der Vorrichtung **500** ist die schmalste Konfiguration. Somit kann die vollständig ausgefahrne Position der Vorrichtung **500** eine wünschenswerte Position für das Herausziehen der Vorrichtung **500** aus einer versuchten Implantation sein oder eine gewünschte Position für die Platzierung der Vorrichtung in einem Zuführkatheter oder dergleichen.

[0166] Unter Bezugnahme auf die Fig. 47A, Fig. 48A-48H, Fig. 53A-53C, Fig. 54A-54D, Fig. 60A-60D und Fig. 61A-61D wird eine implantierbare Vorrichtung **500A** in verschiedenen Positionen und Konfigurationen gezeigt. Die implantierbare Vorrichtung **500A** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung erörtert werden, und die Vorrichtung **500A** kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem).

[0167] Die implantierbare Vorrichtung **500A** hat einen proximalen oder Befestigungsabschnitt **505A**, ein Koaptionselement **510A**, innere Ankerabschnitte oder innere Paddel **522A**, äußere Ankerabschnitte oder äußere Paddel **520A**, Ankerverlängerungselemente oder Paddle-Rahmen **524A** und einen distalen Abschnitt **507A**. Die inneren Paddel **522A** sind zwischen dem Koaptionselement **510A**, z.B. durch Verbindungsabschnitte **525A**, und den äußeren Paddeln **520A** durch Verbindungsabschnitte **523A** befestigt (z.B. gelenkig befestigt, usw.). Die äußeren Paddel **520A** sind zwischen den inneren Paddeln **522A**, z.B. durch Gelenkabschnitte **523A**, und dem distalen Abschnitt **507A** durch Gelenkabschnitte **521A** befestigt (z.B. gelenkig befestigt, usw.). Die Paddelrahmen **524A** sind an der Kappe **514A** (Fig. 48A) am distalen Abschnitt **507A** befestigt und erstrecken sich bis zum Verbindungsabschnitt **523A** zwischen den inneren und äußeren Paddeln **522A**, **520A**. In einigen Ausführungsformen sind die Paddelrahmen **524A** aus einem Material gebildet, das steifer und steifer ist als das Material, aus dem die Paddel **522A**, **520A** bestehen, so dass die Paddelrahmen **524A** die Paddel **522A**, **520A** stützen. Die Paddelrahmen **524A** umfassen eine Öffnung oder einen Schlitz **524B** zur Aufnahme der Gelenkabschnitte **523A** (Fig. 65A). In einigen Ausführungsformen sind die inneren Paddel **522A** steif, relativ steif, starr, haben starre Abschnitte und/oder sind durch ein Versteifungselement oder den festen Abschnitt der

Schließen **530C** versteift. Die Versteifung des inneren Paddels ermöglicht die Bewegung der Vorrichtung in die verschiedenen, hier gezeigten und beschriebenen Positionen. Das innere Paddel **522A**, das äußere Paddel **520A** und das Koaptionselement können alle wie hierin beschrieben miteinander verbunden sein, so dass die Vorrichtung **500A** auf die hierin gezeigten und beschriebenen Bewegungen und Positionen beschränkt ist.

[0168] Das Koaptionselement **510A**, die inneren Paddel **522A** und die äußeren Paddel **520A** können miteinander verbunden werden, indem das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A**, **522A** als ein einziges, einheitliches Bauteil integral geformt werden. Dies kann z.B. dadurch erreicht werden, dass das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A**, **522A** aus einem kontinuierlichen Streifen **501A** eines geflochtenen oder gewebten Materials, wie z.B. geflochtenem oder gewebtem Nitinoldraht, geformt werden.

[0169] Der kontinuierlichen Streifen **501A** ist angebracht einem Kragen **511D**, einer Kappe **514A**, Paddelrahmen **524A**, Schließen bzw. Klammern **530C**. In der dargestellten Ausführungsform sind das Koaptionselement **510A**, die Scharnierabschnitte **521A**, **523A**, **525A**, die äußeren Paddel **520A** und die inneren Paddel **522A** aus dem kontinuierlichen Streifen **501A** gebildet. Der kontinuierliche Streifen **501A** kann aus einer einzigen Materiallage bestehen oder zwei oder mehr Lagen umfassen. In bestimmten Ausführungsformen weisen Teile der Vorrichtung **500A** eine einzelne Schicht des Materialstreifens **501A** auf und andere Teile sind aus mehreren überlappenden oder übereinanderliegenden Schichten des Materialstreifens **501A** gebildet. Fig. 47A zeigt beispielsweise das Koaptionselement **510A** und die inneren Paddel **522A**, die aus mehreren überlappenden oder übereinanderliegenden Schichten des Materialstreifens **501A** gebildet sind. Folglich haben das Koaptionselement **510A** und das innere Paddel **522A** eine erhöhte Steifigkeit im Vergleich zu den äußeren Paddeln **520A**, die aus einer einzigen Schicht des Materials **501A** gebildet sind. Der einzelne kontinuierliche Streifen aus Material **501A** kann an verschiedenen Stellen der Vorrichtung **500A** beginnen und enden. Die Enden des Materialstreifens **501A** können sich an der gleichen Stelle oder an verschiedenen Stellen der Vorrichtung **500A** befinden. In der dargestellten Ausführungsform von Fig. 47A beginnt und endet der Materialstreifen beispielsweise an der Stelle der inneren Paddel **522**.

[0170] Die Schließen **530C** können Befestigungs- oder feste Abschnitte **532C**, Arm- oder bewegliche Abschnitte **534C**, Widerhaken **536C** und Verbindungsabschnitte **538C** umfassen. Die Befestigungs- oder festen Abschnitte **532C** können auf verschiedene Weise mit den inneren Paddeln **522A** verbunden werden, z.B. mit Nähten, Klebstoff, Befestigungselementen, Schweißung, Nähten, Gesenkschmieden, Reibungspassung und/oder anderen Mitteln zur Verbindung mit den Verbindungsabschnitten **538C**, die in der Nähe des Koaptionselements **510A** angeordnet sind. Die Schließen **530C** können ähnlich wie die Schließen **430** sein.

[0171] Die beweglichen Teile **534C** können sich relativ zu den festen Teilen **532C** zwischen einer offenen Konfiguration (z.B. Fig. 54A) und einer geschlossenen Konfiguration (Fig. 48A) drehen oder biegen. In einigen Ausführungsformen können die Schließen **530C** in die geschlossene Konfiguration vorgespannt werden. In der offenen Konfiguration schwenken oder biegen sich die festen Abschnitte **532C** und die beweglichen Abschnitte **534C** voneinander weg, so dass native Klappensegel zwischen den festen Abschnitten **532C** und den beweglichen Abschnitten **534C** positioniert werden können. In der geschlossenen Konfiguration schwenken oder biegen sich die festen Abschnitte **532C** und die beweglichen Abschnitte **534C** zueinander hin, wodurch die nativen Klappensegel zwischen den festen Abschnitten **532C** und den beweglichen Abschnitten **534C** eingeklemmt werden. Die festen Arme **532C** bleiben stationär oder im Wesentlichen stationär, wenn die beweglichen Arme **534C** geöffnet werden, um die Widerhakenschließen **530C** zu öffnen und die Widerhaken **536C** freizulegen. Die Widerhakenschließen **530C** werden geöffnet, indem Spannung auf die an den beweglichen Armen **534C** angebrachten Auslöseleitungen **516A** ausgeübt wird, wodurch die beweglichen Arme **534C** an den Gelenkabschnitten **538C** schwenken oder sich biegen.

[0172] In den Fig. 47A und Fig. 48A-48H ist die Vorrichtung **500A** in geschlossener Position dargestellt. Eine Seitenansicht der Vorrichtung **500A** ist in den Fig. 48B, Fig. 48C und Fig. 48F, eine Vorderansicht in den Fig. 48D, Fig. 48E und Fig. 48G und eine Ansicht von unten in Fig. 48H dargestellt. Die Vorrichtung **500A** ist in der Frontansicht schmaler als in der Seitenansicht. Von der Seite betrachtet hat die Vorrichtung **500A** eine allgemein umgekehrte trapezförmige Form, die abgerundet ist und sich zum distalen Teil **507A** der Vorrichtung **500A** hin verjüngt. Von vorne gesehen hat die Vorrichtung **500A** eine im Allgemeinen abgerundete Rechteckform, die sich zum distalen Teil **507A** hin etwas verjüngt. Wie in der in Fig. 48H gezeigten Unteransicht der Vorrichtung **500A** zu sehen ist, hat die Vorrichtung **500A** von unten betrachtet eine allgemein abgerundete Rechteckform (und von oben betrachtet, wie beispielsweise in Fig. 70A zu sehen ist).

[0173] In der geschlossenen Konfiguration der Vorrichtung **500A** sind die inneren Paddel **522A** zwischen den äußeren Paddel **520A** und dem Koaptionselement **510A** angeordnet. In einigen Ausführungsformen umfasst

die Vorrichtung **500A** Schließen oder Greifelemente **530C** (**Fig. 48A**), die geöffnet und geschlossen werden können, um die nativen Klappensegel **20**, **22** der Mitralklappe **MV** zu greifen. Die Schließen **530C** sind an den inneren Paddeln **522A** befestigt und bewegen sich mit diesen und sind zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** angeordnet.

[0174] In den **Fig. 48B-48D** ist die Vorrichtung **500A** dargestellt, die an einer Zuführvorrichtung **502A** befestigt ist. Die Zuführvorrichtung **502A** hat betätigbare Elemente oder Finger **503A**, die lösbar in den Befestigungsabschnitt **505A** eingreifen. Ein Auslöseelement **512A** erstreckt sich von der Zuführvorrichtung **502A** zur Kappe **514A** durch den Befestigungsabschnitt **505A** und das Koaptionselement **510A** der Prothesenvorrichtung **500A**. Das Ausfahren und Zurückziehen des Auslöseelements **512A** bewirkt das Öffnen und Schließen der Vorrichtung **500A**, wie unten beschrieben. Auslöseleitungen/Nähte **516A** erstrecken sich von der Zuführvorrichtung **502A**, um an den Schließen **530C** befestigt zu werden. Auf die Nähte **516A** kann Spannung ausgeübt werden, um die Schließen **530C** zu öffnen, und sie können losgelassen werden, damit die Schließen **530C** geschlossen werden. Die Vorrichtung **500A** ist in den **Fig. 48F-48G** im entfalteten Zustand von der Zuführvorrichtung **502A** getrennt dargestellt.

[0175] In den **Fig. 48C** und **Fig. 48E** ist die Vorrichtung **500A** mit einer Abdeckung **540A** dargestellt. Die Abdeckung **540A** kann aus einem einzigen Stück Material oder aus mehreren Segmenten, die aneinander stoßen oder miteinander verbunden sind, gebildet werden. In der dargestellten Ausführungsform hat die Abdeckung **540A** eine äußere oder untere Abdeckung **541A** und eine innere oder obere Abdeckung **543A**. Die äußere Abdeckung **541A** bedeckt die Kappe **514A**, die äußeren Paddel **520A**, die inneren Paddel **522A** und die Schließen **530C**. Die innere Abdeckung **543A** bedeckt das Koaptionselement **510A** und die proximalen Enden der inneren Paddel **522A** und Schließen **530C**, wo das Koaptionselement **510A** auf die inneren Paddel **522A** und Schließen **530C** trifft. Die Abdeckung **540A** kann aus einem Stoffmaterial, wie z.B. einem feinmaschigen Polyethylenstoff, bestehen. Die Stoffabdeckung kann eine Blutabdichtung an der Oberfläche des Abstandshalters bieten und/oder ein schnelles Einwachsen von Gewebe fördern.

[0176] In den **Fig. 53A-53D** und **Fig. 54A-54D** ist die Vorrichtung **500A** in einer seitlich ausgefahrenen oder offenen Position dargestellt. Die Vorrichtung **500A** wird durch das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512A**, das durch den Befestigungsabschnitt **505A** und das Koaptionselement **510A** hindurchgeht und lösbar in den distalen Abschnitt **507A** eingreifen kann, in die offene Position bewegt. Das Auslöseelement **512A** wird durch den Befestigungsabschnitt **505A** so verlängert, dass ein Abstand **D2** zwischen dem Befestigungsabschnitt **505A** und dem distalen Abschnitt **507A** zunimmt, wenn das Auslöseelement **512A** verlängert wird. In dem in den **Fig. 53A-53D** und **Fig. 54A-54D** dargestellten Beispiel wird das Paar aus innerem und äußerem Paddel **520A**, **522A** gemeinsam und nicht unabhängig voneinander durch ein einziges Auslöseelement **512A** bewegt. Außerdem sind die Positionen der Schließen **530C** von den Positionen der Paddel **520A**, **522A** abhängig. Wie in **Fig. 48A** gezeigt, werden beispielsweise durch das Schließen der Paddel **520A**, **522A** auch die Schließen **530C** geschlossen. In einem Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung **500A** so ausgeführt werden, dass die Paddel **520A**, **522A** unabhängig voneinander in der gleichen Weise steuerbar sind wie in der Ausführungsform von **Fig. 11A**.

[0177] Durch das Ausfahren des Auslöseelements **512A** wird an den unteren Teilen der äußeren Paddel **520A** und Paddelrahmen **524A** nach unten gezogen, um die Vorrichtung **500A** von einer geschlossenen in eine teilweise geöffnete Position zu bringen. Die äußeren Paddel **520A** und Paddelrahmen **524A** ziehen an den inneren Paddeln **522A** nach unten, wo die inneren Paddel **522A** mit den äußeren Paddeln **520A** und den Paddelrahmen **524A** verbunden sind. Da der Befestigungsabschnitt **505A** und das Koaptionselement **510A** festgehalten werden, werden die inneren Paddel **522A** veranlasst, sich in einer Öffnungsrichtung zu drehen oder zu biegen. Die inneren Paddel **522A**, die äußeren Paddel **520A** und die Paddelrahmen biegen sich alle in die in **Fig. 53A** gezeigte Position. Durch das Öffnen der Paddel **522A**, **520A** und der Rahmen **524** entsteht ein Spalt **520D** zwischen dem Koaptionselement **510A** und dem inneren Paddel **522A**, der die nativen Klappensegel **20** aufnehmen und greifen kann.

[0178] Durch weiteres Ausfahren des Auslöseelements **512A** wird an den äußeren Paddeln **520A** und Paddelrahmen **524A** nach unten gezogen, wodurch sich die inneren Paddel **522A** weiter vom Koaptionselement **510A** abspreizen. In der seitlich ausgefahrenen oder offenen Position erstrecken sich die inneren Paddel **522A** weiter horizontal als in anderen Positionen der Vorrichtung **500A** und bilden einen Winkel von etwa 90 Grad mit dem Koaptionselement **510A**. Ebenso befinden sich die Paddelrahmen **524A** in ihrer maximal gespreizten Position, wenn sich die Vorrichtung **500A** in der seitlich ausgefahrenen oder geöffneten Position befindet. Der vergrößerte Spalt **520D**, der in der seitlich ausgefahrenen oder offenen Position gebildet wird, ermöglicht es

den Schließen **530C**, sich weiter zu öffnen (**Fig. 54A**), bevor sie in das Koaptionselement **510A** eingreifen, wodurch die Größe des Spalts **530D** im Vergleich zur teilweise offenen Position vergrößert wird.

[0179] Wie oben beschrieben, umfassen einige Ausführungsformen der Vorrichtung **500A** Schließen oder Greifelemente **530A**. Wenn die Vorrichtung **500A** geöffnet wird, werden die Schließen **530C** freigelegt. In einigen Ausführungsformen können die geschlossenen Schließen **530C** (**Fig. 53A-53D**) geöffnet werden (**Fig. 54A-54D**), wodurch eine zweite Öffnung oder ein zweiter Spalt **530D** zur Aufnahme und zum Einfangen der nativen Klappensegel **20**, **22** entsteht. Die Ausdehnung des Spalts **530D** in den Schließen **530C** ist auf das Ausmaß begrenzt, in dem sich das innere Paddel **522A** vom Koaptionselement **510A** weggespreizt hat.

[0180] In den **Fig. 60A-60D** und **Fig. 61A-61D** ist die Vorrichtung **500A** in einer vollständig ausgefahrenen Position dargestellt. Die Vorrichtung **500A** wird in die vollständig ausgefahrene Position bewegt, indem das oben beschriebene Auslöseelement **512A** weiter ausgefahren wird, wodurch der Abstand D2 zwischen dem Befestigungsabschnitt **505A** und dem distalen Abschnitt **507A** auf einen für die Vorrichtung **500A** maximal zulässigen Abstand vergrößert wird. Durch das weitere Ausfahren des Auslöseelements **512A** wird an den äußeren Paddeln **520A** und Paddelrahmen **524A** nach unten gezogen, wodurch sich die inneren Paddel **522A** weiter vom Koaptionselement **510A** entfernen. Die äußeren Paddel **520A** und Paddelrahmen **524A** bewegen sich in eine Position, in der sie sich in der Nähe des Auslöseelements befinden. In der vollständig ausgefahrenen Position sind die inneren Paddel **522A** in einem Winkel von ca. 180 Grad zum Koaptionselement **510A** geöffnet. Die inneren und äußeren Paddel **522A**, **520A** sind in der vollständig ausgefahrenen Position gerade oder im Wesentlichen gerade gestreckt, um einen Winkel von ungefähr 180 Grad zwischen den Paddeln **522A**, **520A** zu bilden. Die vollständig ausgefahrene Position der Vorrichtung **500A** bietet die maximale Größe des Spalts **520D** zwischen den Paddeln und ermöglicht es in einigen Ausführungsformen, dass sich die Schließen **530C** ebenfalls vollständig bis zu einem Winkel von etwa 180 Grad (**Fig. 61A**) zwischen den Teilen der Schließe **530A** öffnen. Die Position der Vorrichtung **500A** ist die schmalste Konfiguration. Somit kann die vollständig ausgefahrene Position der Vorrichtung **500A** eine wünschenswerte Position für das Herausziehen der Vorrichtung **500A** aus einer versuchten Implantation sein oder eine gewünschte Position für die Platzierung der Vorrichtung in einem Zuführkatheter oder dergleichen.

[0181] In den **Fig. 197-198** sind vergrößerte Ansichten von Teilen der **Fig. 60C** dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 197** ist die innere Abdeckung **543A** zu sehen, die das Koaptionselement **510A** vom proximalen Abschnitt **519B** bis zum distalen Abschnitt **517A** bedeckt. In einigen Ausführungsformen ist die innere Abdeckung **543A** aus einer flachen Folie (siehe **Fig. 201**) aus einem feinmaschigen Gewebematerial, wie z.B. Polyethylengewebe, gebildet und wird um das Koaptionselement **510A** gefaltet und durch Nähte **545A** an Ort und Stelle gehalten. Bezug nehmend auf **Fig. 198** ist nun zu sehen, dass die äußere Abdeckung **541A** die Schließen **530C** und die inneren Paddel **522A** bedeckt. Kragenabschnitte **548A** der inneren Abdeckung **543A** bedecken den Teil der Schließen **530C** und der inneren Paddel **522A**, der dem Koaptionselement **510A** am nächsten liegt. Übergangsabschnitte **547A** der inneren Abdeckung **543A** erstrecken sich vom Koaptionselement **510A** zu den Kragenabschnitten **548A**, um einen glatten Übergang zwischen dem Koaptionselement **510A** und den Schließen **530C** und inneren Paddeln **522A** zu schaffen, so dass natives Gewebe während der Implantation nicht an der Vorrichtung **500A** hängen bleibt.

[0182] In **Fig. 199** ist eine Explosionsdarstellung der Vorrichtung **500A** zu sehen. Das Koaptionselement **510A**, die äußeren Paddel **520A** und die inneren Paddel **522A** sind aus einem einzigen Materialstreifen **501A** geformt, wie oben beschrieben. Der Kragen **511D**, die Kappe **514A**, die Paddelrahmen **524A** und die Schließen **530C** sind mit dem Materialstreifen **501A** verbunden, um die Vorrichtung **500A** zu bilden. Die Kappe **514A** umfasst einen Retentionskörper **560A** mit einer Verriegelungsöffnung **561A** zur Aufnahme einer Sicherungsmutter **562A** mit einer Gewindebohrung **564A**, die in einen Gewindeabschnitt **568A** eines Sicherungsbolzens **566A** eingreift. Der Gewindeabschnitt **568A** des Sicherungsbolzens **566A** wird durch die Öffnung **527B** eingeführt, um in den Retentionskörper und die Mutter **560A**, **562A** einzugreifen, um die Kappe **514A** an dem Materialstreifen **501A** zu befestigen.

[0183] In einigen Ausführungsformen ist ein Versteifungselement **539C** am inneren Paddel **522A** angebracht, um das innere Paddel **522A** zu versteifen, um das innere Paddel in einer geraden oder im Wesentlichen geraden Konfiguration zu halten, wenn das innere Paddel zwischen den verschiedenen Positionen bewegt wird. Ein Ausschnitt **539D** im Versteifungselement **539C** ist so geformt, dass er den festen Arm **532C** der Schließe **530C** aufnimmt, so dass das Versteifungselement **539C** um den festen Arm **532C** herum passen kann, wenn sowohl das Versteifungselement **539C** als auch der Schließe **530C** am Innenpaddel **522A** angebracht sind. Wie der feste Arm **532C** kann das Versteifungselement **539C** auf verschiedene Weise mit den inneren Paddeln **522A**

verbunden werden, z.B. mit Nähten, Klebstoff, Befestigungselementen, Schweißen, Nähen, Gesenkschmieden, Reibschluss und/oder anderen Mitteln zur Verbindung.

[0184] Bezug nehmend auf **Fig. 200** ist eine vergrößerte Ansicht des Kragens **511A** gezeigt, der am proximalen Abschnitt **519B** des Koaptionselements **510A** befestigt ist. Der Kragen **511A** umfasst Vorsprünge **511B** zum lösbaren Eingriff in die Finger **503A** der Zuführvorrichtung **502A**. Eine Öffnung **515A** im Kragen **511A** nimmt das Auslöseelement **512A** auf. Der proximale Abschnitt **519B** des Koaptionselements **510A** erweitert sich nach außen, um zwei Schlaufen **519D** zu bilden, die durch die bogenförmigen Öffnungen **513A** des Kragens **511D** eingeführt werden, um den Kragen **511D** am proximalen Abschnitt **519B** des Koaptionselements **510A** zu befestigen. Die Schlaufen **519D** werden durch Falten des Materialstreifens **501A** gebildet, um erste und zweite Lagen **581A**, **582A** zu bilden. In einigen Ausführungsformen umfassen die bogenförmigen Öffnungen **513A** eine Öffnung (nicht dargestellt), die dem

[0185] Bezug nehmend auf die **Fig. 201-202** werden nun vergrößerte und explodierte Ansichten der Kappe **514A** gezeigt. **Fig. 201** zeigt eine vergrößerte Ansicht der Kappe **514A**, die am distalen Abschnitt **527A** des Materialstreifens **501A** befestigt ist gezeigt wird. Der Retentionskörper **560A**, die Sicherungsmutter **562A** und der Sicherungsbolzen **566A** wirken zusammen, um die Paddelrahmen **524A** an dem distalen Abschnitt **527A** des Materialstreifens **501A** zu befestigen. Insbesondere wird der Sicherungsbolzen **566A** durch die Öffnung **527B** des distalen Abschnitts **527A** eingeführt (**Fig. 202**), um eine Bewegung der Kappe **514A** entlang des Materialstreifens **501A** zu verhindern. Ein Kanal **560B** im Retentionskörper **560A** und ein Flansch **567A** des Bolzens **566A** bilden einen Durchgang **514B** durch die Kappe **514A** für den distalen Abschnitt **527A**.

[0186] Bezug nehmend auf **Fig. 202** sind die Komponenten der Kappe **514A** in einer Explosionsansicht dargestellt, um die Merkmale der Komponenten der Kappe **514A** und der Paddelrahmen **524A** besser zu veranschaulichen und um zu zeigen, wie diese Merkmale beim Zusammenbau der Kappe **514A** mit dem distalen Teil **527A** ineinandergreifen. Das Formen der Kappe **514A** aus mehreren Komponenten, die um den Materialstreifen **501A** herum zusammengesetzt werden können, ermöglicht das Anbringen der Kappe **514A**, nachdem der Materialstreifen **501A** gefaltet wurde, um das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A**, **522A** zu bilden, und durch den Kragen **511D** und die Paddelrahmen **524A** gewebt wurde.

[0187] Der Retentionskörper **560A** enthält eine Verriegelungsöffnung **561A** zur Aufnahme der Sicherungsmutter **562A**. Die Verriegelungsöffnung **561A** hat eine allgemein rechteckige Form und umfasst zwei gegenüberliegende Verriegelungskanäle **561B**, die die Befestigungsabschnitte **524C** der Paddelrahmen **524A** aufnehmen. Ein quer verlaufender Verriegelungskanal **561C**, der im Boden des Retentionskörpers **560A** ausgebildet ist, hat die gleiche Breite wie die Verriegelungskanäle **561B**. Die Paddelrahmen **524A** enthalten Kerben **524D** in den Befestigungsabschnitten **524C**, die Hakenabschnitte **524E** bilden, die in den quer verlaufenden Verriegelungskanal **561A** eingreifen, um die Paddelrahmen **524A** an der Kappe **514A** zu sichern.

[0188] Die Sicherungsmutter **562A** umfasst einen rechteckigen Verriegelungskörper **563A**, der sich distal von einem Flansch **563B** erstreckt. Der Verriegelungskörper **563A** ist so konfiguriert, dass er gleitend in die Verriegelungsöffnung **561A** des Retentionskörpers **560A** eingreift, während die Verriegelungskanäle **561B** ungehindert bleiben. Somit kann der Verriegelungskörper **563A** in die Verriegelungsöffnung **561A** eingeführt werden, um die Befestigungsabschnitte **524C** der Paddelrahmen **524A** innerhalb der Verriegelungskanäle **561B** zu verriegeln. Kerben **563C** im Flansch **563B** nehmen die Befestigungsabschnitte **524C** der Paddelrahmen **524A** auf. Die Gewindebohrung **564A** ist durch die Sicherungsmutter **562A** hindurch ausgebildet, um den Sicherungsbolzen **566A** aufzunehmen.

[0189] Der Sicherungsbolzen **566A** umfasst einen Gewindeabschnitt **568A**, der sich vom Flansch **567A** aus erstreckt. Der Gewindeabschnitt **568A** wird durch die Öffnung **527B** im distalen Abschnitt **527A** eingeführt, um in die Gewindebohrung **564A** der Sicherungsmutter **562A** einzuschrauben. Der Flansch **567A** hat eine abgerundete Form, die ein abgerundetes Ende des distalen Abschnitts **505A** der Vorrichtung **500A** bildet. Der Flansch **567A** enthält Öffnungen **567B** zur Aufnahme eines Werkzeugs (nicht dargestellt), das in den Bolzen **566A** eingreift, so dass der Bolzen **566A** bei der Montage gedreht werden kann, um die Komponenten der Kappe **514A** miteinander zu verbinden.

[0190] Um die Paddelrahmen **524A** und die Kappe **514A** am distalen Abschnitt **527A** zu montieren, werden die Paddelrahmen **524A** zusammengedrückt, um die Breite des Befestigungsabschnitts **524C** zu verringern, so dass die Befestigungsabschnitte **524C** in die Verriegelungskanäle **561B** der Verriegelungsöffnung **561A** eingeführt werden können. Wenn die Paddelrahmen **524A** sich ausdehnen können, dehnen sich die Befestigungsteile **524C** nach außen, so dass die Kerben **524D** in den Retentionskörper **560A** und die Hakenteile

524E in den quer verlaufenden Verriegelungskanal **561C** eingreifen. Die Sicherungsmutter **562A** wird dann in die Verriegelungsöffnung **561A** eingesetzt, wobei der Verriegelungsabschnitt **563A** zwischen den beiden Befestigungsabschnitten **524C** jedes Paddelrahmens **524A** angeordnet ist, wodurch die Paddelrahmen **524A** in Eingriff mit dem Retentionskörper **560A** verriegelt werden. Die zusammengebauten Paddelrahmen **524A**, der Retentionskörper **560A** und die Sicherungsmutter **562A** werden auf den distalen Abschnitt **527A** aufgesetzt, so dass die Gewindebohrung **564A** mit der Öffnung **527B** fluchtet und der Gewindeabschnitt **568A** des Bolzens **566A** durch die Öffnung **527B** eingeführt wird, um in die Gewindebohrung **564A** einzuschrauben. Die Schraube **566A** wird dann angezogen, bis der Flansch **567A** in den Retentionskörper **560A** eingreift und die Kappe **514A** sicher am distalen Teil **527A** montiert ist.

[0191] Bezug nehmend auf die **Fig. 203** und 204 sind Teile der Abdeckung **540A** gezeigt, die aus flachen Materialblättern geschnitten wurden. Die Abdeckung **540A** umfasst die äußere Abdeckung **541A** und die innere Abdeckung **543A**. Jede der Abdeckungen **541A**, **543A** umfasst unterschiedlich geformte Segmente oder Abschnitte zur Befestigung an verschiedenen Teilen der Vorrichtung **500A**. Insbesondere sind die Abdeckungen **541A**, **543A** so geformt, dass die Übergänge zwischen den Teilen der Vorrichtung **500A** geglättet werden, um Fangstellen zu reduzieren und der Vorrichtung **500** ein glatteres Äußeres zu verleihen.

[0192] Die verschiedenen Segmente der Abdeckungen **541A**, **543A** erstrecken sich von einem mittleren Abschnitt, der so geformt ist, dass er an einem Ende des Geräts **500A** befestigt werden kann. In anderen Ausführungsformen befindet sich der Abschnitt der Abdeckung **541A**, **543A**, der an einem Ende des Geräts **500A** befestigt wird, an einem Ende der Abdeckungen **541A**, **543A** oder kann sich an einer beliebigen Stelle zwischen der Mitte und den Enden der Abdeckungen **541A**, **543A** befinden. Verschiedene Abschnitte der Abdeckungen **541A**, **543A** können so geformt sein, dass sie sich um Teile der Vorrichtung **500A** wickeln. Die Abdeckung **540A** kann aus jedem geeigneten Material hergestellt werden, z.B. aus einem feinmaschigen Polyethylengebe. In bestimmten Ausführungsformen ist die Abdeckung aus einem einzigen Stück Material geformt. In anderen Ausführungsformen kann die Abdeckung aus einer beliebigen Anzahl von Materialstücken gebildet werden, die an der Vorrichtung angebracht und/oder durch ein geeignetes Mittel miteinander verbunden sind, z.B. durch Nähen, Kleben, Schweißen oder Ähnliches.

[0193] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 60C** und 204 erstreckt sich die äußere Abdeckung **541A** von einem mittleren Abschnitt **580** bis zu den Endabschnitten **588** nach außen. Der mittlere Abschnitt **580** ist so geformt, dass er an der Kappe **514A** der Vorrichtung **500A** angebracht werden kann. Äußere Paddelabschnitte **582** erstrecken sich von dem mittleren Abschnitt **580** zu inneren Paddel- und inneren Schließenabschnitten **584**. Die inneren Schaufel- und inneren Schließenabschnitte **584** erstrecken sich von den äußeren Schaufelabschnitten **582** zu den äußeren beweglichen Schließenabschnitten **586**. Die äußeren beweglichen Schließenabschnitte **586** erstrecken sich von den inneren Schaufelabschnitten **584** zu den Endabschnitten **588**.

[0194] Die äußeren Paddelabschnitte **582** umfassen Flügelabschnitte **583**, die sich seitlich auf eine Breite erstrecken, die breiter ist als die anderen Abschnitte der äußeren Abdeckung **541A**, so dass die äußeren Paddelabschnitte **582** an den äußeren Paddeln **520A** und Paddelrahmen **524A** der Vorrichtung **500A** befestigt werden können. Die inneren Paddelabschnitte **584** werden an den inneren Paddeln **522A**, den stationären Armen **532C** und der Innenfläche (der Seite mit den Widerhaken) der beweglichen Arme **534C** befestigt. Die äußeren Schließenabschnitte **586** befestigen an der Außenfläche (der Seite ohne Widerhaken) der beweglichen Arme **534C** der Schließen **530C**. Die Enden **588** der äußeren Abdeckung **541A** enden in der Nähe des Gelenkabschnitts **538C** der Schließe **530C** an der Außenseite der Schließen **530C**. Die inneren Paddel- und inneren Schließenabschnitte **584** enthalten Öffnungen **585**, die es den Widerhaken **536C** der Schließen **530C** ermöglichen, durch die äußere Abdeckung **541A** zu ragen, um in das Gewebe der nativen Herzklappe einzugreifen.

[0195] Bezug nehmend auf die **Fig. 60C** und 203 erstreckt sich die innere Abdeckung **543A** von einem Mittelteil **590** bis zu den Endteilen **598** nach außen. Der mittlere Abschnitt **590** ist so konfiguriert, dass er am Kragen **511D** der Vorrichtung **500A** befestigt werden kann. Öffnungen **591** im mittleren Abschnitt **590** legen die Vorsprünge **511E** vom Kragen **511D** frei, wenn der mittlere Abschnitt **590** am Kragen **511D** befestigt ist, so dass die Vorsprünge **511E** von der Zuführvorrichtung **502A** erfasst werden können. Koaptionsabschnitte **592** erstrecken sich von dem mittleren Abschnitt **590** zu flexiblen Scharnierabschnitten **594**. Löcher **593** entlang der Kanten der Koaptionsabschnitte **592** ermöglichen es, jeden der Koaptionsabschnitte **592** miteinander zu verbinden, nachdem sie um das Koaptionselement **510A** gefaltet wurden, wie z.B. durch Stiche **545A**. Die flexiblen Scharnierabschnitte **594** erstrecken sich von den Koaptionsabschnitten **592** zu den Übergangsabschnitten **596**. Die Übergangsabschnitte **596** erstrecken sich von den flexiblen Scharnierabschnitten **594** zu den Endabschnitten **598**. Löcher **597** entlang der Kanten der Übergangsabschnitte **596** ermöglichen es, dass jeder der Übergangsabschnitte **596** um das innere Paddel **522A** und die Enden der Schließe **536C** gewickelt

und durch Nähte oder andere geeignete Befestigungsmittel an sich selbst befestigt werden kann. Die flexiblen Scharnierabschnitte **594** überbrücken die Lücken zwischen dem Koaptionselement **510A** und den Schließen **530C**, wenn die Vorrichtung **500A** geöffnet wird, wie in **Fig. 198** zu sehen ist.

[0196] In den **Fig. 62A-64C** ist eine implantierbare Vorrichtung **700** dargestellt. Die implantierbare Vorrichtung **700** hat Paddel **702**, die sich öffnen und schließen, um die Klappensegel **20**, **22** gegen die mit Widerhaken versehenen Schließen oder Greifvorrichtungen **704** zu greifen. Die Paddel **702** bewegen sich, um eine Öffnung **706** zwischen den Paddel **702** und den Greifvorrichtungen **704** zu erzeugen, in der die Klappensegel **20**, **22** ergriffen werden können. Die Vorrichtung **700** kann so konfiguriert werden, dass sie einen breiten Spalt **26** (**Fig. 6**) in der nativen Herzklappe **MV**, **TV** schließt. Darüber hinaus kann die implantierbare Vorrichtung **700** beliebige andere Merkmale für eine Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtung **700** kann so positioniert werden, dass sie in die Klappensegel **20**, **22** als Teil eines beliebigen geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem). Die Vorrichtung **700** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtung **700** kann so positioniert werden, dass sie mit dem Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines beliebigen geeigneten Klappenreparatursystems (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offengelegte Klappenreparatursystem) in Eingriff kommt.

[0197] Bezug nehmend auf **Fig. 62A** werden die Paddel **702** der Vorrichtung **700** in Richtung X nach außen bewegt, gedreht oder geschwenkt, um eine Öffnung **706** zwischen den Paddel **702** und den Greifelementen **704** zu erzeugen, die eine Breite W hat. Die Breite W kann beispielsweise zwischen etwa 5 mm und etwa 15 mm betragen, wie etwa zwischen 7,5 mm und etwa 12,5 mm, wie etwa 10 mm. In alternativen Ausführungsformen kann die Breite W kleiner als 5 mm oder größer als 15 mm sein.

[0198] Unter Bezugnahme auf **Fig. 62B** werden die Paddel **702** der Vorrichtung **700** in der Richtung Z nach außen bewegt, so dass die Öffnung **706** eine Breite H aufweist. Die Breite H kann beispielsweise zwischen etwa 10 mm und etwa 25 mm, wie etwa zwischen etwa 10 mm und etwa 20 mm, wie etwa zwischen etwa 12,5 mm und etwa 17,5 mm, wie etwa etwa 15 mm, betragen. In einigen Ausführungsformen kann die Breite H weniger als 10 mm oder mehr als 25 mm betragen. In bestimmten Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite H und der Breite W etwa 5 zu 1 oder weniger betragen, wie etwa 4 zu 1 oder weniger, wie etwa 3 zu 1 oder weniger, wie etwa 2 zu 1 oder weniger, wie etwa 1,5 zu 1 oder weniger, wie etwa 1,25 zu 1 oder weniger, wie etwa 1 zu 1. Die Vorrichtung **700** kann so konfiguriert sein, dass die Paddel **702** in Richtung X nach außen bewegt, gedreht oder geschwenkt werden und dann in Richtung Z nach außen bewegt werden, um die Öffnung **706** mit einer Breite H zwischen den Paddeln **702** und den Greifelementen **704** zu erzeugen. Optional kann die Vorrichtung **700** so konfiguriert werden, dass die Paddel in Richtung Z nach außen bewegt werden und dann in Richtung X nach außen bewegt oder geschwenkt werden, um die Breite H zwischen den Paddeln **702** und den Greifelementen **704** zu erzeugen. Darüber hinaus kann die Vorrichtung **700** so konfiguriert werden, dass die Paddel **702** in Richtung X nach außen bewegt oder geschwenkt werden und gleichzeitig in Richtung Z nach außen bewegt werden, um die Breite H zwischen den Paddeln **702** und den Greifelementen **704** zu erzeugen.

[0199] Die **Fig. 63A-63C** zeigen eine implantierbare Vorrichtung **700**, bei der die Paddel **702** in Richtung X nach außen bewegt, gedreht oder geschwenkt werden und anschließend in Richtung Z nach außen bewegt werden, um eine breitere Öffnung **706** zu erzeugen. **Fig. 63A** zeigt die implantierbare Vorrichtung **700** in einer geschlossenen Position, so dass die Paddel **702** in die Greifelemente **704** eingreifen. Wie in **Fig. 63B** gezeigt, werden die Paddel **702** in Richtung X nach außen bewegt oder geschwenkt, um eine Öffnung **706** mit einer Breite W zur Aufnahme von Klappengewebe zu erzeugen. Bezug nehmend auf **Fig. 63C** werden die Paddel **702**, nachdem sie in Richtung X nach außen bewegt oder geschwenkt wurden, in Richtung Z nach außen bewegt, so dass die Öffnung **706** eine Breite H aufweist. Nachdem das Klappengewebe in den Öffnungen **706** zwischen den Paddeln **702** und den Greifelementen **704** aufgenommen wurde, wird die Klappenreparaturvorrichtung in die geschlossene Position zurückbewegt (wie in **Fig. 63A** gezeigt), um die Klappenreparaturvorrichtung **700** an dem Klappengewebe zu befestigen. Die implantierbare Vorrichtung **700** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung erörtert werden, und die implantierbare Vorrichtung **700** kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines beliebigen geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem).

[0200] Die **Fig. 64A-64C** zeigen eine implantierbare Vorrichtung **700**, bei der die Paddel **702** in Richtung Z nach außen bewegt werden und anschließend in Richtung X nach außen bewegt, ausgefahren oder ge-

schwenkt werden, um eine breitere Öffnung **706** zu erzeugen. **Fig. 64A** zeigt die implantierbare Vorrichtung **700** in einer geschlossenen Position, in der die Paddel **702** in die Greifelemente **704** eingreifen. Bezug nehmend auf **Fig. 64B** werden die Paddel **702** in Richtung Z nach außen bewegt, um eine Öffnung **706** mit einer Breite W zur Aufnahme von Klappengewebe zu erzeugen. Bezug nehmend auf **Fig. 64C** werden die Paddel **702**, nachdem sie in Richtung Z nach außen bewegt wurden, in Richtung X nach außen bewegt oder geschwenkt, so dass die Öffnung **706** eine Breite H aufweist. Nachdem das Klappengewebe in den Öffnungen **706** zwischen den Paddeln **702** und den Greifelementen **704** aufgenommen wurde, wird die implantierbare Vorrichtung **700** zurück in die geschlossene Position bewegt (wie in **Fig. 64A** gezeigt), um die implantierbare Vorrichtung **700** am Klappengewebe zu befestigen. Die implantierbare Vorrichtung **700** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung erörtert werden, und die implantierbare Vorrichtung **700** kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines beliebigen geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem).

[0201] Während die **Fig. 63A-63C** eine Vorrichtung **700** zeigen, bei der die Paddel **702** auseinandergespreizt und dann bewegt oder geschwenkt werden, und die **Fig. 64A-64C** eine Vorrichtung **700** zeigen, bei der die Paddel **702** auseinandergespreizt und dann bewegt oder geschwenkt werden, kann eine Vorrichtung **700** in alternativen Ausführungsformen Paddel **702** enthalten, die gleichzeitig auseinandergespreizt und bewegt oder geschwenkt werden können. Darüber hinaus können in bestimmten Ausführungsformen die Paddel **702** auseinandergespreizt und unabhängig voneinander bewegt oder geschwenkt werden. Das heißt, in den in den **Fig. 63A-63C** und **Fig. 64A-64C** dargestellten Ausführungsformen für die Ventilreparaturvorrichtung **700** sowie in der Ausführungsform, in der das Auseinanderspreizen und Bewegen oder Schwenken jedes Paddels **702** gleichzeitig erfolgt, können die Paddel **702** unabhängig voneinander gesteuert werden.

[0202] In den **Fig. 65-83** ist die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **500** im geschlossenen Zustand dargestellt. Bezug nehmend auf die **Fig. 65-66** erstreckt sich die Vorrichtung **500** von einem proximalen Abschnitt **505** zu einem distalen Abschnitt **507** und umfasst einen Koaptionsabschnitt **510**, innere Paddel **522**, äußere Paddel **520** und Paddel-Rahmen **524**. In einigen Ausführungsformen erstrecken sich die äußeren Paddel **520** bis zu den und/oder um die Paddelrahmen **524** und können mehr als eine Schicht aufweisen, um die Paddelrahmen **524** zu umgeben. Der proximale Abschnitt **505** kann einen Kragen **511** zum Anbringen einer Zuführvorrichtung (nicht dargestellt) enthalten. Der distale Abschnitt **507** kann eine Kappe **514** enthalten, die an den äußeren Paddeln **520** befestigt ist (z.B. gelenkig befestigt, usw.) und mit einem Auslöseelement (nicht dargestellt) in Eingriff steht, um die Vorrichtung **500** zu öffnen und zu schließen, um die Implantation in die native Klappe zu erleichtern, wie in der vorliegenden Anwendung beschrieben.

[0203] In den **Fig. 67-68** ist eine Vorderansicht der Vorrichtung **500** dargestellt. Die Vorrichtung **500** hat eine Form, die symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine vertikale Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550** ist und im Allgemeinen am distalen Teil **507** schmaler ist als der proximale Teil **505**. Die Form des Koaptionselements **510** und der Paddelrahmen **524** ist abgerundet oder im Allgemeinen abgerundet, um zu verhindern, dass die Vorrichtung **500** während der Implantation an Strukturen des Herzens, wie z.B. den Chordae tendineae, hängen bleibt oder hängenbleibt. Aus diesem Grund haben der proximale Kragen **511** (**Fig. 68**) und die Kappe **514** (**Fig. 68**) ebenfalls runde Kanten. Von der Vorder- oder Rückseite aus betrachtet, kann man sehen, dass die Paddelrahmen **524** eine abgerundete oder allgemein abgerundete Form haben, die sich vom distalen Teil **507** nach oben und außen erstreckt, so dass sie ungefähr mit der Form des Koaptionselements **510** übereinstimmt, wenn man es von vorne oder hinten betrachtet. Somit definieren das Koaptionselement **510** und die Paddelrahmen **524** im Allgemeinen die Form der Vorrichtung **500**, wenn man sie von vorne oder hinten betrachtet. Darüber hinaus können die abgerundete Form der Paddelrahmen **524** und die entsprechende abgerundete Form des Koaptionselements die Belastung der Klappen Segel über eine größere Fläche verteilen. In einigen Ausführungsbeispielen können die Paddelrahmen **524** und/oder das Koaptionselement **510** andere Formen haben.

[0204] In **Fig. 69** ist eine Seitenansicht der Vorrichtung **500** zu sehen. Wie bei den Vorder- und Rückansichten (**Fig. 67-68**) hat die Vorrichtung **500** eine Form, die bei Betrachtung von der Seite symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine vertikale Seite-zu-Seite-Ebene **552** ist. Der distale Abschnitt **507** ist auch allgemein schmaler als der proximale Abschnitt **505**, wenn die Vorrichtung **500** von der Seite betrachtet wird. Das Koaptionselement **510** hat optional auch eine sich verjüngende oder allgemein verjüngende Form, die sich in Richtung des distalen Abschnitts **507** der Vorrichtung **500** verjüngt. In einigen Ausführungsbeispielen verjüngt sich das Koaptionselement jedoch nicht, wenn es sich vom proximalen Abschnitt der Vorrichtung zum distalen Abschnitt der Vorrichtung erstreckt.

[0205] Die abgerundeten Merkmale der Vorrichtung **500** werden durch die runde Form der Paddel **520**, **522**, an denen die inneren und äußeren Paddel **520**, **522** miteinander verbunden sind, und die runde Form der Paddelrahmen **524** weiter verdeutlicht. Die Paddel **520**, **522** und die Paddelrahmen **524** können jedoch eine Vielzahl von unterschiedlichen Formen annehmen. Zum Beispiel können die Paddel **520**, **522** und die Paddelrahmen **524** entlang der Oberkanten abgerundet sein, aber an den Seiten der Paddel **520**, **522** und/oder der Paddelrahmen flach oder im Wesentlichen flach sein. Dadurch, dass die Paddel **520**, **522** an den Seiten flach oder im Wesentlichen flach sind, können zwei Vorrichtungen nebeneinander auf dem nativen Klappenblatt implantiert werden, wobei die beiden Vorrichtungen bündig oder im Wesentlichen bündig aneinander sitzen.

[0206] Die geschlossenen Paddel **520**, **522** bilden Lücken **542** zwischen den inneren Paddel **522** und dem Koaptionselement **510**, die zur Aufnahme von nativem Gewebe konfiguriert sind. Wie in **Fig. 69** zu sehen ist, verleiht die Verengung des Koaptionselements **510** den Lücken **542** eine etwas tropfenförmige Form, die in der Breite zunimmt, wenn sich die Lücken **542** dem distalen Abschnitt **507** der Vorrichtung nähern. Die Verbreiterung der Spalte **542** in Richtung des distalen Abschnitts **507** ermöglicht es den Paddeln **520**, **522**, das in den Spalten **542** erfasste Gewebe näher am proximalen Abschnitt **505** zu kontaktieren.

[0207] Die Paddelrahmen **524** erstrecken sich vertikal vom distalen Abschnitt **507** in Richtung des proximalen Abschnitts **505** bis etwa zum mittleren Drittel der Vorrichtung **500**, bevor sie sich nach außen biegen oder aufweiten, so dass der Verbindungsabschnitt der Rahmen **524** durch die Lücken **544** verläuft, die von den inneren Paddeln **522** gebildet werden, die innerhalb der äußeren Paddel **520** gefaltet sind. In anderen Ausführungsformen ist die Verbindung der Rahmen jedoch innerhalb der inneren Paddel **522** oder außerhalb der äußeren Paddel **520** angeordnet. Die äußeren Paddel **520** haben eine abgerundete Form, die der des Koaptionselements **510** ähnlich ist, wenn man es von vorne oder hinten betrachtet (**Fig. 67-68**). Somit hat die Vorrichtung **500** eine runde Form oder eine im Wesentlichen runde Form. Die runde Form der Vorrichtung **500** ist besonders sichtbar, wenn die Vorrichtung **500** von oben (**Fig. 70-71**) oder unten (**Fig. 72-73**) betrachtet wird.

[0208] In den **Fig. 70-71** sind Draufsichten auf die Vorrichtung **500** dargestellt. Die Vorrichtung **500** hat eine Form, die symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550** ist und auch symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine Seite-zu-Seite-Ebene **552** ist, wenn sie von oben betrachtet wird. Eine Öffnung **519A** im Koaptionselement **510** ist am proximalen Abschnitt **505** der Vorrichtung **500** sichtbar. Wie in **Fig. 70** zu sehen ist, kann das Koaptionselement **510** innen hohl sein. Der in **Fig. 71** gezeigte proximale Kragen **511** kann an dem Koaptionselement **510** befestigt werden, um das Koaptionselement **510** zu verschließen.

[0209] In einem Ausführungsbeispiel ist das Koaptionselement nicht planar und hat ausschließlich gekrümmte Oberflächen. Zum Beispiel können die hier dargestellten Koaptionselemente **510** aus einer Reihe von gemischten Flächen mit unterschiedlichen Krümmungsradien gebildet werden. Das Koaptionselement **510** hat in der Draufsicht eine ovale oder allgemein ovale Form. In einigen Ausführungsbeispielen kann das Koaptionselement **510** jedoch auch andere Formen aufweisen, wenn es von oben betrachtet wird. Zum Beispiel kann das Koaptionselement eine rechteckige, quadratische, rautenförmige, elliptische oder jede andere Form haben. Die Paddelrahmen **224** haben jeweils eine bogenförmige Form mit einem kleineren Radius als das Koaptionselement **510**, so dass sich die zwischen den inneren Paddeln **522** und Paddelrahmen **524** und dem Koaptionselement **510** gebildeten Lücken **542** verjüngen, wenn sie sich der linken **551** und rechten **553** Seite der Vorrichtung **500** nähern. Dadurch wird natives Gewebe, wie z.B. die Klappensegel **20**, **22**, tendenziell zwischen den Paddelrahmen **524** und dem Koaptionselement **510** zur linken und rechten Seite **551**, **553** der Vorrichtung **500** hin eingeklemmt.

[0210] In den **Fig. 72-73** sind Ansichten von unten auf die Vorrichtung **500** dargestellt. Wie bei den Draufsichten (**Fig. 70-71**) hat die Vorrichtung **500** eine Form, die symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um die Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550** ist und auch symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um die Seite-zu-Seite-Ebene **552** ist, wenn sie von unten betrachtet wird. Die Kappe **514** ist in **Fig. 73** dargestellt und kann gelenkig an den äußeren Paddeln **520** und den Paddelrahmen **524** befestigt werden.

[0211] Die Paddelrahmen **524** erstrecken sich vom distalen Abschnitt **507** der Vorrichtung **500** nach außen zu den linken und rechten Seiten **551**, **553** in einem engen oder leichten Winkel von der Seite-zu-Seite-Ebene **552**. Die Paddelrahmen **524** erstrecken sich weiter weg von der Seite-zu-Seite-Ebene **552**, wenn sich die Paddelrahmen **524** in Richtung des proximalen Abschnitts der Vorrichtung **500** (**Fig. 69**) erstrecken, um schließlich die in den **Fig. 70-71** gezeigte bogenförmige Form zu bilden.

[0212] In den **Fig. 74-83** sind perspektivische Ansichten und Querschnittsansichten der Vorrichtung **500** dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 74** wird die Vorrichtung **500** in der Nähe des proximalen Abschnitts des Koaptionselements **510** durch die Querschnittsebene **75** geschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 75** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **75** in **Fig. 74** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **75** hat das Koaptionselement **510** eine runde oder allgemein runde Form mit entlang der Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550** angeordneten Lappen. Die Lücken **542** zwischen den Paddelrahmen **524** und dem Koaptionselement **510** bilden eine halbmondförmige Form mit einer zentralen Breite **543**. Wie oben erwähnt, verengen sich die Lücken **542**, wenn sich die Lücken **542** den linken und rechten Seiten **551**, **553** nähern.

[0213] Bezug nehmend auf **Fig. 76** ist die Vorrichtung **500** in der Querschnittsebene **77** aufgeschnitten dargestellt, die sich etwa auf drei Viertel des Weges zwischen dem distalen Abschnitt **507** und dem proximalen Abschnitt **505** des Koaptionselements **510** befindet. Bezug nehmend auf **Fig. 77** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **77** in **Fig. 76** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **75** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552** ausgerichtet ist. Die Lücken **542** zwischen den Paddelrahmen **524** und dem Koaptionselement **510** bilden eine halbmondförmige oder halbmondartige Form mit einer zentralen Breite **543**, die geringer ist als die zentrale Breite **543** in **Fig. 75**. An der Position der Ebene **77** ist die Breite **543** der Spalte **542** zur Mitte der Vorrichtung hin schmaler, verbreitert sich etwas, wenn sich die Spalte **542** den linken und rechten Seiten **551**, **553** nähern, bevor sie wieder schmaler wird. Somit wird das native Gewebe in der Mitte der Spalte **542** etwa auf drei Viertel des Weges über das Koaptionselement **510** eingeklemmt.

[0214] Bezug nehmend auf **Fig. 78** ist die Vorrichtung **500** in der Querschnittsebene **79** aufgeschnitten dargestellt, die etwa auf halber Strecke zwischen dem distalen Abschnitt **507** und dem proximalen Abschnitt **505** des Koaptionselements **510** liegt. Bezug nehmend auf **Fig. 79** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **79** in **Fig. 78** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **79** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552** ausgerichtet ist. Die Paddelrahmen **524** sind in der Nähe der linken und rechten Seite **551**, **553** sehr nahe am oder in Kontakt mit dem Koaptionselement **510** zu sehen. Die Lücken **542** sind halbmondförmig oder im Allgemeinen halbmondförmig und breiter als die Lücken **542** entlang der Ebene **77** gesehen (**Fig. 77**.)

[0215] Bezug nehmend auf **Fig. 80** ist die Vorrichtung **500** durch die Querschnittsebene **81** geschnitten dargestellt, die etwa ein Viertel des Weges zwischen dem distalen Abschnitt **507** und dem proximalen Abschnitt **505** des Koaptionselements **510** liegt. Bezug nehmend auf **Fig. 81** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **81** in **Fig. 80** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **81** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552** ausgerichtet ist, die schmaler ist als die ovale Form, die in **Fig. 77** zu sehen ist. Die Paddelrahmen **524** sind in der Nähe der linken und rechten Seite **551**, **553** sehr nahe am oder in Kontakt mit dem Koaptionselement **510** zu sehen. Die Lücken **542** sind halbmondförmig oder allgemein halbmondförmig und breiter als die Lücken **542** entlang der Ebene **79** gesehen (**Fig. 79**.)

[0216] Bezug nehmend auf **Fig. 82** wird die Vorrichtung **500** durch die Querschnittsebene **83**, die in der Nähe des distalen Abschnitts **507** des Koaptionselements **510** positioniert ist, in Scheiben geschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 83** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **83** in **Fig. 82** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **83** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552** ausgerichtet ist, die schmaler ist als die ovale Form, die in **Fig. 79** zu sehen ist, wenn sich das Koaptionselement **510** in Richtung des distalen Abschnitts **507** der Vorrichtung **500** verjüngt. Die Paddelrahmen **524** sind in der Nähe der linken und rechten Seiten **551**, **553** zu sehen, die sehr nahe am oder in Kontakt mit dem Koaptionselement **510** sind. Während die inneren Paddel **522** in **Fig. 81** nicht sichtbar sind, sind die Lücken **542** halbmondförmig oder im Allgemeinen halbmondförmig und breiter als die Lücken **542** entlang der Ebene **81** gesehen (**Fig. 81**.)

[0217] Bezug nehmend auf die **Fig. 65A, Fig. 66A, Fig. 67A, Fig. 68A, Fig. 70A, Fig. 71A, Fig. 72A, Fig. 73A, Fig. 74A, Fig. 75A, Fig. 76A, Fig. 77A, Fig. 78A, Fig. 79A, Fig. 80A, Fig. 81A, Fig. 82A** und **Fig. 83A** ist die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **500A** in geschlossenem Zustand dargestellt. Bezug nehmend auf die **Fig. 65A** und **Fig. 66A** erstreckt sich die Vorrichtung **500A** von einem proximalen Abschnitt **505A** zu einem distalen Abschnitt **507A** und umfasst einen Koaptionsabschnitt **510A**, innere Paddeln **522A**, äußere Paddeln **520A** und Paddelrahmen **524A**. Der proximale Abschnitt **505A** kann einen Kragen **511D** zum Befestigen einer Zuführvorrichtung (nicht dargestellt) enthalten. Der distale Abschnitt **507A** kann eine Kappe **514A** enthalten, die an den äußeren Paddeln **520A** befestigt ist (z.B. gelenkig befestigt, usw.) und mit einem Auslöseelement

(nicht dargestellt) in Eingriff steht, um die Vorrichtung **500A** zu öffnen und zu schließen, um die Implantation in die native Klappe zu erleichtern, wie in der vorliegenden Anwendung beschrieben.

[0218] In den **Fig. 67A** und **Fig. 68A** sind Vorderansichten der Vorrichtung **500A** dargestellt. Die Vorrichtung **500A** hat eine Form, die symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine vertikale Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550A** ist und im Allgemeinen am distalen Abschnitt **507A** schmaler ist als entlang der Paddelrahmen **524A**. Die Form des Koaptionselements **510A** und der Paddelrahmen **524A** ist eine allgemein abgerundete rechteckige Form, um zu verhindern, dass die Vorrichtung **500A** während der Implantation an Strukturen des Herzens, wie z.B. den Chordae tendineae, hängenbleibt oder sich verfängt. Aus diesem Grund können der proximale Kragen **511D** (**Fig. 68A**) und die Kappe **514A** (**Fig. 68A**) ebenfalls runde Kanten aufweisen. Von der Vorder- oder Rückseite aus betrachtet, kann man sehen, dass die Paddelrahmen **524A** eine allgemein abgerundete rechteckige Form haben, die sich vom distalen Abschnitt **507A** nach oben und außen zu einer Form erstreckt, die Seiten hat, die breiter sind als das Koaptionselement **510A** und ungefähr parallel zu diesem verlaufen, wenn man sie von vorne oder hinten betrachtet. Somit definieren die Paddelrahmen **524A** im Allgemeinen die Form der Vorrichtung **500A**, wenn man sie von vorne oder hinten betrachtet. Darüber hinaus kann die abgerundete rechteckige Form der Paddelrahmen **524A** die Klappensegelbelastung über eine größere Fläche verteilen. In einigen Ausführungsbeispielen können die Paddelrahmen **524A** und/oder das Koaptionselement **510A** andere Formen haben.

[0219] Wie bei der Vorder- und Rückansicht (**Fig. 67A** und **Fig. 68A**) hat die Vorrichtung **500A** eine Form, die bei Betrachtung von der Seite (z.B. **Fig. 47A**) symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine vertikale Seite-zu-Seite-Ebene **552A** (**Fig. 70A**) ist. Der distale Abschnitt **507A** ist auch allgemein schmaler als der proximale Abschnitt **505A**, wenn die Vorrichtung **500A** von der Seite betrachtet wird. In der in **Fig. 48B** dargestellten Ausführungsform verjüngt sich das Koaptionselement **510A** nicht, während es sich vom proximalen Abschnitt **505A** der Vorrichtung **500A** zum distalen Abschnitt **507A** der Vorrichtung **500A** erstreckt. In einigen Ausführungsbeispielen verjüngt sich das Koaptionselement jedoch, wenn es sich vom proximalen Abschnitt der Vorrichtung zum distalen Abschnitt der Vorrichtung erstreckt (z.B. **Fig. 47**).

[0220] Die allgemein abgerundeten Merkmale der Vorrichtung **500A** werden durch die abgerundete Form der Paddel **520A**, **522A** an der Stelle, an der die inneren und äußeren Paddel **520A**, **522A** miteinander verbunden sind, weiter verdeutlicht. Die Paddel **520A**, **522A** und die Paddelrahmen **524A** können jedoch eine Vielzahl von unterschiedlichen Formen annehmen. Beispielsweise können die Paddel **520A**, **522A** und die Paddelrahmen **524A** entlang der Oberkanten abgerundet und an den Seiten flach oder im Wesentlichen flach sein (z.B. die Seiten der Paddelrahmen **524A**, die an den Vorder- und Rückseiten der Vorrichtung **500A** angeordnet sind). Dadurch, dass die Paddel **520A**, **522A** an den Seiten flach oder im Wesentlichen flach sind, können zwei Vorrichtungen nebeneinander auf dem nativen Klappensegel implantiert werden, wobei die beiden Vorrichtungen bündig oder im Wesentlichen bündig aneinander sitzen.

[0221] Die geschlossenen Paddel **520A**, **522A** bilden Lücken **542A** zwischen den inneren Paddel **522A** und dem Koaptionselement **510A**, die zur Aufnahme von nativem Gewebe konfiguriert sind. Wie in den **Fig. 48B** und **Fig. 48F** zu sehen ist, hat das proximale Ende des Koaptionselements **510A** eine annähernde Hundeknochenform, so dass die Spalten **542A** in Richtung des proximalen Abschnitts **505A** schmaler sind, als wenn sich die Spalten **542A** dem distalen Abschnitt **507A** der Vorrichtung nähern. Die Verengung der Lücken **542A** in Richtung des Befestigungsabschnitts **507A** ermöglicht es den Paddeln **520A**, **522A**, das in den Lücken **542A** erfasste Gewebe näher am proximalen Abschnitt **505A** zu kontaktieren.

[0222] Die Paddelrahmen **524A** erstrecken sich vertikal vom distalen Abschnitt **507A** in Richtung des proximalen Abschnitts **505A** bis etwa zum mittleren Drittel der Vorrichtung **500A**, bevor sie sich nach außen biegen oder aufweiten, so dass ein Verbindungsabschnitt **524B** der Rahmen **524A** durch die Lücken **544A** hindurchgeht, die von den inneren Paddeln **522A** gebildet werden, die innerhalb der äußeren Paddel **520A** gefaltet sind. In anderen Ausführungsformen sind die Verbindungen der Rahmen jedoch innerhalb der inneren Paddel **522A** oder außerhalb der äußeren Paddel **520A** angeordnet. Die äußeren Paddel **520A** haben eine abgerundete rechteckige Form, die der des Koaptionselements **510A** ähnelt, wenn man es von vorne oder hinten betrachtet (**Fig. 67A** und **68A**). Somit hat die Vorrichtung **500A** eine abgerundete rechteckige Form. Die abgerundete rechteckige Form der Vorrichtung **500A** ist besonders sichtbar, wenn die Vorrichtung **500A** von oben (**Fig. 70A** und **Fig. 71A**) oder von unten (**Fig. 72A** und **Fig. 73A**) betrachtet wird.

[0223] In den **Fig. 70A** und **Fig. 71A** sind Draufsichten auf die Vorrichtung **500A** dargestellt. Die Vorrichtung **500A** hat eine Form, die symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550A** ist und auch symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um eine Seite-zu-Seite-Ebene **552A** ist,

wenn sie von oben betrachtet wird. Eine proximale Öffnung **519C** im Koaptionselement **510A** ist am proximalen Abschnitt **505A** der Vorrichtung **500A** sichtbar. Das Auslöseelement **512A** wird durch die Öffnung **519C** aufgenommen, so dass sich das Koaptionselement **510A** um das Auslöseelement **512A** wickelt. In einigen Ausführungsformen wird die Öffnung **519C** durch Einführen des Auslöseelements **512A** zwischen die gefalteten und überlappenden Lagen des Materialstreifens **501A** gebildet (unten im Detail beschrieben). In anderen Ausführungsformen wird die Öffnung **519C** gebildet, indem die gefalteten Schichten des Materialstreifens **501A**, die das Koaptionselement **510A** bilden, um einen Rohling oder eine Schablone herum in Form gebracht werden, um dem Koaptionselement **510A** eine abgerundete oder allgemein abgerundete Form zu geben. Der in **Fig. 71A** gezeigte proximale Kragen **511D** kann an dem Koaptionselement **510A** befestigt werden, um das Koaptionselement **510A** zu verschließen. Der proximale Kragen **511D** umfasst Befestigungsabschnitte **513A**, die in Öffnungen **546A** eingreifen, die von den gefalteten Schichten des Materialstreifens **501A** gebildet werden, die das Koaptionselement **510A** bilden. In einigen Ausführungsformen sind die Befestigungsabschnitte **513A** Löcher im Kragen **511D**, so dass der Materialstreifen **501A** durch den Kragen **511D** eingeführt werden muss, bevor der Materialstreifen **501A** während des Zusammenbaus der Vorrichtung **500A** gefaltet wird. In einigen Ausführungsformen sind die Befestigungsabschnitte **513A** offene Schlitz (z.B. die Befestigungsabschnitte **524B** der Paddelrahmen **524A**), die den Materialstreifen **501A** vor oder nach dem Falten des Materialstreifens **501A** aufnehmen.

[0224] Wie oben erwähnt, hat das Koaptionselement **510A** von oben gesehen eine allgemein rechteckige Form. In einigen Ausführungsbeispielen kann das Koaptionselement **510A** in der Draufsicht andere Formen haben. Zum Beispiel kann das Koaptionselement eine runde, quadratische, rautenförmige, elliptische oder jede andere Form haben. Die Paddelrahmen **224A** haben von oben gesehen jeweils eine abgerundete rechteckige Form, so dass die Paddelrahmen **224A** das rechteckige Koaptionselement **510A** umgeben. Dadurch wird natives Gewebe, wie z.B. die Klappensegel **20**, **22**, in den zwischen den inneren Paddeln **522A** und Paddelrahmen **524A** und dem Koaptionselement **510A** gebildeten Lücken **542A** gleichmäßig eingeklemmt oder komprimiert.

[0225] In den **Fig. 72A** und **Fig. 73A** sind Ansichten von unten auf die Vorrichtung **500A** dargestellt. Wie bei den Ansichten von oben (**Fig. 70A** und **Fig. 71A**) hat die Vorrichtung **500A** eine Form, die symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um die Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550A** ist und auch symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch um die Seite-zu-Seite-Ebene **552A** ist, wenn sie von unten betrachtet wird. Ein distaler Abschnitt **527A** des Materialstreifens **501A** enthält eine Öffnung **527B** zur Aufnahme der in **Fig. 73A** gezeigten Kappe **514A**.

[0226] Die Paddelrahmen **524A** erstrecken sich vom distalen Abschnitt **5507A** der Vorrichtung **500A** nach außen zu den linken und rechten Seiten **551A**, **553A** in einem engen oder leichten Winkel von der Seite-zu-Seite-Ebene **552A**. Die Paddelrahmen **524A** erstrecken sich weiter weg von der Seite-zu-Seite-Ebene **552A**, während sie einen im Allgemeinen konstanten Abstand relativ zur Vorder-zu-Rückseite-Ebene **550A** beibehalten, wenn sich die Paddelrahmen **524A** in Richtung des proximalen Abschnitts **505A** der Vorrichtung **500A** (**Fig. 65A**) erstrecken, um schließlich die in den **Fig. 70A** und **Fig. 71A** gezeigte abgerundete Rechteckform zu bilden.

[0227] Die Tabellen D und E (Tables D and E) enthalten Beispiele (Examples) für Werte und Bereiche (Ranges) für Abmessungen der Vorrichtung **500A** und Komponenten der Vorrichtung **500A** für einige Beispielausführungen. Die Vorrichtung **500A** kann jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Formen und Größen haben und muss nicht alle oder einige der in den Tabellen D und E angegebenen Abmessungswerte oder Abmessungsbereiche aufweisen. Tabelle D enthält Beispiele für lineare Abmessungen Y (Linear Dimensions) in Millimetern und Bereiche von linearen Abmessungen in Millimetern für die Vorrichtung **500A** und Komponenten der Vorrichtung **500A**. Tabelle B enthält Beispiele für Radiusabmessungen S (Radius Dimensions) in Millimetern und Bereiche von Radiusabmessungen in Millimetern für die Vorrichtung **500A** und Komponenten der Vorrichtung **500A**. Die tiefgestellten Ziffern für jedes der Maße geben die Zeichnung an, in der das Maß zuerst erscheint.

[0228] Die Tabellen D und E enthalten Beispiele für Werte und Bereiche für Abmessungen der Vorrichtung **500A** und Komponenten der Vorrichtung **500A** für einige Beispielausführungen. Die Vorrichtung **500A** kann jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Formen und Größen haben und muss nicht alle oder einige der in den Tabellen D und E angegebenen Abmessungswerte oder Abmessungsbereiche aufweisen. Tabelle D enthält Beispiele für lineare Abmessungen Y in Millimetern und Bereiche von linearen Abmessungen in Millimetern für die Vorrichtung **500A** und Komponenten der Vorrichtung **500A**. Tabelle B enthält Beispiele für Radiusabmessungen S in Millimetern und Bereiche von Radiusabmessungen in Millimetern für die Vorrichtung **500A** und Komponenten der Vorrichtung **500A**. Die tiefgestellten Ziffern für jedes der Maße geben die Zeichnung an, in der das Maß zuerst erscheint.

Table D - Linear Dimensions (mm)

	Example	Range A		Range B		Range C		Range D	
		(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)
Y _{47A}	2.58	1.29	3.87	1.94	3.23	2.32	2.84	2.45	2.71
Y _{47B}	1.43	0.72	2.15	1.07	1.79	1.29	1.57	1.36	1.50
Y _{47C}	3.75	1.88	5.63	2.81	4.69	3.38	4.13	3.56	3.94
Y _{47D}	0.35	0.18	0.53	0.26	0.44	0.32	0.39	0.33	0.37
Y _{47E}	0.71	0.36	1.07	0.53	0.89	0.64	0.78	0.67	0.75
Y _{47F}	1.07	0.54	1.61	0.80	1.34	0.96	1.18	1.02	1.12
Y _{47G}	7.68	3.84	11.52	5.76	9.60	6.91	8.45	7.30	8.06
Y _{47H}	5.41	2.71	8.12	4.06	6.76	4.87	5.95	5.14	5.68
Y _{47I}	9.16	4.58	13.74	6.87	11.45	8.24	10.08	8.70	9.62
Y _{47J}	0.72	0.36	1.08	0.54	0.90	0.65	0.79	0.68	0.76
Y _{67A}	1.61	0.81	2.42	1.21	2.01	1.45	1.77	1.53	1.69
Y _{67B}	3.25	1.63	4.88	2.44	4.06	2.93	3.58	3.09	3.41
Y _{67C}	5.90	2.95	8.85	4.43	7.38	5.31	6.49	5.61	6.20
Y _{67D}	15.21	7.60	22.81	11.41	19.01	13.69	16.73	14.45	15.97
Y _{67E}	3.25	1.63	4.88	2.44	4.06	2.93	3.58	3.09	3.41
Y _{68A}	14.04	7.02	21.06	10.53	17.55	12.64	15.44	13.34	14.74
Y _{71A}	4.50	2.25	6.75	3.38	5.63	4.05	4.95	4.28	4.73
Y _{72A}	2.50	1.25	3.75	1.88	3.13	2.25	2.75	2.38	2.63
Y _{114A}	4.34	2.17	6.50	3.25	5.42	3.90	4.77	4.12	4.55
Y _{114B}	13.28	6.64	19.92	9.96	16.60	11.95	14.61	12.62	13.94
Y _{116A}	14.79	7.39	22.18	11.09	18.48	13.31	16.27	14.05	15.53

Table E - Radius Dimensions (mm)

	Example	Range A		Range B		Range C		Range D	
		(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)	(max)	(min)
S _{47A}	0.74	0.37	1.11	0.56	0.93	0.67	0.81	0.70	0.78
S _{47B}	0.68	0.34	1.02	0.51	0.85	0.61	0.75	0.65	0.71
S _{47C}	1.10	0.55	1.65	0.83	1.38	0.99	1.21	1.05	1.16
S _{47D}	5.62	2.81	8.43	4.22	7.03	5.06	6.18	5.34	5.90
S _{47E}	0.96	0.48	1.44	0.72	1.20	0.86	1.06	0.91	1.01
S _{71A}	0.63	0.31	0.94	0.47	0.78	0.56	0.69	0.59	0.66
S _{71B}	2.07	1.04	3.11	1.55	2.59	1.86	2.28	1.97	2.17
S _{73A}	1.88	0.94	2.81	1.41	2.34	1.69	2.06	1.78	1.97
S _{114A}	5.62	2.81	8.43	4.22	7.03	5.06	6.18	5.34	5.90
S _{114B}	6.00	3.00	9.00	4.50	7.50	5.40	6.60	5.70	6.30
S _{114C}	3.15	1.58	4.73	2.36	3.94	2.84	3.47	2.99	3.31
S _{117A}	1.15	0.58	1.73	0.86	1.44	1.04	1.27	1.09	1.21
S _{117B}	2.69	1.35	4.04	2.02	3.36	2.42	2.96	2.56	2.82

[0229] In den Fig. 74A, Fig. 75A, Fig. 76A, Fig. 77A, Fig. 78A, Fig. 79A, Fig. 80A, Fig. 81A, Fig. 82A und Fig. 83A sind perspektivische Ansichten und Querschnitte der Vorrichtung 500A dargestellt. Bezug nehmend auf Fig. 74A ist die Vorrichtung 500A in der Querschnittsebene 75A in der Nähe des proximalen Abschnitts des

Koaptionselements **510A** geschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 75A** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **75A** in **Fig. 74A** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **75A** hat das Koaptionselement **510A** eine allgemein abgerundete rechteckige Form. Die Lücken **542A** zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** haben eine Breite **542B**. Wie oben erwähnt, haben die Lücken **542A** eine gleichbleibende oder im Allgemeinen gleichbleibende Breite.

[0230] Bezug nehmend auf **Fig. 76A** ist die Vorrichtung **500A** in der Querschnittsebene **77A** aufgeschnitten dargestellt, die sich etwa auf drei Viertel des Weges zwischen dem distalen Abschnitt **507A** und dem proximalen Abschnitt **505A** des Koaptionselements **510A** befindet. Bezug nehmend auf **Fig. 77A** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **77A** in **Fig. 76A** aus gesehen dargestellt. Wie in den **Fig. 76A** und **Fig. 77A** zu sehen ist, ist der Materialstreifen **501A**, der die Vorrichtung **500A** bildet, im Bereich des Koaptionselements **510A** überlappend angeordnet, um vier Schichten zu bilden. Eine einzelne Lage des Materialstreifens **501A** bildet jeweils das innere Paddel **522A** und das äußere Paddel **520A**. An der Position der Ebene **75A** hat das Koaptionselement **510A** eine allgemein rechteckige Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552A** ausgerichtet ist. Die Lücken **542A** zwischen dem inneren Paddel **522A** und dem Koaptionselement **510A** sind sichtbar. Die Lücken **542A** zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** haben eine Breite **542B**, die größer ist als die in **Fig. 75A** sichtbare Breite **542B**. Die Lücken **544A** zwischen den äußeren und inneren Paddeln **520A**, **522A** haben eine einheitliche oder im Allgemeinen einheitliche Breite **544B** zur Aufnahme des Befestigungsabschnitts **524B** der Paddelrahmen **524A**.

[0231] Bezug nehmend auf **Fig. 78A** wird die Vorrichtung **500A** durch die Querschnittsebene **79A** geschnitten dargestellt, die sich etwa auf halber Strecke zwischen dem distalen Abschnitt **507A** und dem proximalen Abschnitt **505A** der Vorrichtung **500A** befindet. Bezug nehmend auf **Fig. 79A** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **79A** in **Fig. 78A** aus gesehen dargestellt. Wie in den **Fig. 78A** und **Fig. 79A** zu sehen ist, ist der Materialstreifen **501A**, der die Vorrichtung **500A** bildet, überlappt, um vier Schichten im Bereich des Koaptionselements **510A**, zwei Schichten im Bereich des inneren Paddels **522A** und eine Schicht im Bereich des äußeren Paddels **520A** zu bilden. An der Position der Ebene **79A** hat das Koaptionselement **510A** eine allgemein rechteckige Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552A** ausgerichtet ist. Die Lücken **542A** zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** haben eine Breite **542B**, die gleich oder ungefähr gleich der Breite **542B** in **Fig. 77A** ist.

[0232] Bezug nehmend auf **Fig. 80A** wird die Vorrichtung **500A** durch die Querschnittsebene **81A**, die etwa ein Viertel des Weges zwischen dem distalen Abschnitt **507A** und dem proximalen Abschnitt **505A** der Vorrichtung **500A** liegt, aufgeschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 81A** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **81A** in **Fig. 80A** aus gesehen dargestellt. Wie in den **Fig. 80A** und **Fig. 81A** zu sehen ist, ist der die Vorrichtung **500A** bildende Materialstreifen **501A** im Bereich des Koaptionselements **510A** vierlagig, im Bereich des inneren Paddels **522A** zweilagig und das äußere Paddel **520A** einlagig ausgebildet. An der Position der Ebene **81A** hat das Koaptionselement **510A** eine allgemein rechteckige Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552A** ausgerichtet ist. Die Lücken **542A** zwischen dem inneren Paddel **522A** und dem Koaptionselement **510A** haben eine Breite **542B**, die etwa der zentralen Breite **542B** in **Fig. 79A** entspricht.

[0233] Bezug nehmend auf **Fig. 82A** wird die Vorrichtung **500A** durch die Querschnittsebene **83A**, die etwa ein Viertel des Weges zwischen dem distalen Abschnitt **507A** und dem proximalen Abschnitt **505A** der Vorrichtung **500A** liegt, aufgeschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 83A** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **83A** in **Fig. 82A** aus gesehen dargestellt. Wie in den **Fig. 82A** und **Fig. 83A** zu sehen ist, ist der Materialstreifen **501A**, der die Vorrichtung **500A** bildet, überlappend angeordnet, um vier Schichten im Bereich des Koaptionselements **510A**, zwei Schichten im Bereich des inneren Paddels **522A** und eine einzelne Schicht, die das äußere Paddel **520A** bildet, zu bilden. An der Position der Ebene **83A** hat das Koaptionselement **510A** eine allgemein rechteckige Form, die entlang der Seite-zu-Seite-Ebene **552A** ausgerichtet ist. Die Lücken **542A** zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** bilden eine bogenförmige Form mit einer Breite **542B**, die etwa der zentralen Breite **542B** aus **Fig. 81A** entspricht.

[0234] Bezug nehmend auf die **Fig. 84-88**, **Fig. 86A**, **Fig. 87A** und **Fig. 88A** sind beispielhafte implantierbare Vorrichtungen **100**, **500**, **500A** ohne Schließen oder gelenkige Greifelemente dargestellt. Vielmehr haben die in den **Fig. 84-88**, **Fig. 86A**, **Fig. 87A** und **Fig. 88A** gezeigten Beispielvorrückungen **100**, **500**, **500A** Widerhaken oder Greifelemente **800/800A** und/oder **802/802A**, die in Teile des Koaptionselements oder der Paddel des Ankerteils der Vorrichtungen integriert sind, um das Greifen des Gewebes der nativen Herzklappe zu erleichtern.

[0235] In **Fig. 84** ist ein Beispiel für eine implantierbare Vorrichtung **100** dargestellt, die keine gelenkigen Schließen oder Greifelemente enthält. Wie oben beschrieben, wird die Vorrichtung **100** aus einer Zuführungshülse oder einem Zuführungsmittel **102** entfaltet und umfasst einen Koaptionsabschnitt **104** und einen Ankerabschnitt **106**. Der Koaptionsabschnitt **104** der Vorrichtung **100** umfasst ein Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110**, das so angepasst ist, dass es zwischen den Klappensegel **20**, **22** einer nativen Klappe (z.B. Mitralklappe **MV** usw.) implantiert werden kann und gleitend an einem Auslöseelement oder Schaft **112** befestigt ist, der sich durch das Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** zu einer distalen Kappe **114** erstreckt.

[0236] Der Ankerteil **106** der Vorrichtung **100** umfasst äußere Paddel **120** und innere Paddel **122**, die zwischen der distalen Kappe **114** und dem Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110** verbunden sind. Der Ankerabschnitt **106** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann verschiedenste Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Griffelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements oder Mittels zur Auslösung **112** öffnet und schließt den Ankerabschnitt **106** der Vorrichtung **100**, um die nativen Klappensegel **20**, **22** während der Implantation zu erfassen.

[0237] Anstelle von gelenkigen Schließen oder Greifelementen enthält die in **Fig. 84** gezeigte Vorrichtung **100** Widerhakenabschnitte **800**, die auf dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** angeordnet sind, wobei jede Seite des Koaptionselements oder Mittels zum Koaptieren **110** mindestens einen Widerhakenabschnitt **800** aufweist. Wenn der Ankerteil **106** der Vorrichtung **100** geschlossen ist, wird Gewebe, das zwischen den inneren Paddeln **122** und dem Koaptionselement oder Koaptionsmittel **110** erfasst wird, gegen die Widerhakenabschnitte **800** gedrückt. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** können scharf sein, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und das Gewebe daran hindern, sich aus der Vorrichtung **100** zurückzuziehen. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu verstärken.

[0238] In **Fig. 85** ist die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **100** ohne separate gelenkige Schließen dargestellt. Wie oben beschrieben, wird die Vorrichtung **100** von einer Zuführungshülse oder einem Zuführungsmittel **102** entfaltet und umfasst einen Koaptionsabschnitt **104** und einen Ankerabschnitt **106**. Der Koaptionsabschnitt **104** der Vorrichtung **100** umfasst ein Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110**, das so angepasst ist, dass es zwischen die Segel **20**, **22** der nativen Klappe oder der Mitralklappe **MV** implantiert werden kann und gleitend an einem Auslöseelement **112** (z.B. Auslösedraht, Schaft, Stab, Naht, Leitung usw.) befestigt ist, das sich durch das Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** zu einer distalen Kappe **114** erstreckt.

[0239] Der Ankerteil **106** der Vorrichtung **100** umfasst äußere Paddel **120** und innere Paddel **122**, die zwischen der distalen Kappe **114** und dem Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110** verbunden sind. Der Ankerabschnitt **106** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann verschiedenste Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Griffelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements oder Mittels zur Auslösung **112** öffnet und schließt den Ankerabschnitt **106** der Vorrichtung **100**, um die nativen Klappensegel **20**, **22** während der Implantation zu erfassen.

[0240] Anstelle separater gelenkiger Schließen oder Greifelemente enthält die in **Fig. 85** gezeigte Vorrichtung **100** Widerhakenabschnitte **800**, die an den inneren Paddeln **122** angeordnet sind, wobei jedes innere Paddel **122** mindestens einen Widerhakenabschnitt **800** aufweist. Wenn der Ankerabschnitt **106** der Vorrichtung **100** geschlossen ist, wird das zwischen den inneren Paddeln **122** und dem Koaptionselement oder Mittel zum Koaptieren **110** gegriffene Gewebe gegen die Widerhakenabschnitte **800** gedrückt. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** sind scharf, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und das Gewebe daran hindern, sich aus der Vorrichtung **100** zurückzuziehen. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu erhöhen.

[0241] In **Fig. 86** ist ein Beispiel für eine implantierbare Vorrichtung **500** dargestellt, die keine gelenkigen Schließen oder Greifelemente enthält. Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **500** einen Koaptionsabschnitt **504** und einen Ankerabschnitt **506**. Der Koaptionsabschnitt **504** der Vorrichtung **500** umfasst ein Koaptionselement **510**, das so angepasst ist, dass es zwischen die Segel **20**, **22** der nativen Klappe oder der nativen Mitralklappe **MV** implantiert werden kann, und das gleitend an einem Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512** befestigt ist, das sich durch das Koaptionselement **510** zu einer distalen Kappe **514** erstreckt.

[0242] Der Ankerteil **506** der Vorrichtung **500** umfasst äußere Paddel **520** und innere Paddel **522**, die zwischen der distalen Kappe **514** und dem Koaptionselement **510** verbunden sind. Der Ankerabschnitt **506** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann verschiedenste Formen annehmen, wie z.B. Paddel,

Greifelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements **512** öffnet und schließt den Ankerabschnitt **506** der Vorrichtung **500**, um die nativen Klappenflügel **20**, **22** während der Implantation zu erfassen.

[0243] Anstelle von gelenkigen Schließen oder Griffelementen enthält die Vorrichtung **500** Widerhakenabschnitte **800**, die an den inneren Paddeln **522** angeordnet sind, wobei jedes innere Paddel **522** optional mehr als einen Widerhakenabschnitt **800** aufweist. Wenn der Ankerabschnitt **506** der Vorrichtung **500** geschlossen ist, wird das zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** erfasste Gewebe gegen die Widerhakenabschnitte **800** gedrückt. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** sind scharf, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und das Gewebe daran hindern, sich aus der Vorrichtung **500** zurückzuziehen. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu verstärken.

[0244] Bezug nehmend auf **Fig. 86A** wird nun die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **500A** gezeigt, die keine gelenkigen Schließen oder Greifelemente enthält. Wie oben beschrieben, die Vorrichtung **500A** ein Koaptionselement **510A**, das zur Implantation zwischen die Segel **20**, **22** der nativen Klappe oder der nativen Mitralklappe **MV** geeignet ist und verschiebbar an einem Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse (nicht dargestellt) angebracht ist, das sich durch das Koaptionselement **510A** zu einer distalen Kappe **514A** erstreckt. Die Vorrichtung **500A** umfasst auch äußere Paddel **520A** und innere Paddel **522A**, die zwischen der distalen Kappe **514A** und dem Koaptionselement **510A** angeschlossen sind. Die Vorrichtung **500A** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann eine Vielzahl von Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Greifelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements öffnet und schließt die Paddel **520A**, **522A** der Vorrichtung **500A**, um die nativen Klappenflügel **20**, **22** während der Implantation zu greifen.

[0245] Anstelle von gelenkigen Schließen oder Griffelementen enthält die Vorrichtung **500A** Widerhakenabschnitte **800A**, die an den inneren Paddeln **522A** angeordnet sind, wobei jedes innere Paddel **522A** optional mehr als einen Widerhakenabschnitt **800A** aufweist. Wenn die Vorrichtung **500A** geschlossen ist, wird das zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** gegriffene Gewebe gegen die Widerhakenabschnitte **800A** gedrückt. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A** sind scharf, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und das Gewebe daran hindern, sich aus der Vorrichtung **500A** zurückzuziehen. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu verstärken.

[0246] In **Fig. 87** ist ein Beispiel für eine implantierbare Vorrichtung **500** dargestellt, die keine separaten gelenkigen Schließen oder Greifelemente enthält. Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **500** einen Koaptionsabschnitt **502** und einen Ankerabschnitt **504**. Der Koaptionsabschnitt **502** der Vorrichtung **500** umfasst ein Koaptionselement **510**, das so angepasst ist, dass es zwischen die Segel **20**, **22** der nativen Klappe oder der nativen Mitralklappe **MV** implantiert werden kann, und das verschiebbar an einem Auslöseelement oder einem Mittel zur Auslöse **512** befestigt ist, das sich durch das Koaptionselement **510** zu einer distalen Kappe **514** erstreckt.

[0247] Der Ankerteil **506** der Vorrichtung **500** umfasst äußere Paddel **520** und innere Paddel **522**, die zwischen der distalen Kappe **514** und dem Koaptionselement **510** verbunden sind. Der Ankerabschnitt **506** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann verschiedenste Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Greifelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements **512** öffnet und schließt den Ankerabschnitt **506** der Vorrichtung **500**, um die nativen Klappenflügel **20**, **22** während der Implantation zu erfassen.

[0248] Anstelle separater gelenkiger Schließen oder Greifelemente enthält die Vorrichtung **500** Widerhakenabschnitte **800**, die auf dem Koaptionselement **510** angeordnet sind, wobei jede Seite des Koaptionselements **510** mehr als einen Widerhakenabschnitt **800** aufweist. Wenn der Ankerteil **506** der Vorrichtung **500** geschlossen ist, wird das zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** gegriffene Gewebe gegen die Widerhakenabschnitte **800** gedrückt. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** sind scharf, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und das Gewebe daran hindern, sich aus der Vorrichtung **500** zurückzuziehen. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu verstärken.

[0249] Unter Bezugnahme auf **Fig. 87A** wird nun die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **500A** gezeigt, die keine gelenkigen Schließen oder Greifelemente enthält. Wie oben beschrieben, kann die Vorrichtung **500A** ein Koaptionselement **510A** aufweisen, das so angepasst ist, dass es zwischen die Segel **20**, **22** der nativen Klappe oder der nativen Mitralklappe **MV** implantiert werden kann, und das verschiebbar an einem Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse (nicht dargestellt) angebracht ist, das sich durch das Koaptionselement **510A**

zu einer distalen Kappe **514A** erstreckt. Die Vorrichtung **500A** umfasst auch äußere Paddel **520A** und innere Paddel **522A**, die zwischen der distalen Kappe **514A** und dem Koaptionselement **510A** angeschlossen sind. Die Vorrichtung **500A** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann eine Vielzahl von Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Greifelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements öffnet und schließt die Paddel **520A**, **522A** der Vorrichtung **500A**, um die nativen Klappensegel **20**, **22** während der Implantation zu greifen.

[0250] Anstelle separater gelenkiger Schließen oder Greifelemente enthält die Vorrichtung **500A** Widerhakenabschnitte **800A**, die auf dem Koaptionselement **510A** angeordnet sind, wobei jede Seite des Koaptionselements **510A** mehr als einen Widerhakenabschnitt **800A** aufweist. Wenn die Vorrichtung **500A** geschlossen ist, wird das zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** gegriffene Gewebe gegen die Widerhakenabschnitte **800A** gedrückt. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A** sind scharf, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und das Gewebe daran hindern, sich aus der Vorrichtung **500A** zurückzuziehen. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu verstärken.

[0251] In **Fig. 88** ist ein Beispiel für eine implantierbare Vorrichtung **500** dargestellt, die keine separaten gelenkigen Schließen oder Greifelemente enthält. Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **500** einen Koaptionsabschnitt **502** und einen Ankerabschnitt **504**. Der Koaptionsabschnitt **502** der Vorrichtung **500** umfasst ein Koaptionselement **510**, das so angepasst ist, dass es zwischen die Segel **20**, **22** der nativen Klappe oder der nativen Mitralklappe **MV** implantiert werden kann, und das verschiebbar an einem Auslöseelement oder einem Mittel zur Auslöse **512** befestigt ist, das sich durch das Koaptionselement **510** zu einer distalen Kappe **514** erstreckt.

[0252] Der Ankerteil **506** der Vorrichtung **500** umfasst äußere Paddel **520** und innere Paddel **522**, die zwischen der distalen Kappe **514** und dem Koaptionselement **510** verbunden sind. Der Ankerabschnitt **506** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann verschiedenste Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Greifelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements **512** öffnet und schließt den Ankerabschnitt **506** der Vorrichtung **500**, um die nativen Klappenflügel **20**, **22** während der Implantation zu erfassen.

[0253] Anstelle von gelenkigen Schließen oder Griffelementen enthält die Vorrichtung **500** Widerhakenabschnitte **800**, die auf dem Koaptionselement **510** angeordnet sind, wobei jede Seite des Koaptionselements **510** mindestens einen Widerhakenabschnitt **800** aufweist. Ähnlich wie die oben beschriebene Vorrichtung **1500** umfasst die Vorrichtung **500** auch mit Widerhaken versehene Abschnitte **802**, die an den inneren Paddeln **522** angeordnet sind, wobei jedes innere Paddel **522** mindestens einen mit Widerhaken versehenen Abschnitt **802** aufweist.

[0254] Wenn der Verankerungsabschnitt **506** der Vorrichtung **500** geschlossen ist, wird das zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** erfasste Gewebe gegen die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800**, **802** gepresst. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800**, **802** sind scharf, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und verhindern, dass sich das Gewebe aus der Vorrichtung **500** zurückzieht. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800**, **802** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu erhöhen. Die Kombination aus den mit Widerhaken versehenen Abschnitten **800** am Koaptionselement **510** und den mit Widerhaken versehenen Abschnitten **802** an den inneren Paddeln **522** formt das erfasste Gewebe zu einem S-förmigen, gewundenen Pfad, wenn es über die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800**, **802** läuft. Daher werden Kräfte, die das Gewebe von der Vorrichtung **500** wegziehen, das Gewebe dazu bringen, weiter in die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800**, **802** einzudringen, bevor das Gewebe entweichen kann.

[0255] Bezug nehmend auf **Fig. 88A** wird nun die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **500A** gezeigt, die keine gelenkigen Schließen oder Greifelemente enthält. Wie oben beschrieben, kann die Vorrichtung **500A** ein Koaptionselement **510A** aufweisen, das so angepasst ist, dass es zwischen die Segel **20**, **22** der nativen Klappe oder der nativen Mitralklappe **MV** implantiert werden kann, und das verschiebbar an einem Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse (nicht dargestellt) angebracht ist, das sich durch das Koaptionselement **510A** zu einer distalen Kappe **514A** erstreckt. Die Vorrichtung **500A** umfasst auch äußere Paddel **520A** und innere Paddel **522A**, die zwischen der distalen Kappe **514A** und dem Koaptionselement **510A** angeschlossen sind. Die Vorrichtung **500A** ist zwischen offenem und geschlossenem Zustand betätigbar und kann eine Vielzahl von Formen annehmen, wie z.B. Paddel, Greifelemente oder ähnliches. Das Auslösen des Auslöseelements

öffnet und schließt die Paddel **520A**, **522A** der Vorrichtung **500A**, um die nativen Klappensegel **20**, **22** während der Implantation zu greifen.

[0256] Anstelle von gelenkigen Schließen oder Greifelementen enthält die Vorrichtung **500A** mit Widerhaken versehene Abschnitte **800A**, die auf dem Koaptionselement **510A** angeordnet sind, wobei jede Seite des Koaptionselements **510A** mindestens einen mit Widerhaken versehenen Abschnitt **800A** aufweist. Die Vorrichtung **500A** umfasst auch mit Widerhaken versehene Abschnitte **802A**, die an den inneren Paddeln **522A** angeordnet sind, wobei jedes innere Paddel **522A** mindestens einen mit Widerhaken versehenen Abschnitt **802A** aufweist.

[0257] Wenn die Vorrichtung **500A** geschlossen ist, wird das zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** gegriffene Gewebe gegen die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A**, **802A** gedrückt. Die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A**, **802A** sind scharf, so dass sie in das native Gewebe eingreifen - und in einigen Ausführungsformen durchstechen - und das Gewebe daran hindern, sich aus der Vorrichtung **500A** zurückzuziehen. In einigen Ausführungsformen sind die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A**, **802A** nach unten abgewinkelt, um den Eingriff mit dem nativen Gewebe zu erhöhen. Die Kombination aus den mit Widerhaken versehenen Abschnitten **800A** am Koaptionselement **510A** und den mit Widerhaken versehenen Abschnitten **802A** an den inneren Paddeln **522A** formt das gegriffene Gewebe zu einer S-förmigen gewundenen Bahn, während es über die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A**, **802A** läuft. Daher werden Kräfte, die das Gewebe von der Vorrichtung **500A** wegziehen, das Gewebe dazu bringen, weiter in die mit Widerhaken versehenen Abschnitte **800A**, **802A** einzugreifen, bevor das Gewebe entweichen kann.

[0258] In den Fig. 89-102 sind das Koaptionselement **510** und die Paddel **520**, **522** der Beispielvorrichtung **500** dargestellt. Das Koaptionselement **510** und die Paddel können aus einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien hergestellt werden. Das Koaptionselement **510** und die Paddel **520**, **522** können aus einem oder mehreren einer Vielzahl von Materialien gebildet werden, z.B. aus einem Metallgewebe, wie einem Mesh, gewebt, geflochten, elektrogewoben, abgelagert oder auf eine andere geeignete Weise geformt, lasergeschnitten oder anderweitig geschnittenes Material oder flexibles Material. Das Material kann ein Gewebe, ein Draht aus einer Formgedächtnislegierung - wie Nitinol - sein, um die Fähigkeit zur Formgebung zu gewährleisten, oder ein anderes flexibles Material, das für die Implantation in den menschlichen Körper geeignet ist.

[0259] In einem Ausführungsbeispiel besteht das Koaptionselement aus einem geflochtenen Geflecht aus Metalldrähten, wie z.B. einem geflochtenen Geflecht aus Nitinoldrähten. In einem Ausführungsbeispiel besteht das Koaptionselement **510** aus einem geflochtenen Geflecht aus 25 bis 100 Drähten, wie z.B. 40 bis 85 Drähten, wie z.B. 45 bis 60 Drähten, wie z.B. etwa 48 Nitinoldrähten oder 48 Nitinoldrähten.

[0260] Das Koaptionselement kann mit einem Tuch, z.B. einem Polyethylentuch, umhüllt sein. Das Koaptionselement **510** kann in seiner Gesamtheit mit einer Tuchabdeckung, wie z.B. einem feinmaschigen Polyethylentuch, umgeben werden. Die Stoffabdeckung kann eine Blutabdichtung an der Oberfläche des Abstandshalters gewährleisten und/oder ein schnelles Einwachsen von Gewebe fördern.

[0261] Die Verwendung eines Formgedächtnismaterials, wie z.B. ein geflochtenes Nitinol-Drahtgeflecht, für die Konstruktion des Koaptionselements **510** führt zu einem Koaptionselement, das sich selbst ausdehnen kann, in alle Richtungen flexibel ist und/oder zu geringen Spannungen führt, wenn das Koaptionselement gequetscht und/oder gebogen wird. Das Material kann aus einem einzigen Stück, aus zwei miteinander verbundenen Hälften oder aus einer Vielzahl von Abschnitten oder Stücken bestehen, die auf jede geeignete Art und Weise befestigt oder miteinander verbunden werden, z.B. durch Schweißen, mit Klebstoffen oder Ähnlichem.

[0262] Wie in den Fig. 89-90 gezeigt, erstreckt sich die Vorrichtung **500** von einem proximalen Abschnitt **505** zu einem distalen Abschnitt **507** und umfasst ein Koaptionselement **510**, innere Paddel **522** und äußere Paddel **520**. Das Koaptionselement **510** umfasst eine proximale Öffnung **519A** und eine distale Öffnung **515** (Fig. 92 und Fig. 94). Die proximale Öffnung **519A** des Koaptionselements **510** ist in einem proximalen Abschnitt **519** des Koaptionselements **510** ausgebildet. Das Koaptionselement **510** ist durch Gelenkabschnitte **525** mit den inneren Paddeln **522** gelenkig verbunden. Die inneren Paddel **522** sind durch Verbindungsabschnitte **523** mit den äußeren Paddeln **520** gelenkig verbunden. Die äußeren Paddel **520** sind durch Verbindungsabschnitte **521** mit den distalen Abschnitten **527** verbunden (z.B. gelenkig verbunden usw.). Zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** sind Koaptionsspalte **542** gebildet. Paddelspalte **544** werden zwischen den inneren und äußeren Paddeln **520**, **522** gebildet, wenn die Paddel **520**, **522** gefaltet werden, wie z.B. in Fig. 90 gezeigt.

[0263] Bezug nehmend auf **Fig. 91** wird nun eine Vorderansicht der Vorrichtung **500** gezeigt (eine Rückansicht wäre identisch). Das Koaptionselement **510** umfasst den proximalen Abschnitt **519**, einen mittleren Abschnitt **518** und einen distalen Abschnitt **517**. Der proximale Abschnitt **519** enthält die proximale Öffnung **519A**. Der distale Abschnitt **517** umfasst die distale Öffnung **515** und ist mit den Gelenkabschnitten **525** verbunden. Die Form des Koaptionselements **510** ist abgerundet oder allgemein abgerundet, um zu verhindern, dass die Vorrichtung **500** während der Implantation an Strukturen des Herzens, wie z.B. den Chordae tendineae, hängenbleibt oder hängenbleibt.

[0264] In **Fig. 92** ist eine Seitenansicht der Vorrichtung **500** dargestellt. Ähnlich wie bei der Vorrichtung **500** in der Vorderansicht ist der distale Abschnitt **507** der Vorrichtung **500** allgemein schmaler als der proximale Abschnitt **505** der Vorrichtung **500**, wenn die Vorrichtung **500** von der Seite betrachtet wird. Das Koaptionselement **510** erweitert sich im proximalen Abschnitt **519** von der proximalen Öffnung **519A** bis zum mittleren Abschnitt **518** nach außen. Das Koaptionselement **510** verjüngt oder verengt sich dann im mittleren Abschnitt **518** vom proximalen Abschnitt **519** zum distalen Abschnitt **517**. Der distale Abschnitt **517** bleibt schmal und teilt sich dann in die beiden Gelenkabschnitte **525**. Die allgemein abgerundeten Merkmale der Vorrichtung **500** werden ferner durch die runde Form der Gelenkabschnitte **523**, die die inneren und äußeren Paddel **520**, **522** gelenkig verbinden, und die nach außen gewölbte Form der äußeren Paddel **520** verdeutlicht.

[0265] Die Koaptionsspalte **542**, die zwischen den inneren Paddeln **522** und dem Koaptionselement **510** gebildet werden, sind so konfiguriert, dass sie natives Gewebe aufnehmen. Die Verengung des Koaptionselements **510** verleiht den Spalten **542** eine etwas tropfenförmige Form, die an Breite zunimmt, wenn sich die Spalte **542** dem distalen Abschnitt **507** der Vorrichtung **500** nähern. Die Verbreiterung der Spalte **542** in Richtung des distalen Abschnitts **507** ermöglicht es den inneren Paddeln **522**, das in den Spalten **542** erfasste Gewebe näher am proximalen Abschnitt **505** zu berühren, wo die Quetschkräfte aufgrund des mechanischen Vorteils, der durch die Länge der Paddel **520**, **522** und andere Befestigungs- oder Verankerungselemente, wie sie in der vorliegenden Anwendung beschrieben sind, größer sind.

[0266] In **Fig. 93** ist eine Draufsicht auf die Vorrichtung **500** dargestellt. Die proximale Öffnung **519A** im Koaptionselement **510** ist am proximalen Abschnitt **505** der Vorrichtung **500** sichtbar, und das Koaptionselement **510** ist innen hohl zu erkennen. Das Koaptionselement **510** hat eine ovale oder allgemein ovale Form, wenn man es von oben betrachtet. Während die Paddel **520**, **522** als vorstehende rechteckige Formen erscheinen, können sich die Paddel **520**, **522** seitlich erstrecken und eine bogen- oder halbmondförmige Form haben.

[0267] In **Fig. 94** ist eine Unteransicht der Vorrichtung **500** dargestellt. Die distale Öffnung **515** im Koaptionselement **510** ist am distalen Abschnitt **507** der Vorrichtung **500** sichtbar und das Koaptionselement **510** ist innen hohl. Das Koaptionselement **510** hat in der Draufsicht eine ovale oder allgemein ovale Form. Während die Paddel **520**, **522** als vorstehende rechteckige Formen erscheinen, können sich die Paddel **520**, **522** seitlich erstrecken und eine bogen- oder halbmondförmige Form haben. Der distale Abschnitt **517** des Koaptionselements **510** ist zu sehen, wie er sich in zwei Teile spaltet, um sich mit den Gelenkabschnitten **525** zu verbinden.

[0268] In den **Fig. 89A**, **Fig. 90A**, **Fig. 91A**, **Fig. 92A**, **Fig. 93A**, **Fig. 94A**, **Fig. 95A**, **Fig. 96A**, **Fig. 97A**, **Fig. 98A**, **Fig. 99A**, **Fig. 100A**, **Fig. 101A** und **Fig. 102A** sind die Teile der Vorrichtung **500A** dargestellt, die durch den Materialstreifen **501A** (z.B. ein einzelner, durchgehender Materialstreifen, ein zusammengesetzter Materialstreifen usw.) gebildet werden, d. h. das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A**, **522A**. Das Koaptionselement **510A** und die Paddel können aus einer Vielzahl unterschiedlicher Materialien hergestellt werden. Das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A**, **522A** können aus einem Material geformt werden, das ein Metallgewebe sein kann, wie z.B. ein Netz, gewebt, geflochten, elektrogenesponnen, abgelagert oder auf andere geeignete Weise geformt, lasergeschnitten oder auf andere Weise geschnittenes Material oder flexibles Material. Das Material kann ein Gewebe, ein Draht aus einer Formgedächtnislegierung - wie Nitinol - sein, um die Fähigkeit zur Formveränderung zu gewährleisten, oder ein anderes flexibles Material, das für die Implantation in den menschlichen Körper geeignet ist.

[0269] In einem Ausführungsbeispiel sind das Koaptionselement **510A**, das innere Paddel **522A** und das äußere Paddel **520A** aus einem einzigen, durchgehenden Streifen des Materials **501A** hergestellt. Der Materialstreifen **501A** kann aus einem Material geformt werden, das ein Metallgewebe sein kann, wie z.B. ein Maschengewebe, gewebt, geflochten, elektrogenesponnen, abgelagert oder auf eine andere geeignete Weise geformt, lasergeschnitten oder auf andere Weise geschnittenes Material oder flexibles Material. Das Material kann ein Gewebe, ein Draht aus einer Formgedächtnislegierung - wie Nitinol - sein, um die Fähigkeit zur Formveränderung zu bieten, oder ein anderes flexibles Material, das für die Implantation in den menschlichen Körper geeignet ist. In einem Ausführungsbeispiel besteht der Materialstreifen **501A** aus einem geflochtenen

Geflecht aus zwischen 25 und 100 Litzen, wie z.B. zwischen 40 und 85 Litzen, wie z.B. zwischen 45 und 60 Litzen, wie z.B. etwa 48 Nitinol-Drähten oder 48 Nitinol-Drähten.

[0270] In den **Fig. 205-207** ist nun ein Beispiel für ein gewebtes oder geflochtenes Material **4000** dargestellt, das für den Materialstreifen **501A** verwendet werden kann. In **Fig. 205** ist eine vergrößerte Draufsicht auf das Material **4000** dargestellt. Das Material **4000** erstreckt sich von einer ersten Kante **4002** bis zu einer zweiten Kante **4004**. Die Ränder **4002, 4004** umgeben einen zentralen Bereich oder ein Feld **4006**. Das Material **4000** wird durch Verflechten oder Verweben von zentralen Litzen **4020**, wie z.B. Nitinol-Drähten, gebildet. Randlitzen **4010** erstrecken sich in Längsrichtung durch das Material **4000** entlang der Ränder **4002, 4004**. Die zentralen Litzen **4020** sind so gewebt oder geflochten, dass die zentralen Litzen **4020** die Randlitzen **4010** umschlingen. Das Umwickeln der zentralen Stränge **4020** um die Randstränge **4010** bewirkt, dass das Material **4000** in der Nähe der Ränder **4002, 4004** dicker ist als das Material im zentralen Abschnitt **4006**, wodurch eine lappen- oder hundeknochenartige Form entsteht, wenn das Material **4000** vom Ende her betrachtet wird, wie in **Fig. 206** gezeigt. Somit sind die Ränder **4002, 4004** des Materials **4000** weniger flexibel als der Mittelteil **4006**. Die Randstränge **4010** und die zentralen Stränge **4020** können im Durchmesser ähnlich sein und einen Durchmesser im Bereich von etwa 0,06 Millimetern bis etwa 0,18 Millimetern haben. In einigen Ausführungsformen können die Randlitzen **4010** einen größeren Durchmesser als die Mittellitzen **4020** haben, um den Rändern **4002, 4004** mehr Steifigkeit oder Festigkeit zu verleihen als dem Mittelteil **4006**. Beispielsweise können die Randlitzen **4010** einen Durchmesser im Bereich von 0,07 Millimetern bis etwa 0,27 Millimetern oder etwa 0,17 Millimetern haben, und die Mittellitzen **4020** können einen Durchmesser im Bereich von etwa 0,04 Millimetern bis etwa 0,15 Millimetern oder etwa 0,009 Millimetern haben. In einigen Ausführungsformen sind die Ränder **4002, 4004** weniger flexibel als der zentrale Abschnitt **4006**, indem unterschiedliche Materialien für die Randstränge **4010** und die zentralen Stränge **4020** verwendet werden, wie z.B. ein Metallmaterial - z.B. Nitinol - für die Randstränge **4010** und ein Gewebe oder Kunststoffmaterial - z.B. Polyethylen - für die zentralen Stränge **4020**. Alternativ können die Randlitzen **4010** und die Mittellitzen **4020** aus demselben Material hergestellt werden, das unterschiedlichen chemischen und oder thermischen Prozessen unterzogen wird, die die Flexibilität der Materialien verändern, so dass die Mittellitzen **4020** flexibler sind als die Randlitzen **4010**.

[0271] Bezug nehmend auf **Fig. 207** werden gefaltete Teile des Materials **4000** übereinander geschichtet, um einen Abschnitt zu bilden, der vier Schichten **4000A, 4000B, 4000C, 4000D** aufweist. Durch die Lappenform der einzelnen Lagen mit dickeren Rändern **4002, 4004** als der Mittelteil **4006** entstehen drei Lücken **4001A, 4001B, 4001C** zwischen den Lagen **4000A, 4000B, 4000C, 4000D** des Materials **4000** an der Stelle des Mittelteils **4006**. Die äußeren Lücken **4001A, 4001C** werden zwischen den äußeren Schichten **4000A, 4000D** und den angrenzenden mittleren Schichten **4000B, 4000C** gebildet.

[0272] Wie in der vorliegenden Offenbarung erörtert wird, kann das Koaptionselement **510A** der Vorrichtung **500A** aus vier Materialschichten, wie dem Material **4000**, gebildet werden. Wenn Schichten des Materials **4000** verwendet werden, um das Koaptionselement **510A** zu bilden, kann das Auslöseelement **512A** der Vorrichtung **500A** durch den mittleren Spalt **4001B**, der in der Mitte der vier Schichten des Materials **4000** gebildet wird, eingeführt werden. Das Auslöseelement **512A** kann einen größeren Durchmesser als die Breite des Spalts **4001B** haben, so dass das Einsetzen des Auslöseelements **512A** dazu führt, dass sich der mittlere Spalt **4001B** aufspannt und sich die benachbarten äußeren Spalte **4001A, 4001C** verkleinern. In einigen Ausführungsformen bewirkt das Einsetzen des Auslöseelements **512A**, dass sich die mittleren Körperabschnitte **4006** auf beiden Seiten bis zu einer Dicke nach außen wölben, die größer ist als die Dicke der vier gestapelten Randabschnitte **4002, 4004**.

[0273] Das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A, 522A** können mit einem Tuch, z.B. einem Polyethylen-Tuch, überzogen sein. Das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A, 522A** können in ihrer Gesamtheit mit einer Stoffabdeckung (z.B. Abdeckung **540A**), wie z.B. einem feinmaschigen Polyethylentuch, umgeben sein. Die Stoffabdeckung kann eine Blutabdichtung an der Oberfläche des Abstandshalters bieten und/oder ein schnelles Einwachsen von Gewebe fördern.

[0274] Die Verwendung eines Formgedächtnismaterials, wie z.B. ein geflochtenes Nitinol-Drahtgeflecht, für die Konstruktion des Koaptionselements **510A** und der Paddel **520A, 522A** führt zu einem Koaptionselement und zu Paddel, die selbstdehnbar und in alle Richtungen flexibel sein können und/oder zu geringen Spannungen führen, wenn sie gequetscht und/oder gebogen werden. Das Material kann aus einem einzigen Stück, aus zwei miteinander verbundenen Hälften oder aus einer Vielzahl von Abschnitten oder Stücken bestehen, die auf jede geeignete Art und Weise befestigt oder miteinander verbunden sind, z.B. durch Schweißen, mit Klebstoffen oder ähnlichem.

[0275] Bezug nehmend auf die **Fig. 89A** und **Fig. 90A** erstreckt sich die Vorrichtung **500A** von einem proximalen Abschnitt **505A** zu einem distalen Abschnitt **507A** und umfasst ein Koaptionselement **510A**, innere Paddeln **522A** und äußere Paddeln **520A**. Der einzelne, durchgehende Materialstreifen **501A** erstreckt sich zwischen zwei Enden **501B** und ist gefaltet, um das Koaptionselement **510A**, die inneren Paddel **522A** und die äußeren Paddel **520A** zu bilden. Einige Teile der Vorrichtung **500A** werden aus mehreren Schichten des Materialstreifens **501A** gebildet. Beispielsweise wird der Materialstreifen **501A** überlappt, um vier Schichten im Bereich des Koaptionselements **510A** und zwei Schichten im Bereich des inneren Paddels **522A** zu bilden.

[0276] Das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A**, **522A** sind durch Verbindungsabschnitte des Materialstreifens **501A** gelenkig miteinander verbunden. Das Koaptionselement **510A** ist mit den inneren Paddeln **522A** durch Verbindungsabschnitte **525A** gelenkig verbunden. Die inneren Paddel **522A** sind mit den äußeren Paddel **520A** durch Verbindungsabschnitte **523A** gelenkig verbunden. Die äußeren Paddel **520A** sind durch Verbindungsabschnitte **521A** mit dem distalen Abschnitt **527A** verbunden (z.B. gelenkig verbunden usw.). Die Öffnung **527B** im distalen Abschnitt **527A** greift in die Kappe **514A** ein.

[0277] Wenn der Materialstreifen **501A** in die gewünschte Form gefaltet wird, bilden sich verschiedene Lücken zwischen Teilen der Vorrichtung **500A**. Koaptionsspalte **542A** werden zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** gebildet. Paddelspalte **544A** werden zwischen den inneren und äußeren Paddeln **520A**, **522A** gebildet, wenn die Paddel **520A**, **522A** gefaltet werden, wie z.B. in **Fig. 90A** gezeigt. Kragenlücken **546A** werden gebildet, wenn der Materialstreifen **501A** gefaltet wird, um die proximalen Abschnitte **519B** des Koaptionselements **510A** zu bilden.

[0278] Bezug nehmend auf **Fig. 91A** wird eine Vorderansicht der Vorrichtung **500A** gezeigt (eine Rückansicht wäre identisch). Das Koaptionselement **510A** umfasst den proximalen Abschnitt **519B**, der sich oberhalb der Gelenkabschnitte **523A** der Paddel **520A**, **522A** erstreckt. Der distale Abschnitt **517A** des Koaptionselements **510A** wird von den Paddeln **520A**, **522A** verdeckt, wenn man es von vorne oder hinten betrachtet, wodurch die Vorrichtung **500A** eine lange und schmale, abgerundete, rechteckige Form erhält. Die Form des Koaptionselements **510A** trägt dazu bei, dass sich die Vorrichtung **500A** während der Implantation nicht an Strukturen des Herzens, wie z.B. den Chordae tendineae, verhakt oder verhakt.

[0279] In **Fig. 92A** ist eine Seitenansicht der Vorrichtung **500A** dargestellt. Das distale Ende **507A** der Vorrichtung **500A** ist im Allgemeinen schmaler als das proximale Ende **505A** der Vorrichtung **500A**, wenn die Vorrichtung **500A** von der Seite betrachtet wird, und bildet eine allgemein stumpfe und abgerundete Form. Das Koaptionselement **510A** umfasst den proximalen Abschnitt **519B**, einen mittleren Abschnitt **518A** und den distalen Abschnitt **517A**. Der proximale Abschnitt **519B** erweitert sich vom mittleren Abschnitt **518A** nach außen, um mit dem Kragen **511D** in Eingriff zu kommen (**Fig. 48A**). Der mittlere Abschnitt **518A** des Koaptionselements **510A** ist gerade oder im Allgemeinen gerade, wenn man ihn von der Seite betrachtet. Der distale Abschnitt **517A** ist durch die Gelenkabschnitte **525A** an den inneren Paddeln **522A** befestigt (z.B. gelenkig befestigt, usw.). Die allgemein abgerundeten Merkmale der Vorrichtung **500A** werden durch die runde Form der Gelenkabschnitte **523A**, die die Paddel **520A**, **522A** gelenkig verbinden, weiter verdeutlicht. Die Verbindungsabschnitte **521A**, die die äußeren Paddel **520A** mit dem distalen Abschnitt **527A** verbinden, sind ebenfalls abgerundet und erleichtern den Formübergang vom Materialstreifen **501A** zur Kappe **514A** (**Fig. 48A**), die an den flachen oder allgemein flachen distalen Abschnitt **527A** montiert wird.

[0280] Die Koaptionsspalte **542A**, die zwischen den inneren Paddeln **522A** und dem Koaptionselement **510A** gebildet werden, sind zur Aufnahme von nativem Gewebe konfiguriert. Die allgemeine Geradlinigkeit des mittleren Abschnitts **518A** des Koaptionselements **510A** und der inneren Paddel **522A** verleiht den Spalten **542A** eine einheitliche oder allgemein einheitliche Breite mit einem schmalen oberen Ende, an dem sich der proximale Abschnitt **519B** nach außen erweitert, um mit dem Kragen **511D** in Eingriff zu kommen (**Fig. 48A**). Somit berühren die inneren Paddel **522A** das in den Lücken **542A** erfasste Gewebe näher am proximalen Abschnitt **505A**, wo die Quetschkräfte aufgrund des mechanischen Vorteils, der durch die Länge der Paddel **520A**, **522A** und andere Befestigungs- oder Verankerungselemente, wie sie in der vorliegenden Anwendung beschrieben sind, größer sind.

[0281] Wie oben beschrieben, werden das Koaptionselement **510A** und die Paddel **520A**, **522A** der Vorrichtung **500A** durch Falten des Materialstreifens **501A** gebildet. Der Materialstreifen **501A** wird dann aufgefaltet und mit anderen Komponenten, wie dem Kragen **511D**, der Kappe **514A** und den Paddelrahmen **524A**, zusammengesetzt. Der Materialstreifen **501A** wird nach dem Formen in die gewünschte Form gebracht, so dass der Materialstreifen **501A** nach dem Zusammenbau mit anderen Komponenten wieder die gewünschte Form annimmt. In einigen Ausführungsformen wird während des Faltens und Formsetzens des Materialstreifens

501A eine Vorrichtung verwendet, um sicherzustellen, dass der Materialstreifen **501A** an der richtigen Stelle mit dem gewünschten Radius gefaltet wird.

[0282] Wiederum Bezug nehmend auf **Fig. 92A** sind Teile einer Vorrichtung **570A** zur Unterstützung des Falzens und der Formeinstellung der Vorrichtung **500A** dargestellt. Der Materialstreifen **501A** ist um die Vorrichtung **570A** gefaltet dargestellt, so dass der Materialstreifen **501A** eine gewünschte Form bildet. Zum Falten des Materialstreifens **501A** in die Form der Vorrichtung **500A** unter Verwendung der Spannvorrichtung **570A** wird der Materialstreifen **501A** mit einem der Enden **501B** an der Stelle des inneren Paddels **522A** angeordnet. Der Streifen **501A** erstreckt sich von dem Ende **501B** in einer distalen Richtung **507B**, um eine erste Schicht **581A** des inneren Paddels **522A** zu bilden, um einen ersten Einspannabschnitt **572A**, um eine erste Schicht **581A** des Gelenkabschnitts **525A** zu bilden, und dann in einer proximalen Richtung **505B**, um die erste Schicht **581A** des Koaptionselements **510A** zu bilden. Die erste Schicht **581A** des Materials bildet die Seiten des inneren Paddels **522A** und des Koaptionselements **510A**, die den Koaptionsspalt **542A** umgeben. Der Streifen **501A** wird dann um einen zweiten Einspannabschnitt **574A** gewickelt, um einen der proximalen Abschnitte **519B** und Öffnungen **546A** des Koaptionselements **510A** zu bilden. Der Streifen **501A** wird dann in einer distalen Richtung **507A** entlang der ersten Schicht **581A** verlängert, um eine zweite Schicht **582A** des Koaptionselements **510A** zu bilden. Der Streifen **501A** wird dann zurück um den ersten Einspannabschnitt **574A** gewickelt, um die zweite Schicht **582A** des Scharnierabschnitts **525A** zu bilden, und zurück in die proximale Richtung **505A**, um die zweite Schicht **582A** des inneren Paddels **522A** zu bilden. Der Streifen **501A** wird dann um einen dritten Einspannabschnitt **576A** gewickelt, um den Gelenkabschnitt **523A** zu bilden. Der Streifen **501A** erstreckt sich dann in der distalen Richtung **507A** entlang des inneren Paddels **522A**, um das äußere Paddel **520A** zu bilden, bevor er um einen vierten Schablonenabschnitt **578A** gefaltet wird, um den Verbindungsabschnitt **521** zu bilden. Der Streifen **501A** wird dann seitlich verlängert, um den distalen Abschnitt **527** zu bilden. Die Führung des Streifens **501A** durch die Schablone **570A** wird dann in umgekehrter Reihenfolge auf der gegenüberliegenden Seite der Schablone **570A** durchgeführt, um die zweite Hälfte der Vorrichtung **500A** zu bilden. Das heißt, der Streifen **501A** wird dann um den vierten, dritten, ersten, zweiten und ersten Schablonenteil **578A**, **576A**, **572A**, **574A**, **572A** gewickelt, um die zweite Hälfte der Vorrichtung **500A** zu bilden. Nachdem der Streifen **501A** wie oben beschrieben um die Vorrichtungsabschnitte gewickelt wurde, wird ein Formgebungsvorgang durchgeführt. Während die Abschnitte der abgebildeten Vorrichtung eine abgerundete oder allgemein runde Form haben, können die Abschnitte eine beliebige Form haben, um das Falten und Formen des Materialstreifens **501A** zu unterstützen. Die Schablone **570** kann mehr oder weniger Abschnitte für den Eingriff in den Materialstreifen **501A** haben.

[0283] In **Fig. 93A** ist eine Draufsicht auf die Vorrichtung **500A** dargestellt. Die ersten und zweiten Schichten **581A**, **582A** jeder Hälfte der Vorrichtung **500A** bilden die vier Schichten der Koaptionsvorrichtung **510A**. Die proximale Öffnung **519C** der Koaptionsvorrichtung **510A** wird zwischen den beiden zweiten Schichten **582A** gebildet. In einigen Ausführungsformen wird die Öffnung **519C** durch Einsetzen des Auslöseelements **512A** (nicht dargestellt) zwischen die gefalteten und überlappenden Lagen des Materialstreifens **501A** nach der Formverfestigung des Materialstreifens **501A** gebildet. In anderen Ausführungsformen wird die Öffnung **519C** durch Formverfestigung der gefalteten Lagen **581A**, **582A** des Materialstreifens **501A** um einen zusätzlichen Vorrichtungsabschnitt (nicht dargestellt) gebildet, um dem Koaptionselement **510A** eine abgerundete oder allgemein abgerundete Form zu geben, wenn es von oben betrachtet wird.

[0284] In **Fig. 94A** ist eine Unteransicht der Vorrichtung **500A** dargestellt. Der distale Teil **527A** des Materialstreifens **501A** ist dargestellt, ebenso die Öffnung **527B** zur Aufnahme der Kappe **514A**. Das Koaptionselement **510A** und die äußeren Paddel **520A** haben von unten gesehen eine allgemein abgerundete Rechteckform.

[0285] In den **Fig. 95-102** sind perspektivische und Querschnittsansichten der Vorrichtung **500** dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 95** ist die Vorrichtung **500** in der Querschnittsebene **96** in der Nähe des proximalen Abschnitts des Koaptionselements **510** geschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 96** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **96** in **Fig. 95** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **96** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form mit dickeren Abschnitten entlang der Seiten des Koaptionselements **510**. Die distale Öffnung **515** ist vom proximalen Abschnitt aus sichtbar und das Koaptionselement **510** hat einen hohlen Innenraum.

[0286] Bezug nehmend auf **Fig. 97** ist die Vorrichtung **500** in einer Schnittebene **98** dargestellt, die etwa auf halber Strecke zwischen dem distalen Abschnitt **507** und dem proximalen Abschnitt **505** des Koaptionselements **510** liegt. Bezug nehmend auf **Fig. 98** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **98** in **Fig. 97** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **98** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form, die größer ist als die ovale Form von **Fig. 96**.

[0287] Bezug nehmend auf **Fig. 99** ist die Vorrichtung **500** in der Querschnittsebene **100** aufgeschnitten dargestellt, die etwa ein Viertel des Weges zwischen dem distalen Abschnitt **507** und dem proximalen Abschnitt **505** des Koaptionselements **510** liegt. Bezug nehmend auf **Fig. 99** ist nun eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **100** in **Fig. 99** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **100** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form, die schmaler ist als die in **Fig. 98** gezeigte ovale Form.

[0288] Bezug nehmend auf **Fig. 101** wird die Vorrichtung **500** durch die Querschnittsebene **102**, die in der Nähe des distalen Abschnitts **507** des Koaptionselements **510** positioniert ist, in Scheiben geschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 102** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500** von der Querschnittsebene **102** in **Fig. 101** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **102** hat das Koaptionselement **510** eine ovale oder allgemein ovale Form, die kleiner ist als die in **Fig. 100** gezeigte ovale Form und die geteilt ist, wenn sich das Koaptionselement **510** mit den Gelenkabschnitten **525** verbindet.

[0289] Bezug nehmend auf die **Fig. 95A, Fig. 96A, Fig. 97A, Fig. 98A, Fig. 99A, Fig. 100A, Fig. 101A** und **Fig. 102A** werden perspektivische und Querschnittsansichten der Abschnitte der Vorrichtung **500A** gezeigt, die durch den einzelnen, kontinuierlichen Streifen des Materials **501A** gebildet werden. Bezug nehmend auf **Fig. 95A** ist die Vorrichtung **500A** in der Querschnittsebene **96A** in der Nähe des proximalen Abschnitts des Koaptionselements **510A** aufgeschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 96A** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **96A** in **Fig. 95A** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **96A** hat das Koaptionselement **510** eine rechteckige oder allgemein rechteckige Form. In einigen Ausführungsformen bleibt das Koaptionselement **510A**, wenn das Auslöseelement (nicht dargestellt) zwischen die Schichten **582A** des Koaptionselements **510A** eingeführt wird, von der Seite betrachtet gerade, wölbt sich aber nach außen, um eine abgerundete oder allgemein runde Form zu bilden, wenn es von der Querschnittsebene **96A** aus betrachtet wird.

[0290] Bezug nehmend auf **Fig. 97A** wird die Vorrichtung **500A** durch die Querschnittsebene **98A** in der Nähe des proximalen Abschnitts des Koaptionselements **510A** aufgeschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 98A** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **98A** in **Fig. 97A** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **98A** hat das Koaptionselement **510** eine rechteckige oder allgemein rechteckige Form. In einigen Ausführungsformen bleibt das Koaptionselement **510A**, wenn das Auslöseelement (nicht dargestellt) zwischen die Schichten **582A** des Koaptionselements **510A** eingeführt wird, von der Seite betrachtet gerade, wölbt sich jedoch nach außen, um eine abgerundete oder allgemein runde Form zu bilden, wenn es von der Querschnittsebene **98A** aus betrachtet wird.

[0291] Bezug nehmend auf **Fig. 99A** ist die Vorrichtung **500A** durch die Querschnittsebene **100A** in der Nähe des proximalen Abschnitts des Koaptionselements **510A** aufgeschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 100A** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **100A** in **Fig. 99A** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **100A** hat das Koaptionselement **510** eine rechteckige oder allgemein rechteckige Form. In einigen Ausführungsformen bleibt das Koaptionselement **510A**, wenn das Auslöseelement (nicht dargestellt) zwischen die Schichten **582A** des Koaptionselements **510A** eingeführt wird, von der Seite betrachtet gerade, wölbt sich aber nach außen, um eine abgerundete oder allgemein runde Form zu bilden, wenn es von der Querschnittsebene **100A** aus betrachtet wird.

[0292] Bezug nehmend auf **Fig. 101A** ist die Vorrichtung **500A** durch die Querschnittsebene **Fig. 102A** in der Nähe des proximalen Abschnitts des Koaptionselements **510A** aufgeschnitten dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 102A** ist eine Querschnittsansicht der Vorrichtung **500A** von der Querschnittsebene **102A** in **Fig. 101A** aus gesehen dargestellt. An der Position der Ebene **102A** hat das Koaptionselement **510** eine rechteckige oder allgemein rechteckige Form. In einigen Ausführungsformen bleibt das Koaptionselement **510A**, wenn das Auslöseelement (nicht dargestellt) zwischen die Schichten **582A** des Koaptionselements **510A** eingeführt wird, von der Seite betrachtet gerade, wölbt sich aber nach außen, um eine abgerundete oder allgemein runde Form zu bilden, wenn es von der Querschnittsebene **102A** aus betrachtet wird.

[0293] In den **Fig. 103-105** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **100** mit abgedeckten und nicht abgedeckten Teilen dargestellt. Die Vorrichtung **100** ist in der nativen Mitralklappe **MV** implantiert und an den nativen Klappensegeln **20, 22** befestigt dargestellt. Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **100** ein Koaptionselement oder Mittel zur Koaption **110**, Paddel **120**, Schließen **130** und eine Kappe **114**. Die Paddel **120** und die Schließen **130** befinden sich in einer geschlossenen Position, um die Vorrichtung **100** an den ergriffenen nativen Klappensegeln **20, 22** der Mitralklappe **MV** zu befestigen. Ein proximaler Abschnitt **105**

der Vorrichtung **100** ist dem linken Atrium **LA** und ein distaler Abschnitt **107** der Vorrichtung **100** ist dem linken Ventrikel **LV** ausgesetzt.

[0294] In **Fig. 103** ist die Vorrichtung **100** mit einer Abdeckung **900** dargestellt, die das gesamte Koaptions-element oder Mittel zum Koaptieren **110** und die Kappe **114** bedeckt. In einigen Ausführungsformen kann die Abdeckung **900** ein Stoff oder Gewebe oder Polymer wie PET, Velours, elektrogewebtes, abgelagertes oder anderes geeignetes Material sein. In anderen Ausführungsformen kann die Abdeckung anstelle von oder zusätzlich zu einem Gewebe eine Beschichtung (z.B. aus Polymer) umfassen, die auf die prothetische Abstandsvorrichtung aufgebracht wird, und/oder es können mechanische Dichtungsmechanismen, wie Silikon und formschlüssige Verbindungen, verwendet werden. Die Abdeckung **900** kann aus einem Metallgewebe, wie z.B. einem Netz, gewebt, geflochten oder auf jede andere geeignete Weise geformt sein oder aus einem lasergeschnittenen oder anderweitig geschnittenen flexiblen Material bestehen. Die Abdeckung **900** kann aus Stoff, Draht aus einer Formgedächtnislegierung - wie Nitinol - bestehen, um die Fähigkeit zur Formveränderung zu bieten, oder aus einem anderen flexiblen Material, das für die Implantation in den menschlichen Körper geeignet ist. Die Abdeckung **900** verhindert den Blutfluss durch das Koaptationselement oder die Koaptationsmittel **110** am proximalen Teil **105** und sorgt außerdem für eine Abdichtung zwischen der Vorrichtung **100** und den Klappensegeln **20**, **22**. Somit trägt die Abdeckung **900** dazu bei, den Blutfluss durch das native Ventil an der Stelle der Vorrichtung **100** zu verhindern. Die Abdeckung **900** verhindert auch, dass rezirkulierender Blutfluss vom distalen Abschnitt **107** in die Vorrichtung **100** eintritt.

[0295] In **Fig. 104** ist die Vorrichtung **100** mit einer Abdeckung **1000** dargestellt, die das Koaptationselement oder die Koaptationsmittel **110** vom proximalen Abschnitt **105** der Vorrichtung **100** bis zu dem Abschnitt des Koaptationselements oder der Koaptationsmittel **110**, der mit den nativen Klappensegeln **20**, **22** in Eingriff steht, teilweise abdeckt. In einigen Ausführungsformen kann die Abdeckung ein Stoff oder Gewebe wie PET, Velours oder ein anderes geeignetes Gewebe sein. In anderen Ausführungsformen kann die Abdeckung anstelle von oder zusätzlich zu einem Gewebe eine Beschichtung (z.B. aus Polymer) umfassen, die auf die prothetische Abstandsvorrichtung aufgebracht wird. Die Abdeckung **1000** kann aus einem Metallgewebe, wie z.B. einem Maschengewebe, gewebt, geflochten oder auf jede andere geeignete Weise geformt sein oder aus einem lasergeschnittenen oder anderweitig geschnittenen flexiblen Material bestehen. Die Abdeckung **1000** kann aus einem Stoff, einem Draht aus einer Formgedächtnislegierung - wie Nitinol - bestehen, um die Fähigkeit zur Formveränderung zu gewährleisten, oder aus einem anderen flexiblen Material, das für die Implantation in den menschlichen Körper geeignet ist. So verhindert die Abdeckung **1000** den Blutfluss durch das Koaptationselement oder die Koaptationsmittel **110** am proximalen Teil **105**.

[0296] In **Fig. 105** ist die Vorrichtung **100** mit einer Abdeckung **1100** dargestellt, die das Koaptationselement oder die Koaptationsmittel **110** teilweise bedeckt und sich von dem Teil des Koaptationselements oder der Koaptationsmittel **110**, der mit den nativen Klappensegeln **20**, **22** in Eingriff steht, in Richtung des distalen Teils **107** erstreckt. Die Abdeckung **1100** bedeckt auch die Kappe **114**. In einigen Ausführungsformen kann die Abdeckung ein Stoff oder Gewebe wie PET, Velours oder ein anderes geeignetes Gewebe sein. In anderen Ausführungsformen kann die Abdeckung anstelle von oder zusätzlich zu einem Gewebe eine Beschichtung (z.B. aus Polymer) enthalten, die auf die prothetische Abstandsvorrichtung aufgebracht wird. Die Abdeckung **1100** kann aus einem Gewebe, gewebt, geflochten oder auf jede andere geeignete Weise geformt sein. Die Abdeckung **1100** kann aus Stoff, Polymer, Silikon, elektrogewebtem Material, abgelagertem Material und/oder Draht aus einer Formgedächtnislegierung - wie Nitinol - bestehen, um die Fähigkeit zur Formveränderung zu bieten, oder aus jedem anderen flexiblen Material, das für die Implantation im menschlichen Körper geeignet ist. Auf diese Weise kann der Blutfluss in das Koaptationselement oder die Koaptationsmittel **110** eindringen, wird aber durch die zum distalen Teil **107** hin angeordnete Abdeckung **1100** daran gehindert, durch die Vorrichtung zu fließen. Die Abdeckung **1100** verhindert auch, dass rezirkulierender Blutfluss vom distalen Abschnitt **107** in die Vorrichtung **100** eintritt.

[0297] In den **Fig. 106-109** ist ein Beispiel für ein Koaptationselement **1200** für eine implantierbare prothetische Vorrichtung dargestellt. Das Koaptationselement **1200** kann mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden. Bezug nehmend auf **Fig. 106** hat das Koaptationselement **1200** eine zylindrische oder allgemein zylindrische Form, die sich zwischen zwei Kappen **1201** erstreckt. Das Koaptationselement **1200** kann jedoch jede beliebige Form haben, wie z.B. jede der hierin offenbarten Formen. In einem Ausführungsbeispiel kann die Ausdehnungsrichtung des Koaptationselements **1200** gesteuert werden. Beispielsweise kann die Breite/Größe des Koaptationselements in der Richtung von anterior nach posterior (wenn es implantiert ist), von medial nach lateral (wenn es implantiert ist) oder in beiden Richtungen kontrolliert expandiert (oder kontrahiert) werden. Das Koaptationselement kann aus einem Mesh **1200** Material hergestellt werden. Wie in **Fig. 107** gezeigt, erstreckt sich die Maschenwand des

allgemein zylindrischen Koaptionselements **1200** um einen Abstand **1204** von den Kappen **1201** nach außen. Bezug nehmend auf **Fig. 108** werden axiale Kräfte **1208** auf die Kappen **1201** des Koaptionselements **1200** ausgeübt, wodurch das Koaptionselement **1200** in einer axialen Richtung komprimiert wird. Das Zusammen-drücken des Koaptionselements **1200** in axialer Richtung bewirkt, dass sich das Koaptionselement **1200** in einer Auswärtsrichtung **1210** ausdehnt oder ausbeult, so dass sich der Abstand **1204** vergrößert.

[0298] Das Koaptionselement **1200** kann auf unterschiedlichste Weise zusammengedrückt werden. Zum Beispiel können die beiden Enden des Koaptionselements über eine Schraubverbindung zusammengezogen oder auseinandergedrückt werden. So kann z.B. an jedem Ende des Koaptionselements ein Kragen vorgesehen werden. Einer der Kragen kann mit einer Gewindewelle verschraubt werden, während der andere Kragen drehbar mit der Welle verbunden ist. Durch Drehen der Welle in eine Richtung werden die Krägen zusammengezogen. Durch Drehen der Welle in die entgegengesetzte Richtung werden die Krägen auseinander bewegt.

[0299] Der Einbau des Koaptionselements **1200** in eine implantierbare prothetische Vorrichtung der vorliegenden Anwendung ermöglicht die Ausdehnung des Koaptionselements, um nach außen gegen Gewebe zu drücken, das zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln und/oder Greifelementen gegriffen wird.

[0300] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 106A**, **Fig. 108A**, **Fig. 106B** und **Fig. 108B** werden nun beispielhafte Koaptionselemente **1200**, ähnlich der in den **Fig. 106-109** dargestellten Ausführungsform, für eine implantierbare prothetische Vorrichtung gezeigt. Das Koaptionselement **1200** kann mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden. Bezug nehmend auf **Fig. 106A** hat das Koaptionselement **1200** eine zylindrische oder allgemein zylindrische Form, die sich zwischen zwei Kappen **1201** erstreckt. Das Koaptionselement **1200** kann jedoch jede beliebige Form haben, wie z.B. jede der hierin offenbarten Formen. In dem in den **Fig. 106A** und **Fig. 108A** dargestellten Beispiel umfasst das Koaptionselement **1200** ein Rohr **1203** mit Schlitzfenstern **1205**. Das Rohr **1203** kann zum Beispiel aus einer Formgedächtnislegierung, wie Nitinol, hergestellt werden, und die Schlitzfenster können in das Rohr geschnitten werden, wie z.B. mit einem Laser. Die Schlitzfenster können in das Material geschnitten werden, das das Rohr bildet, bevor das Material zu einem Rohr geformt wird.

[0301] In einem Ausführungsbeispiel kann die Richtung der Ausdehnung des Koaptionselements **1200** gesteuert werden. Zum Beispiel kann die Konfiguration der Schlitzfenster **1205** und/oder ein Formsatz des Rohrs ausgewählt werden, um die Form des expandierten Koaptionselements **1200** zu steuern. Zum Beispiel kann die Konfiguration der Schlitzfenster **1205** und/oder ein Formsatz die Art und Weise bestimmen, wie sich die Breite/Größe des Koaptionselements in der Richtung von anterior nach posterior und/oder von medial nach lateral ausdehnt (und/oder zusammenzieht). Bezug nehmend auf **Fig. 106A** kann sich die Rohrwand des allgemein zylindrischen Koaptionselements **1200** von den Kappen **1201** um einen Abstand **1204** nach außen erstrecken. Bezug nehmend auf **Fig. 108A** können axiale Kräfte **1208** und/oder Rotationskräfte **1209** auf die Kappen **1201** des Koaptionselements **1200** ausgeübt werden, wodurch sich das Koaptionselement **1200** von der in **Fig. 106A** dargestellten Konfiguration zu der in **Fig. 108A** dargestellten Konfiguration ausdehnt. Im gezeigten Beispiel wird das Koaptionselement **1200** durch axiales Zusammendrücken und Verdrehen des Koaptionselements des Koaptionselements **1200** in eine Richtung **1210** nach außen ausgedehnt oder gewölbt, so dass der Abstand **1204** zunimmt.

[0302] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 106B** und **Fig. 108B** kann das Koaptionselement **1200** auf unterschiedlichste Weise zusammengedrückt werden. Zum Beispiel kann eine Gewindeverbindung **1221** verwendet werden, um die beiden Enden des Koaptionselements zusammenzuziehen und das Koaptionselement in eine erste Richtung zu verdrehen oder die beiden Enden des Koaptionselements auseinander zu drücken und das Koaptionselement in eine zweite Richtung zu verdrehen. Zum Beispiel kann an jedem Ende des Koaptionselements ein Kragen vorgesehen werden. Einer der Kragen kann mit einer Gewindewelle verschraubt werden, während der andere Kragen fest mit der Welle verbunden ist. Durch Drehen der Welle in eine Richtung werden die Krägen zusammengezogen und relativ zueinander in eine erste Richtung gedreht. Eine Drehung der Welle in die entgegengesetzte Richtung zieht die Krägen auseinander und dreht die Krägen relativ zueinander in eine zweite Richtung. Die Steigung der Gewindeverbindung kann gewählt werden, um ein Verhältnis zwischen dem Abstand, in dem das Koaptionselement **1200** zusammengedrückt wird, und dem Winkel, in dem das Koaptionselement verdreht wird, einzustellen.

[0303] Der Einbau der in den **Fig. 106A**, **Fig. 108A**, **Fig. 106B** und **Fig. 108B** dargestellten Koaptionselemente **1200** in eine implantierbare prothetische Vorrichtung der vorliegenden Anwendung ermöglicht es, dass das Koaptionselement expandiert wird, um nach außen gegen Gewebe zu drücken, das zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln und/oder Greifelementen gegriffen wird.

[0304] Die **Fig. 106C** und **Fig. 108C** zeigen ein Ausführungsbeispiel für ein steuerbar expandierbares Koaptionselement **1200** für eine implantierbare prothetische Vorrichtung. Das Koaptionselement **1200** kann allein, mit einer Abdeckung oder innerhalb eines der hier beschriebenen Koaptionselemente verwendet werden (um das Koaptionselement zu erweitern). Das Koaptionselement **1200** kann mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden. Unter Bezugnahme auf **Fig. 106C** weist das Koaptionselement **1200** Paare von schwenkbar verbundenen Armen **1231** auf. Die Paare von schwenkbar verbundenen Armen **1231** erstrecken sich jeweils zwischen zwei Kappen **1201** und sind mit diesen schwenkbar verbunden. Im dargestellten Beispiel gibt es zwei Paare von schwenkbar verbundenen Armen **1231**. Es kann jedoch ein, drei, vier oder eine beliebige Anzahl von Paaren von schwenkbar verbundenen Armen vorhanden sein.

[0305] In einem Ausführungsbeispiel kann die Ausdehnungsrichtung des Koaptionselements **1200** gesteuert werden. So können z.B. zwei Paare (wie abgebildet) schwenkbar verbundener Arme vorgesehen werden, um die Breite/Größe des Koaptionselements nur in einer der Richtungen Anterior zu Posterior und/oder Medial zu Lateral zu verändern. Vier Paare schwenkbar verbundener Arme **1231** können vorgesehen werden, um die Breite/Größe des Koaptionselements sowohl in anteriorer nach posteriorer Richtung als auch von medialer nach lateraler Richtung zu verändern. Wenn vier Paare schwenkbar verbundener Arme **1231** enthalten sind, können die Arme unterschiedliche Längen und/oder Drehpunktpositionen haben, damit sich das Koaptionselement **1200** in verschiedenen Diktionen unterschiedlich ausdehnt (oder zusammenzieht). Zum Beispiel können die Längen der Arme so gewählt werden, dass sie sich in medialer bis lateraler Richtung stärker ausdehnen als in anteriorer bis posteriorer Richtung.

[0306] Bezug nehmend auf **Fig. 108C** können axiale Kräfte **1208** auf die Kappen **1201** des Fangelements **1200** ausgeübt werden, wodurch sich das Fangelement **1200** von der in **Fig. 106C** dargestellten Konfiguration zu der in **Fig. 108C** dargestellten Konfiguration ausdehnt. Im dargestellten Beispiel bewirkt das axiale Zusammendrücken der schwenkbar verbundenen Arme **1231**, dass sich die schwenkbaren Verbindungen **1233** oder die Knie in einer Richtung **1210** nach außen spreizen, so dass der Abstand **1204** zunimmt.

[0307] Bezug nehmend auf die **Fig. 106C** und **Fig. 108C** kann das Koaptionselement **1200** auf unterschiedlichste Weise komprimiert werden. Zum Beispiel kann eine Gewindeverbindung **1221** verwendet werden, um die beiden Enden des Koaptionselements zusammenzuziehen oder die beiden Enden des Koaptionselements auseinander zu drücken. Zum Beispiel kann an jedem Ende des Koaptionselements ein Kragen vorgesehen werden. Einer der Kragen kann mit einem Gewindenschaft verschraubt werden, während der andere Kragen drehbar mit dem Schaft verbunden ist. Durch Drehen des Schafts in eine Richtung werden die Krägen zusammengezogen. Durch Drehen des Schafts in die entgegengesetzte Richtung werden die Krägen auseinander bewegt.

[0308] Der Einbau des in den **Fig. 106C** und **Fig. 108C** dargestellten Koaptionselements **1200** in eine implantierbare prothetische Vorrichtung der vorliegenden Anwendung ermöglicht es, das Koaptionselement auszu dehnen, um nach außen gegen Gewebe zu drücken, das zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln und/oder Greifelementen gegriffen wird.

[0309] Die **Fig. 106D** und **108D** zeigen ein Ausführungsbeispiel für ein expandierbares Koaptionselement **1200** für eine implantierbare prothetische Vorrichtung. Das Koaptionselement **1200** kann allein, mit einer Abdeckung (siehe **Fig. 106E** und **Fig. 108E**) oder im Inneren eines der hier beschriebenen Koaptionselemente (zur Erweiterung des Koaptionselements) verwendet werden. Das Koaptionselement **1200** kann mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden. Bezug nehmend auf **Fig. 106C** hat das Koaptionselement **1200** ein zentrales Stützelement **1243**, einen oder mehrere schwenkbar verbundene Arme **1241** und Verbindungslinien **1245**. Jeder Arm **1241** erstreckt sich von einer schwenkbaren Verbindung zum zentralen Stützelement **1243**. Jede Verbindungslinie **1245** ist mit dem zentralen Stützelement **1243** und einem schwenkbar verbundenen Arm **1241** verbunden. Die Länge der Verbindungslinie **1245** bestimmt den Grad, in dem die Verbindungsarme vom zentralen Stützelement **1243** wegschwenken. Im dargestellten Beispiel gibt es zwei schwenkbar verbundene Arme **1241**. Es können jedoch auch ein, drei, vier oder eine beliebige Anzahl von schwenkbar verbundenen Armen vorhanden sein.

[0310] In einem Ausführungsbeispiel kann die Ausdehnungsrichtung des Koaptionselements **1200** gesteuert werden. Beispielsweise können zwei schwenkbar verbundene Arme vorgesehen werden, um die Breite/Größe des Koaptionselements nur in einer der Richtungen Anterior zu Posterior und/oder Medial zu Lateral zu verändern. Vier schwenkbar verbundene Arme **1241** können enthalten sein, um die Breite/Größe des Koaptionselements sowohl in der Richtung von vorne nach hinten als auch von medial nach lateral zu verändern.

Wenn vier schwenkbar verbundene Arme **1241** enthalten sind, können die Arme und/oder die Verbindungslinien **1245** unterschiedliche Längen und/oder Drehpunktpositionen haben, damit sich das Koaptionselement **1200** in verschiedenen Diktionen unterschiedlich ausdehnt (oder zusammenzieht). Zum Beispiel können die Längen der Arme und/oder der Verbindungslinien so gewählt werden, dass sie sich in medialer bis lateraler Richtung stärker ausdehnen als in anteriorer bis posteriorer Richtung.

[0311] Die Arme **1241** können von der zusammengezogenen Position (**Fig. 106D**) in die ausgefahrene Position (**Fig. 108D**) bewegt werden. Die Arme **1241** können z.B. durch eine Feder oder ein anderes Vorspannmittel in Richtung der ausgefahrenen Position **1241** vorgespannt werden. Im gezeigten Beispiel werden die Arme **1241** durch Haltevorrichtungen **1247**, wie z.B. Nähte, in der zusammengezogenen Position gehalten. Die Halterungen **1247** können entfernt oder gebrochen werden, damit sich das Koaptionselement **1200** von der in **Fig. 106D** dargestellten Konfiguration in die in **Fig. 108D** dargestellte Konfiguration ausdehnt.

[0312] Die **Fig. 106E** und **Fig. 108E** zeigen ein Ausführungsbeispiel, das der in den **Fig. 106D** und **Fig. 108D** dargestellten Ausführungsform ähnelt, mit der Ausnahme, dass das Koaptionselement ein Abdeckmaterial **1253** enthält. Das Abdeckmaterial **1253** kann sich von dem zentralen Stützelement **1243** zu jedem Arm **1241** erstrecken. Das Abdeckmaterial **1253** kann mit den Verbindungsleitungen **1245** verwendet werden, oder das Abdeckmaterial kann die Notwendigkeit der Verbindungsleitungen **1245** beseitigen.

[0313] In **Fig. 106F** ist ein Beispiel für ein Koaptionselement **1200** für eine implantierbare prothetische Vorrichtung dargestellt, das der in den **Fig. 106-109** gezeigten Ausführungsform ähnelt. Das Koaptionselement **1200** kann mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden. Bezug nehmend auf **Fig. 106F** wird das Koaptionselement **1200** durch eine Spule **1263** definiert, die sich zwischen zwei Kappen **1201** erstreckt. Das Koaptionselement **1200** kann eine beliebige Form haben, wie z.B. eine der hierin offenbarten Formen. Die Spule **1263** kann aus einer Formgedächtnislegierung, wie z.B. Nitinol, hergestellt sein.

[0314] In einem Ausführungsbeispiel kann die Richtung der Ausdehnung des Koaptionselements **1200** gesteuert werden. Zum Beispiel kann der Formsatz der Spule **1263** ausgewählt werden, um die Form des expandierten Koaptionselements **1200** zu steuern. Zum Beispiel kann die Konfiguration des Formsatzes die Art und Weise bestimmen, wie sich die Breite/Größe des Koaptionselements in der Richtung von Anterior nach Posterior und/oder von Medial nach Lateral ausdehnt (und/oder zusammenzieht). Unter Bezugnahme auf Axialkräfte **1208** und/oder Rotationskräfte **1209** können auf die Kappen **1201** des Koaptionselements **1200** ausgeübt werden, wodurch sich das Koaptionselement **1200** gegenüber der in **Fig. 106F** dargestellten Konfiguration ausdehnt oder zusammenzieht. Im dargestellten Beispiel wird durch axiales Ausdehnen der Spule **1263** und Verdrehen der Spule **1263** die Spule in einer nach innen gerichteten Richtung **1211** zusammengezogen und durch axiales Zusammendrücken der Spule **1263** und Verdrehen der Spule in der entgegengesetzten Richtung wird die Spule in einer nach außen gerichteten Richtung ausgedehnt oder ausgebeult.

[0315] Bezug nehmend auf **Fig. 106F** kann das Koaptionselement **1200** auf unterschiedlichste Weise zusammengedrückt werden. Zum Beispiel kann eine Gewindeverbindung **1221** verwendet werden, um die beiden Enden des Koaptionselements zusammenzuziehen und das Koaptionselement in eine erste Richtung zu verdrehen oder die beiden Enden des Koaptionselements auseinander zu drücken und das Koaptionselement in eine zweite Richtung zu verdrehen. Beispielsweise kann mit jedem Ende der Spule **1263** ein Bund fest verbunden sein. Einer der Kragen kann mit einem Gewindeschäft verschraubt werden, während der andere Kragen fest mit dem Schaft verbunden ist. Durch Drehen des Schafts in eine Richtung werden die Kragen zusammengezogen und relativ zueinander in eine erste Richtung gedreht. Eine Drehung des Schafts in die entgegengesetzte Richtung zieht die Kragen auseinander und dreht die Kragen relativ zueinander in eine zweite Richtung. Die Steigung der Gewindeverbindung kann gewählt werden, um ein Verhältnis zwischen dem Abstand, in dem das Koaptionselement **1200** zusammengedrückt wird, und dem Winkel, in dem das Koaptionselement verdreht wird, einzustellen.

[0316] Der Einbau der in **Fig. 106F** dargestellten Koaptionselemente **1200** in eine implantierbare prothetische Vorrichtung der vorliegenden Anwendung ermöglicht es, das Koaptionselement auszudehnen, um nach außen gegen Gewebe zu drücken, das zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln und/oder Greifelementen gegriffen wird.

[0317] Die **Fig. 106G-106I** zeigen beispielhafte Ausführungsformen von expandierbaren Koaptionselementen **1200**. Bei den in den **Fig. 106G-106I** dargestellten Beispielen werden die Koaptionselemente durch ein fluides Medium aufgeblasen, um das Koaptionselement zu expandieren. Das fluide Medium kann eine Vielzahl von

unterschiedlichen Formen annehmen. Beispiele für Fluide, die zum Aufblasen des Koaptionselements **1200** verwendet werden können, sind u. a. Luft, Gel, Wasser, Blut, schäumende Materialien usw. Das Koaptionselement **1200** kann mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden.

[0318] Bezug nehmend auf **Fig. 106G** kann das Koaptionselement **1200** eine äußere Schicht **1271** (z.B. eines der hierin offenbarten Koaptionselemente **110**, **510**) und eine innere Schicht **1273** oder einen Ballon aufweisen. Das Koaptionselement **1200** kann eine beliebige Form haben, z.B. eine der hierin offenbarten Formen. In dem in den **Fig. 106G** und **1086** dargestellten Beispiel ist die innere Schicht **1273** in der äußeren Schicht **1271** angeordnet und kann die gleiche oder im Allgemeinen die gleiche Form wie die innere Oberfläche der äußeren Schicht haben. Die innere Schicht kann aus einem dehnbaren Material bestehen, wie z.B. einem Gummi oder einem anderen Material, das traditionell zur Herstellung von Ballons und Angioplastievorrichtungen verwendet wird. Die äußere Schicht **1271** kann aus einer Formgedächtnislegierung, wie z.B. Nitinol, hergestellt werden.

[0319] Bezug nehmend auf die **Fig. 106H** und **106I** kann in einem Ausführungsbeispiel die Ausdehnungsrichtung des Koaptionselements **1200** gesteuert werden. In dem in **Fig. 106H** dargestellten Beispiel umfasst die innere Schicht **1273** zwei Ballons, die optional miteinander verbunden sind. Es kann jedoch eine beliebige Anzahl von Ballons verwendet werden. Zum Beispiel kann die innere Schicht 3, 4 oder eine beliebige Anzahl von Ballons umfassen. Die Ballons können einzeln aufgeblasen werden, um die Form der Ausdehnung des Koaptionselements **1200** zu steuern. Wenn die Ballons miteinander verbunden sind, kann die Verbindung auch die Form der Ausdehnung beeinflussen. In dem durch **106H** dargestellten Beispiel sind die Ballons entlang einer Ebene **1275** oder Fläche miteinander verbunden. Die Ausdehnung der inneren Schicht **1273** in der Richtung **1277** wird aufgrund der Verbindung **1275** geringer sein als die Ausdehnung in der Richtung **1279**. Daher kann in diesem Beispiel die Ausdehnung aufgrund des Aufblasens auf die Ausdehnung in medialer bis lateraler Richtung beschränkt oder im Wesentlichen darauf beschränkt sein.

[0320] Die Verwendung mehrerer Ballons und die Konfiguration der Verbindungen zwischen den Ballons kann die Art und Weise bestimmen, wie sich die Breite/Größe des Koaptionselements in der Richtung von anterior nach posterior und/oder von medial nach lateral ausdehnt (und/oder zusammenzieht).

[0321] In dem in **Fig. 106I** dargestellten Beispiel umfasst die innere Schicht **1273** eine oder mehrere Stützen **1281** oder Streben. Eine Stütze **1281** ist dargestellt, es kann jedoch eine beliebige Anzahl verwendet werden. Die innere Schicht kann z.B. 2, 3, 4 oder eine beliebige Anzahl von Stützen umfassen. Die Stützen **1281** können die innere Schicht in mehrere unabhängig voneinander aufblasbare Kammern unterteilen, oder die Stützen dichten die unabhängigen Kammern nicht ab, so dass die in eine beliebige Kammer eingeleitete Aufblasflüssigkeit alle Kammern füllt. Wenn unabhängig voneinander aufblasbare Kammern vorhanden sind, können die Kammern einzeln aufgeblasen werden, um die Form der Ausdehnung des Koaptionselements **1200** zu steuern. Die Stützen beeinflussen ebenfalls die Form der Ausdehnung. In dem durch **Fig. 106I** dargestellten Beispiel reduziert oder eliminiert die Stütze **1281** die Ausdehnung der inneren Schicht **1273** in Richtung **1277**. So kann in diesem Beispiel die Ausdehnung aufgrund des Aufblasens auf die Ausdehnung in medialer bis lateraler Richtung begrenzt oder im Wesentlichen darauf beschränkt werden.

[0322] Die Verwendung mehrerer unabhängig voneinander aufblasbarer Kammern und/oder die Konfiguration der Stützelemente **1281** kann die Art und Weise bestimmen, wie sich die Breite/Größe des Koaptionselements in der Richtung von anterior nach posterior und/oder von medial nach lateral ausdehnt (und/oder zusammenzieht).

[0323] Der Einbau der in den **Fig. 106G-106I** dargestellten Koaptionselemente **1200** in eine implantierbare prothetische Vorrichtung der vorliegenden Anwendung ermöglicht es, das Koaptionselement auszudehnen, um nach außen gegen Gewebe zu drücken, das zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln und/oder Greifelementen gegriffen wird.

[0324] In den **Fig. 110-111** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **1300** dargestellt. Die Vorrichtung **1300** ähnelt der oben beschriebenen Vorrichtung **100** und umfasst ein Koaptionselement **1310**, Paddels **1320** und Schließen oder Greifelemente **1330**. In **Fig. 111** ist eine Draufsicht auf das Koaptionselement **1310** dargestellt. Wie in **Fig. 111** zu sehen ist, hat das Koaptionselement **1310** einen ovalen oder allgemein ovalförmigen Querschnitt. Das Koaptionselement **1310** weist keine zentrale Öffnung auf und kann aus einem festen Materialstück, wie z.B. Schaumstoff, geformt werden. Die Formung des Koaptionselements **1310** aus einem festen Stück Schaumstoff verhindert, dass Blut durch die Mitte des Koaptionselements **1310** fließt, wodurch eine Stelle, an der Blut aufgefangen werden kann, im Wesentlichen eliminiert wird. Die Vorrichtung

1300 kann beliebige andere Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtung **1300** kann so positioniert werden, dass sie mit dem Klappengewebe **20, 22** als Teil eines beliebigen geeigneten Klappenreparatursystems (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem) in Eingriff kommt. Die prothetische Vorrichtung **1300** kann auf unterschiedlichste Weise geöffnet und geschlossen werden. Beispielsweise kann eine Hülse über das Koaptionselement geschoben werden, um die Paddel zu erfassen und zu öffnen. Oder die Paddel können durch Ziehen an einer Schnur oder Naht geöffnet werden, die die Schließen öffnet, und die Bewegung der Schließen kann die Paddel öffnen. Es kann jedoch jeder beliebige Mechanismus zum Öffnen und Schließen der Vorrichtung **1300** verwendet werden.

[0325] In den **Fig. 112-128** ist ein Beispiel eines Paddelrahmens **1400** für eine implantierbare prothetische Vorrichtung dargestellt. Der Paddelrahmen **1400** kann mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden. Der Paddelrahmen **1400** ist aus einem Stück Material **1402**, wie Nitinol oder einem anderen geeigneten Material, geformt. Der Paddelrahmen **1400** erstreckt sich von einem Kappenbefestigungsabschnitt **1410** zu einem Paddelverbindungsabschnitt **1420** und hat einen proximalen Abschnitt **1422**, einen mittleren Abschnitt **1424** und einen distalen Abschnitt **1426**. In einigen Ausführungsformen umfasst der Paddelrahmen **1400** Befestigungsabschnitte **1440** zur Befestigung einer Abdeckung (siehe **Fig. 30**), des inneren Paddels **520** und/oder des äußeren Paddels **522** am Paddelrahmen **1400**. In einigen Ausführungsformen ist der Paddelrahmen **1400** an der Stelle der fünften Kurve **1438** dünner, um das Biegen beider Seiten des Paddelrahmens **1400** in Richtung der Mittelebene **1404** zu erleichtern, z.B. beim Crimpen der Vorrichtung.

[0326] Der Paddelrahmen **1400** erstreckt sich zwischen einem ersten Befestigungsabschnitt **1412** in einer abgerundeten, dreidimensionalen Form durch den proximalen, mittleren und distalen Abschnitt **1422, 1424, 1426** und kehrt zu einem zweiten Befestigungsabschnitt **1414** zurück. Um eine abgerundete dreidimensionale Form zu bilden, wird der Paddelrahmen **1400** an mehreren Stellen gebogen oder gekrümmt, während sich der Paddelrahmen **1400** zwischen dem ersten und zweiten Befestigungsabschnitt **1412, 1414** erstreckt. Die Befestigungsabschnitte **1412, 1414** enthalten jeweils Kerben **1416, 1418** zur Befestigung an der Kappe. Der Paddelrahmen **1400** biegt sich in dem Bereich **1419**. Der Bereich **1419** kann einen breiteren Abschnitt **1417** umfassen, um die Spannung, die aus der Durchbiegung des Paddelrahmens **1400** resultiert, auf einen größeren Bereich zu verteilen. Außerdem können die Aussparungen **1416, 1418** an jedem Ende der Aussparungen abgerundete Aussparungen **1415** aufweisen. Die abgerundeten Kerben **1415** dienen als Zugentlastung für den Biegebereich **1419** und den Bereich, in dem der Paddelrahmen **1400** mit der Kappe verbunden ist.

[0327] Der Paddelrahmen **1400** krümmt sich an einer ersten Kurve **1430** von einer mittleren oder zentralen Ebene **1404** (**Fig. 115**) weg, um die Form des Paddelrahmens **1400** zu verbreitern. Wie in **Fig. 117** zu sehen ist, krümmt sich der Paddelrahmen **1400** auch von einer Frontalebene **1406** an der Stelle der ersten Kurve **1430** weg. Der Paddelrahmen **1400** krümmt sich an einer zweiten Kurve **1432** von der Auswärtsrichtung der ersten Kurve **1430** weg, um Seiten des Rahmens **1400** zu bilden. Der Paddelrahmen neigt sich an der Stelle der zweiten Kurve **1432** weiter von der Frontebene **1406** weg. In einigen Ausführungsformen hat die zweite Kurve **1432** einen größeren Radius als die erste Kurve **1430**. Der Paddelrahmen **1400** krümmt sich an einer dritten Kurve **1434** von der Frontebene **1406** weg, da sich der Paddelrahmen **1400** von der Frontebene **1406** aus gesehen weiter im Bogen der zweiten Kurve **1432** krümmt. Diese Krümmung an der dritten Kurve **1434** führt zu einer allmählichen Abweichung des Rahmens **1400** und damit des nativen Klappensegels von der Mittellinie **1406**. Dieses Abweichen von der Mittellinie führt zu einer Spreizung des Klappensegelgewebes in Richtung des Klappenanulus, was zu einer geringeren Belastung des Klappensegelgewebes führen kann. Der Paddelrahmen **1400** krümmt sich in Richtung der lateralen Ebene **1404** an einer vierten Kurve **1436**, während sich der Rahmen **1400** weiter von der Frontalebene **1406** weg krümmt. Die abgerundete dreidimensionale Form des Paddelrahmens **1400** wird mit einer fünften Kurve **1438** abgeschlossen, die beide Seiten des Paddelrahmens **1400** miteinander verbindet. Wie in den **Fig. 116** und **Fig. 118** zu sehen ist, hat der Paddelrahmen **1400** eine bogenförmige oder allgemein bogenförmige Form, wenn sich der Rahmen **1400** vom Befestigungsabschnitt **1420** weg und zum geschlossenen Abschnitt **1424** erstreckt. Der mittlere Abschnitt **1422** des Rahmens liegt näher an der Frontalebene **1406** als der geschlossene Abschnitt **1424**, was den Seiten des mittleren Abschnitts **1422** eine abgerundete, flügelartige Form verleiht, die mit der gekrümmten Oberfläche des Koaptionselements (nicht dargestellt) während des Ergreifens von nativem Gewebe zwischen einem Paddel (nicht dargestellt) und dem Koaptionselement einer implantierbaren Vorrichtung der vorliegenden Erfindung in Eingriff kommt.

[0328] Bezug nehmend auf **Fig. 191** kann in einem Ausführungsbeispiel ein flacher Rohling **1403** des Paddelrahmens **1400** aus einer flachen Materialplatte geschnitten werden, z.B. durch Laserschneiden. Wie in **Fig. 192**

gezeigt, kann der zugeschnittene Rohling **1403** dann gebogen werden, um den dreidimensional geformten Paddelrahmen **1400** zu bilden.

[0329] Bezug nehmend auf die **Fig. 193** und **Fig. 194** können in einem Ausführungsbeispiel die Paddelrahmen **1400** so geformt sein, dass sie eine erhöhte Klemmkraft gegen oder in Richtung des Koaptionselements **510** bereitstellen, wenn sich die Paddel **520**, **522** in der geschlossenen Konfiguration befinden. Dies liegt daran, dass die Paddelrahmen relativ zur geschlossenen Position (z.B. **Fig. 194**) in eine erste Position (z.B. **Fig. 193**) geformt sind, die jenseits der Position liegt, in der das innere Paddel **520** mit dem Koaptionselement in Eingriff kommen würde, wie z.B. jenseits der zentralen Ebene **552** der Vorrichtung **500**, wie z.B. jenseits der gegenüberliegenden Seite des Koaptionselements, wie z.B. jenseits des äußeren Paddels auf der gegenüberliegenden Seite des Koaptionselements. Bezug nehmend auf **Fig. 194** ist der Paddelrahmen **194** gebogen und an den inneren und äußeren Paddeln **522**, **520** befestigt, beispielsweise durch Nähen. Dies führt dazu, dass die Paddelrahmen eine Vorspannung haben (d. h. die Klemmkraft gegen oder in Richtung des Koaptionselements ist größer als Null), wenn sich die Paddelrahmen **1400** in der geschlossenen Konfiguration befinden. Somit kann die Formeinstellung der Paddelrahmen **1400** in der Konfiguration nach **Fig. 193** die Klemmkraft der Paddelrahmen **1400** im Vergleich zu Paddelrahmen, die in der geschlossenen Konfiguration (**Fig. 194**) formgestaltet sind, erhöhen.

[0330] Die Größe der Vorspannung der Paddelrahmen **1400** kann durch Einstellen des Grades, in dem die Paddelrahmen **1400** relativ zum Fangelement **510** in Form gebracht werden, verändert werden. Je weiter die Paddelrahmen **1400** über die geschlossene Position hinaus verformt sind, desto größer ist die Vorspannung.

[0331] Die Kurven des Paddelrahmens **1400** können unabhängig voneinander sein, d.h. eine Kurve ist abgeschlossen, bevor eine andere Kurve beginnt, oder sie können kombiniert werden, d.h. der Paddelrahmen **1400** krümmt sich in mehrere Richtungen gleichzeitig.

[0332] In den **Fig. 112A**, **Fig. 114A**, **Fig. 115A**, **Fig. 116A**, **Fig. 117A** und **Fig. 118A** sind beispielhafte Paddelrahmen **1400A** für eine implantierbare prothetische Vorrichtung dargestellt. Die Paddelrahmen **1400A** können mit jeder der in der vorliegenden Anwendung beschriebenen implantierbaren prothetischen Vorrichtungen verwendet werden. Jeder Paddelrahmen **1400A** ist aus einem Stück Material **1402A**, wie Nitinol oder einem anderen geeigneten Material, geformt. Jeder Paddelrahmen **1400A** erstreckt sich von einem Kappenbefestigungsabschnitt **1410A** zu einem Paddelverbindungsabschnitt **1420A** und hat einen proximalen Abschnitt **1422A**, einen mittleren Abschnitt **1424A** und einen distalen Abschnitt **1426A**.

[0333] Jeder Paddelrahmen **1400A** erstreckt sich zwischen einem ersten Befestigungsabschnitt **1412A** in einer abgerundeten, dreidimensionalen Form durch die proximalen, mittleren und distalen Abschnitte **1422**, **1424**, **1426** und kehrt zu einem zweiten Befestigungsabschnitt **1414** zurück. Um eine abgerundete dreidimensionale Form zu bilden, wird jeder Paddelrahmen **1400A** an mehreren Stellen gebogen oder gekrümmt, wenn sich der Paddelrahmen **1400A** zwischen dem ersten und zweiten Befestigungsabschnitt **1412A**, **1414A** erstreckt. Die Befestigungsabschnitte **1412A**, **1414A** enthalten jeweils Kerben **1416A**, **1418A** zur Befestigung an der Kappe. Die Paddelrahmen **1400A** biegen sich im Bereich **1419A**. Der Bereich **1419A** kann einen breiteren Abschnitt **1417A** umfassen, um die Spannung, die aus der Durchbiegung des Paddelrahmens **1400A** resultiert, auf einen größeren Bereich zu verteilen. Außerdem können die Aussparungen **1416A**, **1418A** an jedem Ende der Aussparungen **1416A**, **1418A** abgerundete Aussparungen **1415A** aufweisen. Die abgerundeten Kerben **1415A** dienen als Zugentlastung für den Biegebereich **1419A** und den Bereich, in dem der Paddelrahmen **1400A** mit der Kappe verbunden ist.

[0334] Jeder Paddelrahmen **1400A** krümmt sich an einer ersten Kurve **1430A** von einer mittleren oder zentralen Ebene **1404A** (**Fig. 116A**) weg, um die Form des Paddelrahmens **1400A** zu verbreitern. Wie in **Fig. 114A** zu sehen ist, krümmt sich der Paddelrahmen **1400A** auch von einer Frontebene **1406A** an der Stelle der ersten Kurve **1430A** weg. Der Paddelrahmen **1400A** krümmt sich an einer zweiten Kurve **1432A** von der Auswärtsrichtung der ersten Kurve **1430A** weg, um Seiten **1433A** des Rahmens **1400A** zu bilden, die von der Frontebene **1406A** aus gesehen parallel oder im Wesentlichen parallel zur Mittelebene **1404A** sind. Der Paddelrahmen neigt sich an der Stelle der zweiten Kurve **1432A** weiter von der Frontebene **1406A** weg. In einigen Ausführungsformen hat die zweite Kurve **1432A** einen größeren Radius als die erste Kurve **1430A**. Der Paddelrahmen **1400A** krümmt sich an einer dritten Kurve **1434A** im mittleren Abschnitt **1424A** zurück in Richtung der Frontebene **1406A**, während die Seiten **1433A** des Paddelrahmens **1400A** parallel oder im Wesentlichen parallel zur Mittelebene **1404A** bleiben. Der Paddelrahmen **1400A** krümmt sich bei einer vierten Kurve **1436A** ein zweites Mal von der Mittelebene **1404A** weg und krümmt sich weiter von der Mittelebene **1404A** weg durch den Rest des mittleren und distalen Abschnitts **1424A**, **1426A**. Die abgerundete dreidimensionale Form des

Paddelrahmens **1400A** wird durch einen Endabschnitt **1442A** geschlossen, der mit den Seiten **1433A** durch fünfte Kurven **1438A** verbunden ist, die abgerundete Ecken des distalen Endes **1426A** des Paddelrahmens **1400A** bilden.

[0335] Der Endabschnitt **1442A** kann breiter sein als der Rest des Paddelrahmens **1400A**, um Elemente aufzunehmen, die es ermöglichen, die Paddelrahmen **1400A** an den Paddeln (nicht dargestellt) und der Abdeckung (nicht dargestellt) zu befestigen. Beispielsweise kann der Endabschnitt **1442A** einen Schlitz **1444A** zur Aufnahme eines Abschnitts eines Materialstreifens, wie des oben beschriebenen Materialstreifens **401A**, **501A**, enthalten. Eine Öffnung **1446A** im Endabschnitt **1442A** ermöglicht das Einführen eines Materialstreifens in den Schlitz **1444A**. Der Endabschnitt **1442A** kann auch Befestigungslöcher **1440A** zur Befestigung einer Abdeckung (siehe Fig. 30A) am Paddelrahmen **1400A** enthalten.

[0336] Wie in den Fig. 116A und Fig. 117A zu sehen ist, hat der Paddelrahmen **1400A** eine allgemein abgerundete Rechteckform, wenn sich der Rahmen vom Befestigungsabschnitt **1410A** bis zum geschlossenen Ende des Paddelverbindungsabschnitts **1420A** weg erstreckt. Der mittlere Abschnitt **1424A** des Rahmens liegt näher an der Frontebene **1406A** als der distale Abschnitt **1426A**, was den Seiten des mittleren Abschnitts **1424A** eine abgerundete, flügelartige Form verleiht, die mit den Vorder- und Rückseiten des Koaptionselements (nicht dargestellt) während des Ergreifens von nativem Gewebe zwischen einem Paddel (nicht dargestellt) und dem Koaptionselement einer hierin beschriebenen implantierbaren Vorrichtung in Eingriff kommt.

[0337] Unter Bezugnahme auf die Fig. 195 und Fig. 196 werden die Paddelrahmen **1400A** gezeigt, die am Kragen **514A** einer beispielhaften implantierbaren Vorrichtung, wie der oben beschriebenen Vorrichtung **500A**, montiert sind. In einem Ausführungsbeispiel können die Paddelrahmen **1400A** so geformt sein, dass sie eine erhöhte Klemmkraft gegen oder in Richtung eines Koaptionselements **510A** erzeugen, wenn sich die Paddel **520A**, **522A** in der geschlossenen Konfiguration befinden. Dies liegt daran, dass die Paddelrahmen **1400A** relativ zur geschlossenen Position (z.B. Fig. 196) in eine erste Position (z.B. Fig. 195) geformt sind, die jenseits der Position liegt, in der das innere Paddel **522A** mit dem Koaptionselement **510A** in Eingriff kommen würde, wie z.B. jenseits der zentralen Ebene **552A** der Vorrichtung **500A** (z.B. Fig. 70A), wie z.B. jenseits der gegenüberliegenden Seite des Koaptionselements, wie z.B. jenseits des äußeren Paddels auf der gegenüberliegenden Seite des Koaptionselements. In der ersten Position sind die Seiten **1433A** der Paddelrahmen **1400A** so ineinander verschlungen, dass die Seiten **1433A** des einen Paddelrahmens **1400A** leicht seitlich bewegt werden, um eine Bewegung an den Seiten **1433A** des anderen Paddelrahmens **1400A** vorbei zu ermöglichen, bis die Endabschnitte **1442A** jedes Rahmens **1400A** einander und die Seiten **1433A** berühren und eine weitere Bewegung verhindern.

[0338] Die Größe der Vorspannung der Paddelrahmen **1400A** kann durch Einstellen des Grades, in dem die Paddelrahmen **1400A** relativ zum Fangelement **510A** in Form gebracht werden, verändert werden. Je weiter die Paddelrahmen **1400A** über die geschlossene Position hinaus verformt sind, desto größer ist die Vorspannkraft, wenn die Paddelrahmen **1400A** in die offene Position bewegt werden.

[0339] Die Kurven des Paddelrahmens **1400A** können unabhängig voneinander sein, d. h. eine Kurve ist abgeschlossen, bevor eine andere Kurve beginnt, oder sie können kombiniert werden, d. h. der Paddelrahmen **1400A** krümmt sich in mehrere Richtungen gleichzeitig.

[0340] Wie der in den Fig. 191 und Fig. 192 gezeigte Paddelrahmen **1400** kann der Paddelrahmen **1400A** in einem Ausführungsbeispiel aus einem flachen Rohling geformt werden, der z.B. durch Laserschneiden aus einer flachen Materialplatte geschnitten wird. Der zugeschnittene Rohling kann dann gebogen werden, um die dreidimensionale Form des Paddelrahmens **1400A** zu bilden.

[0341] In den Fig. 119-120 ist der Paddelrahmen **1400** in einem expandierten Zustand (Fig. 119) und einem komprimierten Zustand (Fig. 120) dargestellt. Der Paddelrahmen **1400** befindet sich in einem komprimierten Zustand, wenn die Paddel in einer Zuführvorrichtung **1450** angeordnet sind. Unter Bezugnahme auf Fig. 119 wird der Paddelrahmen **1400** aus dem expandierten Zustand in den komprimierten Zustand bewegt, indem das Paddel in der Richtung X zusammengedrückt und eine Länge des Paddels in der Richtung Y ausgedehnt wird. Wenn sich die Paddel **1400** im komprimierten Zustand befinden, haben die Paddel eine Breite H. Die Breite H kann beispielsweise zwischen ca. 4 mm und ca. 7 mm betragen, wie z.B. zwischen ca. 5 mm und ca. 6 mm. In alternativen Ausführungsformen kann die Breite H weniger als 4 mm oder mehr als 7 mm betragen. In bestimmten Ausführungsformen ist die Breite H der komprimierten Paddel **1400** gleich oder im Wesentlichen gleich einer Breite D der Zuführöffnung **1452** der Zuführvorrichtung **1450**. Das Verhältnis zwischen der Breite W der Paddel im expandierten Zustand und der Breite H der Paddel im komprimierten Zustand kann beispiels-

weise etwa 4 zu 1 oder weniger betragen, wie etwa 3 zu 1 oder weniger, wie etwa 2 zu 1 oder weniger, wie etwa 1,5 zu 1, wie etwa 1,25 zu 1, wie etwa 1 zu 1. In alternativen Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite W und der Breite H mehr als 4 zu 1 betragen. **Fig. 120** zeigt die Verbindungsabschnitte **1410** gestaucht aus den in **Fig. 119** dargestellten Positionen. In einigen Ausführungsbeispielen werden die Verbindungsabschnitte **1410** jedoch nicht komprimiert. Zum Beispiel werden die Verbindungsabschnitte **1410** nicht komprimiert, wenn die Verbindungsabschnitte **1410** mit einer Kappe **514** verbunden sind. Der in den **Fig. 112A** und **Fig. 114A-118A** dargestellte Paddelrahmen **1400A** kann in ähnlicher Weise komprimiert werden.

[0342] In den **Fig. 121-124** ist die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **500** in geöffnetem und geschlossenem Zustand mit Paddelrahmen dargestellt, die zusammengedrückt oder gestreckt werden, wenn der Ankerabschnitt **506** der Vorrichtung geöffnet und geschlossen wird. Die Paddelrahmen **1524** sind wie der oben beschriebene Paddelrahmen **1400**. In **Fig. 121** ist der Ankerteil **506** in geschlossenem Zustand dargestellt. Wie in **Fig. 122** gezeigt, haben die Paddelrahmen **1524** eine erste Breite **W1** und eine erste Länge **L1**. In **Fig. 123** ist der Ankerabschnitt **506** in einem geöffneten Zustand dargestellt, und die Paddelrahmen **1524** befinden sich in einem ausgefahrenen Zustand (**Fig. 124**). Das Öffnen des Ankerabschnitts **506** der Vorrichtung **500** bewirkt, dass sich die Paddelrahmen **1524** vom Fassungsabschnitt **510** nach außen bewegen, ausfahren oder schwenken und in den ausgefahrenen Zustand übergehen. Im ausgefahrenen Zustand haben die Paddelrahmen **1524** eine zweite oder erweiterte Länge **L2** und eine zweite oder erweiterte Breite **W2**. Im ausgefahrenen Zustand verlängert und verengt sich der Paddelrahmen **1524** so, dass die zweite Länge **L2** größer ist als die erste Länge **L1** und die zweite Breite **W2** schmaler ist als die erste Breite **W1**. Ein Vorteil dieser Ausführungsform ist, dass die Paddelrahmen schmaler werden und beim Greifen der Klappensegel weniger Sehneneingriff haben können. Die Paddelrahmen werden jedoch breit, wenn das Implantat geschlossen ist, um die Unterstützung des Klappensegels zu verbessern. Ein weiterer Vorteil dieser Ausführungsform ist, dass die Paddelrahmen auch in der Ausfahrposition schmaler und länger werden. Die schmalere Paddelgröße in der ausgefahrenen, verlängerten oder Ausfahrposition kann weniger Verhedderung mit den Sehnen und ein leichteres Ausfahren ermöglichen.

[0343] In den **Fig. 125-128** ist die beispielhafte implantierbare Vorrichtung **500** in geöffnetem und geschlossenem Zustand mit Paddelrahmen dargestellt, die zusammengedrückt oder gestreckt werden, wenn der Ankerabschnitt **506** der Vorrichtung geöffnet und geschlossen wird. Die Paddelrahmen **1624** sind ähnlich wie der oben beschriebene Paddelrahmen **1400**. In **Fig. 125** ist der Ankerteil **506** in geschlossenem Zustand dargestellt. Wie in **Fig. 126** gezeigt, haben die Paddelrahmen **1624** eine erste Breite **W1** und eine erste Länge **L1**. In **Fig. 127** ist der Ankerabschnitt **506** in einem geöffneten Zustand dargestellt, und die Paddelrahmen **1624** befinden sich in einem komprimierten Zustand (**Fig. 128**). Das Öffnen des Ankerabschnitts **506** der Vorrichtung **500** bewirkt, dass sich die Paddelrahmen **1624** vom Fassungsabschnitt **510** nach außen bewegen, ausfahren oder schwenken und in den komprimierten Zustand übergehen. Im komprimierten Zustand haben die Paddelrahmen **1624** eine zweite oder komprimierte Länge **L2** und eine zweite oder komprimierte Breite **W2**. Im komprimierten Zustand verkürzt und verbreitert sich der Paddelrahmen **1624** so, dass die zweite Länge **L2** kleiner ist als die erste Länge **L1** und die zweite Breite **W2** breiter ist als die erste Breite **W1**.

[0344] In den **Fig. 129-136** sind beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtungen gezeigt, die verriegelt oder im geschlossenen Zustand gehalten werden können. Bezug nehmend auf **Fig. 129** wird nun die beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung **500** gezeigt, die in einem geschlossenen Zustand mit Magneten verriegelt oder gehalten werden kann. Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **500** ein Koaptionselement **510** und Paddeln **520**. Die Paddel **520** öffnen und schließen sich, um die Segel **20**, **22** der nativen Herzklappe zu erfassen, wie oben ausführlicher beschrieben. Das Koaptionselement **510** umfasst einen oder mehrere Magneten **1700** und die Paddel **520** umfassen einen oder mehrere Magneten **1702**. Die Magnete **1700**, **1702** haben entgegengesetzte, einander zugewandte Pole, so dass die Magnete **1702** in den Paddeln **520** von den Magneten **1700** im Koaptionselement **510** angezogen werden und die magnetischen Anziehungskräfte zwischen den Magneten **1700**, **1702** die Paddel **520** in einem geschlossenen Zustand halten. In bestimmten Ausführungsformen sind die Magnete **1700**, **1702** programmierte oder polymagnetische Magnete mit Polaritätsmustern, so dass die implantierbare Vorrichtung **500** durch Bewegen - wie z.B. Drehen - des Magneten **1700** innerhalb des Koaptionselements verriegelt und entriegelt werden kann. Zum Beispiel kann der Magnet **1700** so konfiguriert sein, dass der Magnet **1700** die Magnete **1702** in den Paddel **520** in einer ersten Ausrichtung anzieht und die Magnete **1702** in den Paddel **520** abstößt, wenn der Magnet **1700** um 90 Grad in eine zweite Ausrichtung gedreht wird.

[0345] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 130-131** wird nun die beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung **500** gezeigt, die in einem geschlossenen Zustand mit einem elastischen Band **1800** verriegelt oder gehalten werden kann. Das elastische Band **1800** kann aus einem beliebigen flexiblen Material hergestellt sein

und eine beliebige Konfiguration aufweisen. Zum Beispiel kann das elastische Band aus gewickeltem Nitinol bestehen, eine stentähnliche Struktur haben, usw.

[0346] Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **500** ein Koaptionselement **510**, Paddel **520** und Widerhakenschließen **530**. Die Paddel **520** und die mit Widerhaken versehenen Schließen **530** öffnen und schließen sich, um die Klappensegel **20**, **22** der nativen Herzklappe zu erfassen, wie oben ausführlicher beschrieben. Die Paddel **520** bewegen sich zwischen einem offenen Zustand (**Fig. 130**) und einem geschlossenen Zustand (**Fig. 131**) durch Auslösen eines Auslöseelements oder einer Auslöseeinrichtung **512**, wie oben beschrieben. Das elastische Band **1800** kann so angeordnet sein, dass es die Vorrichtung **500** in einem geschlossenen Zustand verriegelt oder festhält. Wenn sich die Vorrichtung **500** im geöffneten Zustand (**Fig. 130**) befindet, ist das Band **1800** um die Paddel **520** in einem entspannten oder gelösten Zustand angeordnet. Beispielsweise kann das Band **1800** um einen schmaleren Abschnitt der offenen Vorrichtung **500** angeordnet sein, wie z.B. einen verjüngten Abschnitt der Paddel **520** in der Nähe eines distalen Abschnitts **507** der Vorrichtung. Wenn sich die Vorrichtung **500** im geschlossenen Zustand befindet (**Fig. 131**), ist das Band **1800** um die Paddel **520** in einem eingerasteten Zustand angeordnet. In bestimmten Ausführungsformen ist das Band **1800** im Eingriffszustand um den breitesten Abschnitt der Vorrichtung **500** angeordnet oder kann um die Mitte der Vorrichtung **500** angeordnet sein.

[0347] Das Band **1800** wird aus dem ausgerückten Zustand in einer Schließ- oder Eingriffsrichtung **1802** in den eingerückten Zustand mit Nähten (nicht dargestellt) oder anderen geeigneten Mitteln zum Bewegen des Bandes **1800** bewegt. Die Bewegung des Bandes **1800** kann bewirken, dass sich die Paddel **520** in eine Schließrichtung **1804** bewegen, wodurch die Vorrichtung **500** mit einer einzigen Bewegung des Bandes **1800** geschlossen und gesichert wird. Alternativ kann die Vorrichtung **500** geschlossen werden und das Band **1800** in die Eingriffslage bewegt werden, um die Vorrichtung **500** im geschlossenen Zustand zu sichern.

[0348] In **Fig. 132** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **500** dargestellt, die in einem geschlossenen Zustand mit einem Vorspannelement **1900** verriegelt oder gehalten werden kann. Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **500** ein Koaptionselement **510**, Paddel **520** und Widerhaken **530**. Die Paddel **520** werden mit einem Auslöseelement **512**, das sich durch das Koaptionselement **510** bis zu einer Kappe **514** erstreckt, zwischen einer offenen und einer geschlossenen Position bewegt. Die Paddel **520** und die Widerhakenschließen **530** werden geöffnet und geschlossen, um die Segel **20**, **22** der nativen Herzklappe zu greifen, wie oben näher beschrieben. Im geschlossenen Zustand greifen die Paddel **520** und die Schließen **530** in das Gewebe der Klappensegel **20**, **22** und ineinander, um die Vorrichtung **500** am Klappengewebe zu befestigen.

[0349] Das Vorspannelement **1900** (z.B. eine Feder) ist so konfiguriert, dass es die Kappe **514** in Richtung des Koaptionselements **510** vorspannt und dadurch die Vorrichtung **500** in den geschlossenen Zustand vorspannt. Nachdem die Vorrichtung **500** mit einer Zuführvorrichtung (nicht dargestellt) an das Klappengewebe zugeführt und daran befestigt wurde, wird die Zuführvorrichtung aus dem Körper des Patienten entfernt und das Vorspannelement **1900** hält die Vorrichtung **500** in einem geschlossenen Zustand, um eine Ablösung der Vorrichtung **500** vom Klappengewebe zu verhindern.

[0350] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 133-134** wird nun eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung **2000** gezeigt, die in einem geschlossenen Zustand mit Verriegelungen verriegelt oder gehalten werden kann. Die Vorrichtung **2000** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtung **2000** kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem).

[0351] Die Vorrichtung **2000** ähnelt anderen oben beschriebenen implantierbaren Vorrichtungen und umfasst Paddel **2002** und Greifelemente oder Schließen **2004**. Die Paddel **2002** werden geöffnet und geschlossen, um die nativen Klappensegel **20**, **22** in einem Spalt **2006** zwischen den Paddel **2002** und den Greifelementen **2004** zu ergreifen. Die Vorrichtung **2000** umfasst auch ein Verriegelungselement **2008**, das an den Paddeln **2002** befestigt ist, wobei das Verriegelungselement **2008** so konfiguriert ist, dass es die Paddel **2002** an den Greifelementen **2004** befestigt, wenn sich die Vorrichtung **2000** in der geschlossenen Position befindet. In einigen Ausführungsformen dient das Verriegelungselement **2008** als sekundärer Verriegelungsmechanismus und ist so konfiguriert, dass es die Vorrichtung **2000** in der geschlossenen Position hält, wenn andere Mechanismen versagen.

[0352] Wie in **Fig. 133** gezeigt, befindet sich die Vorrichtung **2000** in einer offenen Position, wobei das Klappengewebe **20, 22** in dem Spalt oder der Öffnung **2006** zwischen den Paddeln **2002** und den Greifelementen **2004** angeordnet ist. Gemäß **Fig. 134** wird die Vorrichtung **2000** in die geschlossene Position bewegt, so dass das Klappengewebe **20, 22** zwischen den Paddeln **2002** und den Greifelementen **2004** befestigt ist. Die Vorrichtung **2000** kann auf jede geeignete Weise in die geschlossene Position bewegt werden, wie z.B. auf jede in der vorliegenden Anwendung beschriebene Weise. Wenn die Vorrichtung **2000** in die geschlossene Position bewegt wird, durchsticht das Rastelement **2008** das Klappengewebe **20, 22** und wird in oder durch das Greifelement **2004** eingeführt, um das Paddel **2002** an dem Greifelement **2004** zu sichern. Das Verriegelungselement **2008** kann jede geeignete Form annehmen, die die Paddel **2002** an den Greifelementen **2004** befestigen kann, wie z.B. Metalle, Kunststoffe usw.

[0353] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 135-136** wird nun die beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung **2000** gezeigt, die in einem geschlossenen Zustand mit Riegeln verriegelt oder gehalten werden kann. In den **Fig. 135-136** umfasst die Vorrichtung **2000** ein Koaptionselement **2010**. Bezug nehmend auf **Fig. 135** befindet sich die Vorrichtung **2000** in einer offenen Position, wobei das Klappengewebe **20, 22** in dem Spalt oder der Öffnung **2006** zwischen den Paddeln **2002** und den Greifelementen **2004** angeordnet ist. Bezug nehmend auf **Fig. 136** wird die Vorrichtung **2000** in die geschlossene Position bewegt, so dass das Klappengewebe **20, 22** zwischen den Paddeln **2002** und den Greifelementen **2004** befestigt ist. Die Vorrichtung **2000** kann auf jede geeignete Weise in die geschlossene Position bewegt werden, wie z.B. auf jede in der vorliegenden Anwendung beschriebene Weise. Wenn die Vorrichtung **2000** in die geschlossene Position bewegt wird, durchsticht das Rastelement **2008** das Klappengewebe **20, 22** und wird in oder durch das Greifelement **2004** eingeführt, um das Paddel **2002** an dem Greifelement **2004** zu sichern. In der dargestellten Ausführungsform ragt das Rastelement **2008** über die Greifelemente **2004** hinaus und in das Koaptionselement **2010** hinein. In einigen Ausführungsformen kann das Rastelement **2008** in dem Koaptionselement **2010** befestigt werden, indem es an einem Teil des Koaptionselements **2010** einrastet oder das Material des Koaptionselements **2010** durchdringt. Das Rastelement **2008** kann jede geeignete Form annehmen, mit der die Paddel **2002** an den Greifelementen **2004** befestigt werden können, wie z.B. Metalle, Kunststoffe usw.

[0354] In den **Fig. 137-145** sind verschiedene Ausführungsformen von implantierbaren prothetischen Vorrichtungen und Verfahren zu deren Verwendung dargestellt, die die Freisetzung von nativem Gewebe, das von den implantierbaren prothetischen Vorrichtungen erfasst wird, erleichtern. Die Vorrichtungen können alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung diskutiert werden, und die Vorrichtungen können so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20, 22** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems eingreifen (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offengelegte Klappenreparatursystem).

[0355] In **Fig. 137** ist eine Vorrichtung **2100** mit dehnbaren Schließen oder Greifelementen dargestellt. Die Vorrichtung **2100** wird aus einer Zuführhülse **2102** geliefert und hat ein Koaptionselement **2110**, Paddel **2120** und Schließen oder Greifelemente **2130**. Die Greifelemente **2130** umfassen Widerhaken **2132** und dehnbare Abschnitte **2134**. Die dehnbaren Abschnitte **2134** ermöglichen es, die Schließen **2130** in einer Dehnungsrichtung **2136** zu dehnen. Auslöseleitungen oder Auslösenähte **2104** erstrecken sich von der Zuführhülse **2102** zu den Schließen **2130**. Durch Zurückziehen der Leitungen/Nähte **2104** in einer Rückzugsrichtung **2106** werden die Schließen **2130** geöffnet und in eine vollständig ausgefahrene Position gedehnt. In bestimmten Ausführungsformen dehnen sich die Schließen **2130** primär, sobald sich die Schließen **2130** in der vollständig geöffneten Position befinden. Die Bewegung der Widerhaken **2132** in der Dehnungsrichtung **2136** ermöglicht ein sauberes Lösen vom nativen Gewebe. In einigen Ausführungsformen ist der dehnbare Abschnitt **2134** so konfiguriert, dass er so bewegt wird, dass die Widerhaken **2132** das Klappengewebe in einer Richtung verlassen, die der Richtung, in der die Widerhaken in das native Gewebe eingetreten sind, entgegengesetzt oder im Wesentlichen entgegengesetzt ist. Alternativ können die Schließen **2130** anderweitig dehnbar sein, um ein Lösen aus dem nativen Gewebe zu ermöglichen, ohne das native Gewebe zu zerreißen. Zum Beispiel können die Verbindungsabschnitte **2131** so konfiguriert sein, dass die Widerhaken **2132** der Schließen **2130** in die Richtung **2136** gezogen werden können.

[0356] In den **Fig. 138-143** sind zwei beispielhafte Ausführungsformen von Verfahren zum Lösen von Klappengewebe aus der prothetischen Vorrichtung **500** dargestellt. Wie oben beschrieben, umfasst die Vorrichtung **500** ein Koaptionselement **510**, innere Paddeln **522**, äußere Paddeln **520** und Widerhakenschließen **530**. Die Vorrichtung **500** wird aus einer Zuführhülse **502** entrollt. Ein Auslöseelement **512** erstreckt sich durch das Koaptionselement **510** bis zu einer Kappe **514**. Das Auslösen des Auslöseelements **512** öffnet und schließt die Paddel **520, 522**, um die Vorrichtung zu öffnen und zu schließen. Die Widerhakenschließen **530** umfassen Widerhaken **536**, bewegliche Arme **534** und stationäre Arme **532**. Die stationären Arme **532** sind an den inneren

Paddeln **522** angebracht, so dass sich die Schließen **530** mit der Bewegung der inneren Paddel **522** bewegen. Schließensteuerelemente oder Auslöseleitungen/-nähte **537** erstrecken sich von der Förderhülle **502** zu den beweglichen Armen **534** der Schließen **530**.

[0357] Die **Fig. 138-141** zeigen ein Beispiel für ein Verfahren zum Lösen von gefasstem Klappengewebe. In dem in den **Fig. 138-141** gezeigten Beispiel ist die Vorrichtung in einer offenen oder im Wesentlichen offenen Position dargestellt, um die Bewegungen der Teile der Vorrichtung **500**, die an der Gewebefreigabe beteiligt sind, deutlicher zu veranschaulichen. In der Praxis wird das Verfahren zur Gewebelösung jedoch eher mit der Vorrichtung **500** in den in den **Fig. 142** und **Fig. 143** dargestellten geschlossenen Positionen durchgeführt. Das heißt, es ist nicht wahrscheinlich, dass die Paddel und Schließen im Wesentlichen geöffnet sind, bevor die Schließen bewegt werden, um das Klappengewebe freizugeben, wie in den **Fig. 138-141** dargestellt. Es ist wahrscheinlicher, dass die Paddel und Schließen nur leicht geöffnet werden, bevor das Klappengewebe freigegeben wird, wie in den **Fig. 142** und **Fig. 143** dargestellt. Die gleichen Teile, die sich in dem in den **Fig. 138-141** dargestellten Beispiel bewegen, bewegen sich auch in dem in den **Fig. 142-143** dargestellten Beispiel.

[0358] In **Fig. 138** ist die Vorrichtung **500** in einer offenen oder im Wesentlichen offenen Position dargestellt, in der sich die Schließen **530** in einer geschlossenen Position befinden. Durch Zurückziehen der Schließensteuerungselemente oder Auslöselinien/-nähte **537** werden die beweglichen Arme **534** der Schließen **530** in eine teilweise offene Position (**Fig. 139**) und dann in eine vollständig offene Position (**Fig. 140**) gelenkt, gebogen oder geschwenkt. Sobald sich die Schließen **530** in der vollständig geöffneten Position befinden (**Fig. 140**), wird durch weiteres Zurückziehen der Auslöselinien/Nähte **537** in der Rückzugsrichtung **560** an den beweglichen Armen **534**, den Widerhaken **536** und den inneren Paddeln **522** in einer Gewebelösungsrichtung nach oben gezogen. Der Teil **523** der inneren Paddel **522**, der dem Koaptionselement am nächsten ist, biegt sich in Richtung **562** nach oben, um diese Bewegung in der Retraktionsrichtung **560** zu ermöglichen. Optional kann ein kleiner Spalt **G140** zwischen den Schließen **530** und dem Koaptionselement **510** vorhanden sein. Die inneren Paddel können sich an dem kleinen Spalt biegen (wenn ein kleiner Spalt vorhanden ist) oder an der Verbindung **523** zwischen dem Koaptionselement **510** und den inneren Paddeln, wenn kein Spalt vorhanden ist. Diese Biegebewegung **562** der inneren Paddel **522** kann optional auch dazu führen, dass sich die äußeren Paddel nach unten bewegen oder schwenken. Die Bewegung der Widerhaken **536** in der Gewebelöserichtung **560** ermöglicht ein sauberes Lösen vom nativen Gewebe. Die Widerhaken können in einem Winkel θ (siehe **Fig. 138**) zu den beweglichen Armen **534** stehen, der das Lösen vom Gewebe erleichtert. Beispielsweise kann der Winkel θ zwischen 10 und 60 Grad, wie 20 und 50 Grad, wie 25 und 45 Grad, wie etwa 30 Grad, oder 30 Grad betragen.

[0359] In den **Fig. 142-143** ist die Vorrichtung **500** in einer leicht geöffneten oder einer geschlossenen Position dargestellt. Wie bereits erwähnt, bewegen sich in dem in den **Fig. 142** und **Fig. 143** dargestellten Beispiel die gleichen Teile der Vorrichtung **500** wie in dem in den **Fig. 138-141** dargestellten Beispiel. In der teilweise geöffneten Position oder geschlossenen Position zieht das weitere Zurückziehen der Auslöseleitungen/-fäden **537** in der Rückzugsrichtung **560** an den beweglichen Armen **534**, den Widerhaken **536** und den inneren Paddeln **522** nach oben. Der dem Koaptionselement am nächsten liegende Teil der inneren Paddel **522** biegt sich oder wird in der Richtung **562** angehoben, um die Bewegung **560** zu ermöglichen. Wie oben erwähnt, kann optional ein kleiner Spalt **G140** zwischen den Schließen **530** und dem Koaptionselement **510** vorhanden sein. Die inneren Paddel können sich an dem kleinen Spalt **562** biegen (wenn ein kleiner Spalt vorhanden ist) oder an der Verbindung zwischen dem Koaptionselement **510** und den inneren Paddeln, wenn kein Spalt vorhanden ist. Durch die Bewegung der Widerhaken **536** in die Richtung **560** wird das Klappengewebe von den Widerhaken gelöst. Das Anheben an den inneren Paddeln **522** kann optional auch die äußeren Paddel **520** zwingen, sich in einer Öffnungsrichtung **564** nach außen zu bewegen. Die optionale Auswärtsbewegung **564** der äußeren Paddel **520** entlastet die Quetschkraft, die von den Paddel und dem Koaptionselement auf das erfasste Gewebe ausgeübt wird. Die Entlastung der Quetschkraft auf das Gewebe kann auch die Freigabe des Gewebes von den Widerhaken unterstützen. In einem Ausführungsbeispiel wird die Vorrichtung **500** von der in **Fig. 143** dargestellten Position in die in **Fig. 140** oder **Fig. 141** dargestellte Position bewegt, um die Vorrichtung vollständig von der nativen Herzklappe zu lösen.

[0360] Die **Fig. 144-152** zeigen eine beispielhafte Zuführanordnung **2200** und ihre Komponenten. Bezug nehmend auf **Fig. 144** kann die Zuführanordnung **2200** die implantierbare prothetische Abstandsvorrichtung **500** (oder jede andere in der vorliegenden Anwendung beschriebene implantierbare Vorrichtung) und eine Zuführvorrichtung **2202** umfassen. Die Zuführvorrichtung **2202** kann eine Vielzahl von Kathetern und Katheterstabilisatoren umfassen. In der dargestellten Ausführungsform umfasst die Zuführvorrichtung **2202** beispielsweise einen ersten Katheter **2204**, einen zweiten Katheter **2206**, einen dritten Katheter **2208** und Katheterstabilisa-

toren **2210**. Der zweite Katheter **2206** erstreckt sich koaxial durch den ersten Katheter **2204**, und der dritte Katheter **2208** erstreckt sich koaxial durch den ersten und zweiten Katheter **2204**, **2206**. Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** kann lösbar mit einem distalen Endabschnitt des dritten Katheters **2208** der Zuführvorrichtung **2202** gekoppelt werden, wie weiter unten beschrieben.

[0361] In der dargestellten Ausführungsform ist die Zuführanordnung **2200** beispielsweise für die Implantation der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** in eine native Klappe über einen transvaskulären Zugang konfiguriert (z.B. die native Mitralklappe **MV** über einen transseptalen Einbringungszugang usw.). In anderen Ausführungsformen kann die Zuführanordnung **2200** für die Implantation der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** in Aorten-, Trikuspidal- oder Pulmonalklappenbereiche eines menschlichen Herzens konfiguriert sein. Außerdem kann die Zuführanordnung **2200** für verschiedene Zuführverfahren konfiguriert werden, einschließlich transseptal, transaortal, transventrikulär usw.

[0362] Unter Bezugnahme auf **Fig. 146** kann der erste Kragen oder die erste Kappe **514** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** eine Bohrung **516A** aufweisen. In einigen Ausführungsformen kann die Bohrung **516A** Innengewinde aufweisen, die so konfiguriert sind, dass sie lösbar in entsprechende Außengewinde an einem distalen Ende **512B** des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** der Zuführvorrichtung **2202** eingreifen, wie in **Fig. 145** gezeigt.

[0363] Wiederum Bezug nehmend auf **Fig. 146**, kann der zweite oder proximale Kragen **511** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** eine zentrale Öffnung **511C** aufweisen, die axial mit der Bohrung **516A** der Kappe **514** ausgerichtet ist. Die zentrale Öffnung **511C** des proximalen Kragens **511** kann so konfiguriert sein, dass sie das Auslöseelement, der Auslöseschaft oder das Auslösemittel **512** der Zuführvorrichtung **2202** verschiebbar aufnimmt, wie in **Fig. 145** gezeigt. In einigen Ausführungsformen kann der proximale Kragen **511** und/oder das Koaptionselement **510** ein Dichtungselement aufweisen (nicht dargestellt, siehe aber z.B. das in **Fig. 23** gezeigte Dichtungselement **413**), das so konfiguriert ist, dass es die zentrale Öffnung **511C** abdichtet, wenn das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** aus der zentralen Öffnung **511C** herausgezogen wird.

[0364] Wie in **Fig. 146** gezeigt, kann der proximale Kragen **511** auch eine Vielzahl von Eingriffsabschnitten oder Vorsprüngen **511A** und eine Vielzahl von Führungsöffnungen **511B** umfassen. Die Vorsprünge **511A** können sich radial nach außen erstrecken und relativ zu den Führungsöffnungen **511B** in Umfangsrichtung versetzt sein (z.B. um etwa 90 Grad). Die Führungsöffnungen **511B** können radial nach außen von der zentralen Öffnung **511C** angeordnet sein. Die Vorsprünge **511A** und die Führungsöffnungen **511B** des proximalen Kragens **511** können so konfiguriert sein, dass sie lösbar in einen Koppler oder ein Mittel zum Koppeln **2214** der Zuführvorrichtung **2202** eingreifen, wie in **Fig. 145** gezeigt.

[0365] Wiederum Bezug nehmend auf **Fig. 144** und wie oben erwähnt, kann die Zuführvorrichtung **2202** den ersten und zweiten Katheter **2204**, **2206** umfassen. Die ersten und zweiten Katheter **2204**, **2206** können beispielsweise verwendet werden, um Zugang zu einer Implantationsstelle (z.B. einer nativen Mitralklappen- oder Trikuspidalklappenregion eines Herzens) zu erhalten und/oder um den dritten Katheter **2208** an der Implantationsstelle zu positionieren.

[0366] Der erste und der zweite Katheter **2204**, **2206** können jeweils eine erste und eine zweite Hülle **2216**, **2218** umfassen. Die Katheter **2204**, **2206** können so konfiguriert sein, dass die Hüllen **2216**, **2218** steuerbar sind. Zusätzliche Details bezüglich des ersten Katheters **2204** können beispielsweise in der veröffentlichten US-Patentanmeldung Nr. 2016/0155987 gefunden werden, die durch Bezugnahme hierin in ihrer Gesamtheit enthalten ist. Weitere Einzelheiten zum zweiten Katheter **2206** finden Sie beispielsweise in der vorläufigen US-Patentanmeldung Nr. 62/418,528, die durch Bezugnahme in vollem Umfang in dieses Dokument aufgenommen ist.

[0367] Wie in **Fig. 144** gezeigt, kann die Zuführvorrichtung **2202** auch den dritten Katheter **2208** enthalten, wie oben erwähnt. Der dritte Katheter **2208** kann zum Beispiel verwendet werden, um die prothetische Abstandsvorrichtung **500** an der Implantationsstelle zuzuführen, zu manipulieren, zu positionieren und/oder einzusetzen.

[0368] Bezug nehmend auf **Fig. 148** kann der dritte Katheter **2208** das Auslöseelement oder den inneren Schaft **512**, den Koppler oder Mittel zum Koppeln **2214**, einen äußeren Schaft **2220**, einen Griff **2222** (schematisch dargestellt) und Schließensteuerungselemente oder Auslöseleitungen **537** umfassen. Ein proximaler Endabschnitt **2220a** des äußeren Schafts **2220** kann mit dem Griff **2222** gekoppelt werden und sich distal von diesem erstrecken, und ein distaler Endabschnitt **2220b** des äußeren Schafts **2220** kann mit dem Koppler oder Mittel zum Koppeln **2214** gekoppelt werden. Ein proximaler Endabschnitt **512A** des Auslöseelements oder

Auslösemittels **512** kann mit einem Auslöseknopf **2226** gekoppelt werden. Das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** können sich distal von dem Knopf **2226** (schematisch dargestellt) durch den Griff **2222**, durch den äußeren Schaft **2220** und durch den Koppler oder die Kopplungsmittel **2214** erstrecken. Das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** kann relativ zum äußeren Schaft **2220** und zum Griff **2222** beweglich sein (z.B. axial und/oder drehbar). Die Schließensteuerelemente oder Auslöseleitungen **537** können sich durch den Griff **2222** und den äußeren Schaft **2220** erstrecken und relativ zu diesen axial beweglich sein. Die Schließensteuerelemente/Auslöseleitungen **537** können auch relativ zu dem Auslöseelement oder Auslösemittel **512** axial beweglich sein.

[0369] Wie in den **Fig. 145-146** gezeigt, kann das Auslöseelement oder das Auslösemittel **512** (z.B. der Auslöseschaft usw.) des dritten Katheters **2208** lösbar mit der Kappe **514** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** gekoppelt sein. In einigen Ausführungsformen kann beispielsweise der distale Endabschnitt **512B** des Auslöseelements oder der Auslöseeinrichtung **512** ein Außengewinde aufweisen, das so konfiguriert ist, dass es lösbar in die Innengewinde der Bohrung **516A** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** eingreift. Durch Drehen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** in einer ersten Richtung (z.B. im Uhrzeigersinn) relativ zur Kappe **514** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** wird das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** lösbar an der Kappe **514** befestigt. Durch Drehen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** in eine zweite Richtung (z.B. gegen den Uhrzeigersinn) relativ zur Kappe **514** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** wird das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** von der Kappe **514** gelöst.

[0370] Bezug nehmend auf die **Fig. 145-147** kann der Koppler oder das Mittel zur Kopplung **2214** des dritten Katheters **2208** lösbar mit dem proximalen Kragen **511** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** gekoppelt werden. In einigen Ausführungsformen kann der Koppler oder das Mittel zum Koppeln **2214** beispielsweise eine Vielzahl von flexiblen Armen **2228** und eine Vielzahl von Stabilisierungselementen **2230** umfassen. Die flexiblen Arme **2228** können Öffnungen **2232**, Ports **2233** (**Fig. 146**) und Ösen **2234** (**Fig. 147**) umfassen. Die flexiblen Arme **2228** können so konfiguriert werden, dass sie sich zwischen einer ersten oder Freigabekonfiguration (**Fig. 146**) und einer zweiten oder gekoppelten Konfiguration (**Fig. 145** und **Fig. 147**) bewegen oder schwenken. In der ersten Konfiguration erstrecken sich die flexiblen Arme **2228** radial nach außen relativ zu den Stabilisierungselementen **2230**. In der zweiten Konfiguration erstrecken sich die flexiblen Arme **2230** achsparallel zu den Stabilisatorelementen **2230** und die Ösen **2234** überlappen radial **2234**, wie in **Fig. 147** gezeigt. Die flexiblen Arme **2228** können so konfiguriert (z.B. in Form gebracht) werden, dass sie in der ersten Konfiguration vorgespannt sind.

[0371] Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** kann lösbar mit dem Koppler oder Mittel zum Koppeln **2214** gekoppelt werden, indem die Stabilisierungselemente **2230** des Kopplers oder Mittels zum Koppeln **2214** in die Führungsöffnungen **511B** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** eingesetzt werden. Die flexiblen Arme **2228** des Kopplers oder der Mittel zum Koppeln **2214** können dann von der ersten Konfiguration radial nach innen in die zweite Konfiguration bewegt oder geschwenkt werden, so dass sich die Vorsprünge **511A** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** radial in die Öffnungen **2232** der flexiblen Arme **2228** erstrecken. Die flexiblen Arme **2228** können in der zweiten Konfiguration gehalten werden, indem der distale Endabschnitt **512B** des Auslöseelements oder des Mittels zur Auslösung **512** (z.B. Auslöseschaft usw.) durch die Öffnungen **2236** der Ösen **2234** eingeführt wird, wodurch verhindert wird, dass die flexiblen Arme **2228** von der zweiten Konfiguration radial nach außen in die erste Konfiguration bewegt oder geschwenkt werden, wodurch die prothetische Abstandsvorrichtung **500** lösbar mit dem Koppler oder dem Mittel zum Koppeln **2214** gekoppelt wird.

[0372] Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** kann von der Kupplung oder den Kupplungsmitteln **2214** gelöst werden, indem das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** relativ zu der Kupplung oder den Kupplungsmitteln **2214** proximal zurückgezogen werden, so dass der distale Endabschnitt **512B** des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** aus den Öffnungen **2236** der Ösen **2234** herausgezogen wird. Dadurch können sich die flexiblen Arme **2228** von der zweiten Konfiguration radial nach außen in die erste Konfiguration bewegen oder schwenken, wodurch die Vorsprünge **511A** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** aus den Öffnungen **2232** der flexiblen Arme **2228** zurückgezogen werden. Die Stabilisierungselemente **2230** können während und nach dem Lösen der flexiblen Arme **2228** in den Führungsöffnungen **511B** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** eingesetzt bleiben. Dies kann beispielsweise verhindern, dass sich die prothetische Abstandsvorrichtung **500** bewegt (z.B. verschiebt und/oder wackelt), während die flexiblen Arme **2228** gelöst werden. Die Stabilisatorelemente **2230** können dann aus den Führungsöffnungen **511B** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** herausgezogen werden, indem der Koppler oder die Mittel zum Koppeln **2214** relativ zur prothetischen Abstandsvorrichtung **500** proximal zurückgezogen werden, wodurch die prothetische Abstandsvorrichtung **500** vom Koppler oder den Mitteln zum Koppeln **2214** gelöst wird.

[0373] Bezug nehmend auf **Fig. 148** kann der äußere Schaft **2220** des dritten Katheters **2208** ein länglicher Schaft sein, der sich axial zwischen dem proximalen Endabschnitt **2220a**, der mit dem Griff **2222** gekoppelt ist, und dem distalen Endabschnitt **2220b**, der mit dem Koppler oder Mittel zum Koppeln **2214** gekoppelt ist, erstreckt. Der äußere Schaft **2220** kann auch einen Zwischenabschnitt **2220c** umfassen, der zwischen dem proximalen und dem distalen Endabschnitt **2220a**, **2220b** angeordnet ist.

[0374] Bezug nehmend auf **Fig. 149** kann der äußere Schaft **2220** eine Vielzahl von sich axial erstreckenden Lumen umfassen, einschließlich eines Auslöseelementlumens oder eines Auslösemittellumens **2238** und einer Vielzahl von Steuerelementlumen **2240** (z.B. vier in der dargestellten Ausführungsform). In einigen Ausführungsformen kann der äußere Schaft **2220** mehr (z.B. sechs) oder weniger (z.B. zwei) als vier Steuerelementlumen **2240** umfassen.

[0375] Das Auslöseelementlumen oder Auslösemittellumen **2238** kann so konfiguriert sein, dass es das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** aufnimmt, und die Steuerelementlumen **2240** können so konfiguriert sein, dass sie ein oder mehrere Schließensteuerelemente oder Auslöseleitungen **537** aufnehmen. Die Lumen **2238**, **2240** können auch so konfiguriert sein, dass das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** und die Schließensteuerungselemente/-leitungen **537** relativ zu den jeweiligen Lumen **2238**, **2240** axial und/oder rotatorisch bewegbar sind. In besonderen Ausführungsformen können die Lumen **2238**, **2240** eine Auskleidung oder Beschichtung aufweisen, die so konfiguriert ist, dass sie die Reibung innerhalb der Lumen **2238**, **2240** reduziert. Zum Beispiel können die Lumen **2238**, **2240** eine Auskleidung aus PTFE umfassen.

[0376] Wie in den **Fig. 148-149** gezeigt, kann der äußere Schaft **2220** aus verschiedenen Materialien, einschließlich Metallen und Polymeren, bestehen. Zum Beispiel kann in einer bestimmten Ausführungsform der proximale Endabschnitt **2220a** aus Edelstahl und der distale und der mittlere Abschnitt **2220b**, **2220c** aus PEBAX (z.B. PEBAX®) bestehen. Der äußere Schaft **2220** kann auch eine äußere Abdeckung oder Beschichtung umfassen, wie z.B. ein Polymer, das über die Abschnitte **2220a**, **2220b** und **2220c** aufgeschmolzen wird.

[0377] Der äußere Schaft **2220** kann einen oder mehrere Spulenabschnitte **2242** umfassen, die radial nach außen von den Lumen **2238**, **2240** angeordnet sind. In einer besonderen Ausführungsform kann der äußere Schaft **2220** beispielsweise eine erste Spule **2242a**, eine zweite Spule **2242b** und eine dritte Spule **2242c** umfassen. Die erste Spule **2242a** kann die radial äußerste Spule sein, die dritte Spule **2242c** kann die radial innerste Spule sein, und die zweite Spule **2242b** kann radial zwischen der ersten Spule **2242a** und der dritten Spule **2242c** angeordnet sein.

[0378] Die Spulenabschnitte **2242** können aus verschiedenen Materialien und/oder Konfigurationen bestehen. Zum Beispiel können die Spulenabschnitte **2242** aus rostfreiem Stahl gebildet werden. In einer besonderen Ausführungsform umfassen die ersten und dritten Spulen **2242a**, **2242c** Spulen aus Edelstahl, die in einer linken Konfiguration gewickelt sind, und die zweite Spule **2242b** umfasst eine Spule aus Edelstahl, die in einer rechten Konfiguration gewickelt ist.

[0379] Die Spulenabschnitte **2242** können auch verschiedene Teilungen aufweisen. Die Teilung einer oder mehrerer der Spulen **2242** kann gleich oder anders sein als die Teilung einer oder mehrerer anderer Spulen **2242**. In einer besonderen Ausführungsform können die erste und die zweite Spule **2242a**, **2242b** eine erste Teilung (z.B. 0,74 Zoll) haben, und die dritte Spule kann eine zweite Teilung (z.B. 0,14 Zoll) aufweisen.

[0380] Der äußere Schaft **2220** kann auch eine Verbindungsschicht **2244** umfassen, die radial einwärts von der dritten Spule **2242c** angeordnet ist. Die Verbindungsschicht **2244** kann aus verschiedenen Materialien, einschließlich Polymeren, wie PEBAX (z.B. PEBAX®), gebildet werden.

[0381] Wie in den **Fig. 150-152** gezeigt, kann der Griff **2222** des dritten Katheters **2208** ein Gehäuse **2246**, einen Auslösesperrmechanismus **2248**, einen Schließensteuerungsmechanismus **2250** und einen Spülmechanismus **2252** umfassen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 150** kann ein distaler Endabschnitt des Gehäuses **2246** mit dem proximalen Endabschnitt **2220a** des äußeren Schafts **2220** gekoppelt werden. Der Auslösesperrmechanismus **2248**, der Schließensteuerungsmechanismus **2250** und ein Spülmechanismus **2252** können mit einem proximalen Ende des Gehäuses **2246** gekoppelt werden. Der Auslösesperrmechanismus **2248** kann so konfiguriert sein, dass er die Position des Auslöseelements oder der Mittel zur Auslöse **512** relativ zum Gehäuse **2246** und zum Außenschaft **2220** selektiv sperrt. Der Schließensteuerungsmechanismus **2250** kann auch mit proximalen Endabschnitten der Schließensteuerungselemente oder Auslöseleitungen **537** gekoppelt werden und kann so konfiguriert sein, dass er die Schließensteuerungselemente **537** relativ zum Griff **2222** sichert und die Schließensteuerungselemente **537** relativ zum äußeren Schaft **2220** und dem Auslöseelement

oder Auslösemittel **512** bewegt. Der Spülmechanismus **2252** kann zum Spülen (z.B. mit einer Kochsalzlösung) des äußeren Schafts **2220** vor dem Einführen des äußeren Schafts **2220** in das Gefäßsystem eines Patienten konfiguriert werden.

[0382] Wie in den **Fig. 151-152** gezeigt, kann das Gehäuse **2246** des Griffs **2222** einen Hauptkörper **2254** und einen Nasenabschnitt **2256** umfassen, der mit einem distalen Endabschnitt des Hauptkörpers **2254** verbunden ist. Der Hauptkörper **2254** und der Nasenabschnitt **2256** können auf verschiedene Weise miteinander gekoppelt werden, einschließlich Befestigungselementen **2258** und/oder Stiften **2260** (z.B. wie in der dargestellten Ausführungsform), Klebstoff und/oder anderen Kopplungsmitteln. Das Gehäuse **2246** kann aus verschiedenen Materialien gebildet werden, einschließlich Polymeren (z.B. Polycarbonat).

[0383] Der Hauptkörper **2254** des Gehäuses **2246** kann eine Vielzahl von Lumen umfassen, darunter ein Auslöseelementlumen oder ein Auslösemittellumen **2262** (z.B. ein Auslöseschaftlumen, ein Auslöserohr usw.), Steuerelementlumen **2264** (**Fig. 152**) und ein Spüllumen **2266**, das mit dem Auslöseelementlumen oder dem Auslösemittellumen **2262** verbunden ist (**Fig. 151**). Wie in **Fig. 152** gezeigt, kann der Hauptkörper **2254** auch eine Vielzahl von Röhren (z.B. Hypotubes) enthalten, einschließlich einer Auslöseröhre **2268** und Steuerelementröhren **2270**, die zumindest teilweise im Auslöseelementlumen oder Auslösemittellumen **2262** bzw. in den Steuerelementlumen **2264** angeordnet sind. Die Rohre **2268**, **2270** können relativ zu den Lumina **2262** bzw. **2264** axial beweglich (z.B. verschiebbar) sein.

[0384] Das proximale Ende des Auslöserohrs oder -lumens **2268** kann sich proximal vom Hauptkörper **2256** erstrecken und kann mit dem Knopf **2226** und dem proximalen Endabschnitt **512A** des Auslöseelements oder Auslösemittels **512** gekoppelt werden. Die proximalen Enden der Steuerelementrohre **2270** können sich proximal vom Hauptkörper **2254** aus erstrecken und können mit dem Schließensteuerungsmechanismus **2250** und den Schließensteuerungselementen **537** gekoppelt werden.

[0385] Die distalen Enden der Rohre **2268**, **2270** können Flansche **2272**, **2274** aufweisen, die so konfiguriert sind, dass sie mit einem Stopper in Eingriff kommen, um die axiale Bewegung der Rohre **2268**, **2270** relativ zum Gehäuse **2224** zu begrenzen. Beispielsweise können die Flansche **2272**, **2274** so konfiguriert sein, dass sie die jeweiligen Oberflächen des Hauptkörpers **2254** (z.B. eine Lippe) berühren, um zu verhindern, dass sich die Rohre **2268**, **2270** vollständig aus den proximalen Enden der Lumen **2262** bzw. **2264** zurückziehen.

[0386] Das Auslöserohr oder Lumen **2268** kann so konfiguriert werden, dass es den proximalen Endabschnitt des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** aufnimmt und mit diesem gekoppelt ist. Die Steuerelementrohre **2270** können so konfiguriert sein, dass sie Teile des Schließesteuerungsmechanismus **2250** aufnehmen, wie weiter unten beschrieben. Die Rohre **2268**, **2270** können aus verschiedenen Materialien gebildet werden, einschließlich Polymeren und Metallen (z.B. Edelstahl).

[0387] In einigen Ausführungsformen kann der Hauptkörper **2254** eine Vielzahl von Dichtungselementen **2276** (z.B. O-Ringe) enthalten, die so konfiguriert sind, dass sie das Austreten von Blut durch die Lumen und um die Schäfte und/oder Schläuche herum verhindern oder reduzieren. Die Dichtungselemente können relativ zum Hauptkörper **2254** befestigt werden, z.B. durch Befestigungselemente **2278** (z.B. Hohlsperren- oder Klemmschrauben mit Innensechskant).

[0388] Wie in **Fig. 152** gezeigt, kann der Nasenabschnitt **2256** des Gehäuses **2246** eine Vielzahl von Lumen umfassen, darunter ein Auslöseelementlumen oder ein Auslösemittellumen **2280** (z.B. ein Auslöseschaftlumen usw.) und Steuerelementlumen **2282**. Das Auslöseelementlumen oder Auslösemittellumen **2280** des Nasenabschnitts **2256** kann sich koaxial mit dem Auslöseelementlumen oder Auslösemittellumen **2262** des Hauptkörpers **2254** erstrecken. Die proximalen Enden der Auslöseelementlumen **2282** des Nasenabschnitts **2256** können mit den Auslöseelementlumen **2264** des Hauptkörpers **2254** am proximalen Ende des Nasenabschnitts **2256** ausgerichtet sein (d.h. die Lumen **2282**, **2264** liegen in der gleichen Ebene). Die Steuerelementlumen **2282** können sich von den proximalen Enden in einem Winkel (d.h. relativ zu den Steuerelementlumen **2264** des Hauptkörpers **2254**) erstrecken, und die distalen Enden der Steuerelementlumen **2282** können sich mit dem Auslöseelementlumen oder dem Auslösemittellumen **2280** des Nasenteils **2256** an einer Stelle in Richtung des distalen Endes des Nasenteils **2256** verbinden. Mit anderen Worten, die proximalen Enden der Lumen **2282** liegen in einer ersten Ebene (d.h. der Ebene der Steuerelementlumen **2264** des Hauptkörpers **2254**), und die distalen Enden der Lumen **2282** liegen in einer zweiten Ebene (d.h. der Ebene des Auslöseschaftlumens oder des Auslösemittellumens **2262** des Hauptkörpers **2254**).

[0389] Wie in **Fig. 151** gezeigt, kann das Auslöseelementlumen oder das Auslösemittellumen **2280** des Nasenabschnitts **2256** so konfiguriert sein, dass es den proximalen Endabschnitt des Außenschafts **2220** aufnimmt. Der proximale Endabschnitt des äußeren Schafts **2220** kann auf viele Arten mit dem Nasenabschnitt **2256** gekoppelt werden, z.B. mit Klebstoff, Befestigungsmitteln, Reibschluss und/oder anderen Kopplungsmitteln.

[0390] Noch immer Bezug nehmend auf **Fig. 151** kann der Auslösesperrmechanismus **2248** des Griffs **2222** mit dem proximalen Endabschnitt des Hauptkörpers **2254** des Gehäuses **2246** und mit dem Auslöserohr **2268** gekoppelt werden. Der Auslösesperrmechanismus **2248** kann so konfiguriert werden, dass er selektiv die relative Bewegung zwischen dem Auslöserohr **2268** und dem Gehäuse **2246** steuert. Dies wiederum steuert selektiv die Relativbewegung zwischen dem Auslöseelement oder dem Mittel zur Auslöse **512** (das mit dem Auslöserohr **2268** gekoppelt ist) und dem äußeren Schaft **2220** (die mit dem Nasenabschnitt **2256** des Gehäuses **2246** gekoppelt ist).

[0391] In einigen Ausführungsformen kann der Auslösesperrmechanismus **2248** eine Sperrkonfiguration umfassen, die eine Relativbewegung zwischen dem Auslöserohr **2268** und dem Gehäuse **2246** verhindert, und eine Freigabekonfiguration, die eine Relativbewegung zwischen dem Auslöserohr **2268** und dem Gehäuse **2246** ermöglicht. In einigen Ausführungsformen kann der Auslösesperrmechanismus **2248** so konfiguriert sein, dass er eine oder mehrere Zwischenkonfigurationen umfasst (d. h. zusätzlich zur Sperr- und Freigabekonfiguration), die eine Relativbewegung zwischen dem Auslöserohr **2268** und dem Gehäuse **2246** zulassen, aber die Kraft, die erforderlich ist, um die Relativbewegung zu bewirken, ist größer, als wenn sich der Auslösesperrmechanismus in der Freigabekonfiguration befindet.

[0392] Wie in **Fig. 151** der dargestellten Ausführungsform gezeigt, kann der Auslösesperrmechanismus **2248** ein Schloss (z.B. einen Tuohy-Borst-Adapter) **2284** und einen Koppler (z.B. einen weiblichen Luer-Koppler) **2286** umfassen. Der Koppler **2286** kann am distalen Ende des Schlosses **2284** angebracht und mit dem proximalen Ende des Hauptkörpers **2254** des Gehäuses **2246** gekoppelt werden. Das Auslöserohr **2268** kann sich koaxial durch die Sperre **2284** und den Koppler **2286** erstrecken. So kann das Drehen eines Knopfes **2288** der Verriegelung **2284** in einer ersten Richtung (z.B. im Uhrzeigersinn) den Reibungseingriff der Verriegelung **2284** auf dem Auslöserohr **2268** erhöhen und damit eine Relativbewegung zwischen dem Auslöserohr **2268** und dem Gehäuse **2246** erschweren oder ganz verhindern. Durch Drehen eines Knopfes **2288** der Verriegelung **2284** in eine zweite Richtung (z.B. gegen den Uhrzeigersinn) kann der Reibungseingriff der Verriegelung **2284** auf dem Auslöserohr **2268** verringert werden, wodurch die Relativbewegung zwischen dem Auslöserohr **2268** und dem Gehäuse **2246** erleichtert wird.

[0393] In anderen Ausführungsformen kann der Auslösesperrmechanismus **2248** andere Konfigurationen umfassen, die zum Verhindern einer relativen Bewegung zwischen dem Auslöserohr **2268** und dem Gehäuse **2246** konfiguriert sind. Beispielsweise kann der Verriegelungsmechanismus **2248** eine Verriegelung umfassen, die wie ein Absperrhahnventil konfiguriert ist, bei dem ein Plungerteil des Ventils selektiv in das Auslöserohr **2268** eingreift.

[0394] Der Schließensteuerungsmechanismus **2250** kann ein Auslöseelement **2290** und ein oder mehrere Sperrelemente **2292** (z.B. zwei in der dargestellten Ausführungsform) umfassen. Ein distaler Endabschnitt des Auslöseelements **2290** kann mit den Steuerelementrohren **2270** gekoppelt werden, die sich vom proximalen Ende des Hauptkörpers **2254** des Gehäuses **2246** erstrecken, wie am besten in **Fig. 151** gezeigt. Die Sperrelemente **2292** können mit einem proximalen Endabschnitt des Auslöseelements **2290** gekoppelt werden.

[0395] Wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt, kann das Auslöseelement **2290** optional einen ersten Seitenabschnitt **2294** und einen zweiten Seitenabschnitt **2296** umfassen, der durch einen Verbindungsstift **2298** selektiv mit dem ersten Seitenabschnitt **2294** gekoppelt ist. Das Auslöseelement **2290** kann so konfiguriert sein, dass sich der erste und der zweite Seitenabschnitt **2294**, **2296** zusammen bewegen, wenn der Verbindungsstift **2298** durch den ersten und den zweiten Seitenabschnitt **2294**, **2296** eingeführt wird. Wenn der Verbindungsstift **2298** herausgezogen wird, können die ersten und zweiten Seitenabschnitte **2294**, **2296** relativ zueinander bewegt werden. Dadurch können die Schließensteuerungselemente oder -leitungen **537** (die durch die Sperrelemente **2292** lösbar mit dem ersten und zweiten Seitenteil **2294**, **2296** gekoppelt sind) einzeln betätigt werden.

[0396] Die Verbindung zwischen dem ersten und dem zweiten Seitenteil **2294**, **2296** kann so konfiguriert werden, dass sich das erste und das zweite Seitenteil **2294**, **2296** axial (d. h. proximal und distal), aber nicht rotatorisch relativ zueinander bewegen können, wenn der Verbindungsstift **2298** herausgezogen wird. Dies

kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass der erste Seitenabschnitt **2294** mit einer verkeilten Nut oder einem verkeilten Schlitz und der zweite Seitenabschnitt **2296** mit einem verkeilten Vorsprung oder einer verkeilten Zunge konfiguriert wird, die mit der verkeilten Nut oder dem verkeilten Schlitz des ersten Seitenabschnitts **2294** übereinstimmt. Dies kann zum Beispiel die Wahrscheinlichkeit verhindern oder verringern, dass sich die Schließensteuerungselemente/-leitungen **537** relativ zum äußeren Schaft **2220** verdrehen.

[0397] Die ersten und zweiten Seitenteile **2294**, **2296** können axial verlaufende Lumen **2201** enthalten. Die distalen Enden der Lumen **2201** können so konfiguriert sein, dass sie die proximalen Endabschnitte der Steuerungselementrohre **2270** aufnehmen. Proximale Enden der Lumen **2201** können so konfiguriert sein, dass sie Teile der Sperrelemente **2292** aufnehmen.

[0398] Die Sperrelemente **2292** können so konfiguriert werden, dass sie die relative Bewegung zwischen einem Schließensteuerungselement **2224** und dem jeweiligen ersten oder zweiten Seitenabschnitt **2294**, **2296** des Auslöseelements **2290** selektiv steuern. Die Sperrelemente **2292** können eine Sperrkonfiguration aufweisen, die eine Relativbewegung zwischen einem Schließensteuerungselement **2224** und dem jeweiligen ersten oder zweiten Seitenabschnitt **2294**, **2296** verhindert, und eine Freigabekonfiguration, die eine Relativbewegung zwischen einem Schließensteuerungselement **2224** und dem jeweiligen ersten oder zweiten Seitenabschnitt **2294**, **2296** ermöglicht. In einigen Ausführungsformen können die Sperrelemente **2292** auch eine oder mehrere Zwischenkonfigurationen (d.h. zusätzlich zu der Verriegelungs- und Freigabekonfiguration) aufweisen, die eine Relativbewegung zwischen einem Schließensteuerungselement **2224** und dem jeweiligen ersten oder zweiten Seitenabschnitt **2294**, **2296** ermöglichen, wobei jedoch die Kraft, die erforderlich ist, um die Relativbewegung zu bewirken, größer ist als wenn sich die Sperrelemente **2292** in der Freigabekonfiguration befinden.

[0399] Wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt, können die Sperrelemente **2292** ähnlich wie Absperrhähne konfiguriert sein. So kann das Drehen der Knöpfe **2203** in einer ersten Richtung (z.B. im Uhrzeigersinn) den Reibungseingriff zwischen den Sperrelementen **2292** auf den Schließensteuerungselementen/Leitungen **537** erhöhen und die Relativbewegung zwischen einem Schließensteuerungselement **2224** und dem jeweiligen ersten oder zweiten Seitenteil **2294**, **2296** erschweren oder ganz verhindern. Durch Drehen der Knöpfe **2203** in eine zweite Richtung (z.B. gegen den Uhrzeigersinn) kann der Reibungseingriff zwischen den Sperrelementen **2292** an den Schließensteuerungselementen **537** verringert und die Relativbewegung zwischen einem Schließensteuerungselement **2224** und dem jeweiligen ersten oder zweiten Seitenabschnitt **2294**, **2296** erleichtert werden. In anderen Ausführungsformen können die Auslösesperrelemente **2292** andere Konfigurationen aufweisen, die so konfiguriert sind, dass eine Relativbewegung zwischen den Sperrelementen **2292** an den Schließensteuerungselementen **537** verhindert wird.

[0400] Der Spülmechanismus **2252** kann ein Spülrohr **2205** und ein Ventil **2207** (z.B. ein Absperrhahnventil) umfassen. Ein distales Ende des Spülrohrs **2205** kann mit dem Spüllumen **2266** und somit mit dem Auslöseschaftlumen oder dem Auslösemittellumen **2262** des Hauptkörpers **2254** gekoppelt sein und in Fluidverbindung stehen. Ein proximales Ende des Spülrohrs **2205** kann mit dem Ventil **2207** gekoppelt werden. Auf diese Weise kann der Spülmechanismus **2252** zum Spülen (z.B. mit einer Kochsalzlösung) des äußeren Schafts **2220** vor dem Einführen des äußeren Schafts **2220** in das Gefäßsystem eines Patienten konfiguriert werden.

[0401] Die Schließensteuerungselemente **537** oder Auslöselinien können so konfiguriert werden, dass sie die Konfiguration der Schließen **530** manipulieren, wie weiter unten beschrieben. Wie in **Fig. 148** gezeigt, kann jedes der Schließensteuerungselemente oder -leitungen **537** als eine Nahtschleife (z.B. Draht, Faden usw.) konfiguriert sein. Proximale Endabschnitte der Steuerungselemente **537** können sich proximal vom proximalen Endabschnitt des Schließensteuermechanismus **2250** erstrecken und können lösbar mit den Sperrmechanismen **2292** des Schließensteuermechanismus **2250** gekoppelt sein.

[0402] Von den Sperrmechanismen **2292** aus können die Schließensteuerungselemente oder Auslöseleitungen **537** Schleifen bilden, die sich distal durch die Lumen **2201** des Schließensteuerungsmechanismus **2250**, durch die Steuerungselementrohre **2270**, die Steuerungselementlumen **2264**, **2282** des Griffs **2222** und durch die Steuerungselementlumen **2240** des Außenschafts **2220** erstrecken. Die Schließensteuerungselemente **537** können sich von den Lumen **2240** radial nach außen erstrecken, z.B. durch die Öffnungen **2233** (**Fig. 146**) des Kopplers oder der Mittel zum Koppeln **2214**. Die Schließensteuerungselemente **537** können sich dann durch die Öffnungen **535** der Schließen **530** erstrecken. Die Schließensteuerungselemente **537** können sich dann proximal zurück zum Koppler oder Mittel zum Koppeln **2214**, radial nach innen durch die Öffnungen **2233** des Kopplers oder Mittels zum Koppeln **2214** und dann proximal durch den äußeren Schaft **2220** und den Griff **2222** und zu den Sperrmechanismen **2292** des Schließensteuermechanismus **2250** erstrecken.

[0403] In **Fig. 148** sind die Schließensteuerungselemente oder -linien **537** locker dargestellt und die Schließen **530** sind teilweise geöffnet, um zu zeigen, dass sich die Schließensteuerungselemente **537** durch die Öffnungen **535** der Schließen **530** erstrecken. Normalerweise würden sich die Schließen **530** jedoch in der geschlossenen Konfiguration befinden, wenn die Schließensteuerungselemente **537** gelockert sind.

[0404] Wie in der dargestellten Ausführungsform gezeigt, kann sich jedes der Schließensteuerungselemente oder Auslöseleitungen **537** durch mehrere Lumen **2240** der äußeren Welle **2220** erstrecken. Beispielsweise kann jedes der Schließensteuerungselemente **537** durch zwei der Lumen **2240** geschleift werden. In anderen Ausführungsformen kann jedes der Schließensteuerungselemente **537** in einem einzigen Lumen **2240** angeordnet sein. In wiederum anderen Ausführungsformen können mehrere Schließensteuerungselemente **537** in einem einzigen Lumen **2240** angeordnet sein.

[0405] Mit den an die Schließen **530** gekoppelten Schließensteuerelementen oder Auslöseleitungen **537** kann der Schließensteuermechanismus **2250** verwendet werden, um die Schließen **530** zwischen offenen und geschlossenen Konfigurationen zu betätigen. Die Schließen **530** können geöffnet werden, indem das Auslöseelement **2290** in proximaler Richtung relativ zum Knopf **2226** und dem Gehäuse **2246** bewegt wird. Dies erhöht die Spannung der Schließensteuerungselemente **537** und bewirkt, dass sich die Schließen **530** von der geschlossenen Konfiguration in die offene Konfiguration bewegt. Die Schließen **530** können geschlossen werden, indem das Auslöseelement **2290** relativ zum Knopf **2226** und dem Gehäuse **2246** nach distal bewegt wird. Dadurch wird die Spannung auf die Schließensteuerungselemente **537** verringert und die Schließen **530** kann sich von der offenen Konfiguration in die geschlossene Konfiguration bewegen. Die Schließen **530** können einzeln betätigt werden, indem der Stift **2298** entfernt und die ersten oder zweiten Seitenteile **2294**, **2296** relativ zueinander, dem Knopf **2226** und dem Gehäuse **2246** bewegt werden.

[0406] Wenn der Griff **2222** so zusammengebaut ist, wie es in den **Fig. 150-151** am Besten dargestellt ist, kann sich das Auslöseelement oder das Mittel zur Auslöse **512** distal vom Knopf **2226** durch das Auslöserohr **2268**, durch die Auslöselumen **2262**, **2280** des Gehäuses **2246**, durch das Auslöselumen **2238** des äußeren Schafts **2220** und durch den Koppler oder das Mittel zum Koppeln **2214** erstrecken.

[0407] Bezug nehmend auf die **Fig. 153-160** wird die Zuführanordnung **2200** z.B. dazu verwendet, die prothetische Abstandsvorrichtung **500** in die native Mitralklappe **MV** eines Herzens **H** unter Verwendung eines transseptalen Einführansatzes zu implantieren. Die **Fig. 153-160** ähneln den oben beschriebenen **Fig. 15-20**, die zeigen, wie die implantierbare prothetische Vorrichtung **100** in das Herz **H** implantiert wird, und den oben beschriebenen **Fig. 35-46**, die zeigen, wie die implantierbare prothetische Vorrichtung **500** in das Herz **H** implantiert wird. Die gezeigten und/oder erörterten Verfahren und Schritte können an einem lebenden Tier oder an einer Simulation durchgeführt werden, z.B. an einer Leiche, einem Leichenherz, einem Simulator (z.B. mit simulierten Körperteilen, Herz, Gewebe usw.) usw.

[0408] Obwohl nicht dargestellt, kann ein Führungsdraht durch eine Zuführhülse in das Gefäßsystem des Patienten (z.B. eine Oberschenkelvene) eingeführt werden. Der Führungsdraht kann durch die Vena femoralis, durch die Vena cava inferior, in den rechten Vorhof, durch das interatriale Septum **IAS** (z.B. über die Fossa ovalis) und in den linken Vorhof **LA** vorgeschoben werden. Die erste Hülse **2216** des ersten Katheters **2204** kann über den Führungsdraht vorgeschoben werden, so dass ein distaler Endabschnitt der ersten Hülse **2216** im linken Vorhof **LA** angeordnet ist, wie in **Fig. 153** gezeigt.

[0409] Wenn die prothetische Abstandsvorrichtung **500** mit dem dritten Katheter **2208** gekoppelt ist (z.B. wie in **Fig. 145** gezeigt) und in einer radial komprimierten Zuführkonfiguration konfiguriert ist, kann die prothetische Abstandsvorrichtung **500** in die erste Hülse **2216** an einem distalen Ende der zweiten Hülse **2218** des zweiten Katheters **2206** geladen werden. Die erste Hülse **2216** hält die prothetische Abstandsvorrichtung **500** in der Zuführkonfiguration. In einigen Ausführungsformen kann die radial komprimierte Zuführkonfiguration eine axial langgestreckte Konfiguration sein (z.B. wie die in **Fig. 153** gezeigte Konfiguration). In anderen Ausführungsformen kann die radial komprimierte Zuführkonfiguration eine axial verkürzte Konfiguration sein (z.B. ähnlich der in **Fig. 155** gezeigten Konfiguration). Der zweite Katheter **2206** kann dann zusammen mit der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** und dem dritten Katheter **2208** gemeinsam durch den ersten Katheter **2204** vorgeschoben werden, so dass ein distaler Endabschnitt der Hülse **2218** vom distalen Endabschnitt der ersten Hülse **2216** freiliegt und im linken Atrium **LA** angeordnet ist, wie in **Fig. 153** dargestellt.

[0410] Wie in **Fig. 153** gezeigt, kann die prothetische Abstandsvorrichtung **500** aus der ersten Hülse **2216** freigelegt werden, indem der äußere Schaft **2220** und das Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512** des dritten Katheters **2208** relativ zur ersten Hülse **2216** distal vorgeschoben werden und/oder die erste Hülse **2216**

relativ zum äußeren Schaft **2220** und dem Auslöseelement oder Mittel zur Auslöse **512** zurückgezogen wird, wodurch die Paddel **520**, **522** der Anker **508** aus der ersten Hülle **2216** herausgedrückt werden. Nach dem Freilegen aus der ersten Hülle **2216** können die Paddel **520**, **522** durch Zurückziehen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** des dritten Katheters **2208** relativ zum äußeren Schaft **2220** des dritten Katheters **2208** und/oder durch Verschieben des äußeren Schafts **2220** relativ zum Auslöseelement oder zu den Auslösemitteln **512** gefaltet werden, wodurch die Paddel **520**, **522** von der in **Fig. 153** gezeigten Konfiguration in die in **Fig. 154** gezeigte Konfiguration und dann in die in **Fig. 155** gezeigte Konfiguration gebogen werden. Dies kann beispielsweise erreicht werden, indem der Auslösesperrmechanismus **2248** in die Freigabekonfiguration gebracht wird (z.B. durch Drehen des Knopfes **2288** gegen den Uhrzeigersinn relativ zum Griff **2222**) und dann der Knopf **2226** in proximaler Richtung relativ zum Gehäuse **2246** bewegt wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Verriegelungsknopf **2288** so einzustellen, dass die Reibung so groß ist, dass Sie das Auslöseelement oder die Mittel zur Auslöse **512** aktiv verschieben können, das Auslöseelement oder die Mittel zur Auslöse sich aber nicht von selbst bewegen. Der Arzt kann zu jedem Zeitpunkt des Verfahrens die relative Position des Auslöseelements oder Auslösemittels **512** und des äußeren Schafts **2220** und damit die Position der Paddel **520**, **522** durch Auslösen des Auslösesperrmechanismus **2248** arretieren.

[0411] Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** kann dann koaxial zur nativen Mitralklappe **MV** positioniert werden, indem die zweite Hülse **2218** des zweiten Katheters **2206** manipuliert (z.B. gelenkt und/oder gebogen) wird, wie in **Fig. 155** gezeigt. Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** kann auch relativ zur nativen Mitralklappe **MV** gedreht werden (z.B. durch Drehen des Gehäuses **2246**), so dass die Paddel **520**, **522** mit den nativen Klappensegel **20**, **22** der Mitralklappe **MV** ausgerichtet sind.

[0412] Die Paddel **520**, **522** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** können dann teilweise geöffnet werden (d.h. radial nach außen relativ zum Koaptionselement **510** bewegt werden) in die in **Fig. 156** gezeigte Konfiguration, indem der Knopf **2226** distal relativ zum Gehäuse **2246** bewegt wird. Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** kann dann durch den Anulus der nativen Mitralklappe **MV** und zumindest teilweise in den linken Ventrikel **LV** vorgeschoben werden. Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** wird dann teilweise zurückgezogen, so dass die Paddel **520**, **522** hinter den ventrikulären Abschnitten der Segel **20**, **22** (z.B. an den A2/P2-Positionen) positioniert sind und das Koaptionselement **510** auf der atrialen Seite der Segel **20**, **22** angeordnet ist.

[0413] In dieser Konfiguration können die nativen Klappensegel **20**, **22** relativ zu den Paddeln **520**, **522** gesichert werden, indem die nativen Klappensegel mit den Schließen **530** erfasst werden. Die nativen Klappensegel **20**, **22** können gleichzeitig oder separat durch Auslösen des Auslöseelements **2290** gegriffen werden. **Fig. 157** zeigt zum Beispiel das separate Greifen der Klappensegel. Dies kann durch Entfernen des Stifts **2298** aus dem Auslöseelement **2290** und Bewegen der ersten oder zweiten Seitenteile **2294**, **2296** relativ zueinander, dem Knopf **2226** und dem Gehäuse **2246** erreicht werden. Durch Bewegen der ersten oder zweiten Seitenteile **2294**, **2296** in distaler Richtung relativ zum Knopf **2226** und zum Gehäuse **2246** werden die Schließen **530** an den nativen Klappensegeln **20**, **22** geschlossen (z.B. durch die linke Schließe **530**, wie in **Fig. 157** dargestellt). Durch Bewegen der ersten oder zweiten Seitenteile **2294**, **2296** in proximaler Richtung relativ zum Knopf **2226** und zum Gehäuse **2246** werden die Schließen **530** geöffnet (z.B. wie durch die rechte Schließe **530** in **Fig. 157** dargestellt). Sobald eine Schließe **530** geschlossen ist, kann ein Arzt die Schließe **530** wieder öffnen, um die Positionierung der Schließe **530** anzupassen.

[0414] Wenn beide nativen Klappensegel **20**, **22** in den Schließen **530** befestigt sind, kann der Arzt den Drehknopf **2226** relativ zum Gehäuse **2246** in proximaler Richtung bewegen. Dadurch werden die Paddel **520**, **522** und damit die nativen Klappensegel **20**, **22** radial nach innen gegen das Koaptionselement **510** gezogen, wie in **Fig. 158** gezeigt. Der Arzt kann dann die Positionierung und/oder Reduzierung der Regurgitation beobachten. Wenn eine Neupositionierung oder Entfernung gewünscht wird, kann der Arzt die Paddel **520**, **522** und/oder die Schließen **530** wieder öffnen.

[0415] Sobald die gewünschte Positionierung und/oder Reduzierung der Regurgitation erreicht ist, kann der Arzt die prothetische Abstandsvorrichtung **500** von der Zuführvorrichtung **2202** lösen. Die Schließen **530** können von der Zuführvorrichtung **2202** gelöst werden, indem die Schließensteuerelemente oder Auslöseleitungen **537** von den Sperrelementen **2292** gelöst und die Schließensteuerelemente oder Auslöseleitungen **537** aus den Öffnungen **535** der Schließen **530** ausgefädelt werden. Die Kappe **514** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** kann von der Zuführvorrichtung **2202** gelöst werden, indem der Knopf **2226** in die zweite Richtung relativ zum Gehäuse **2246** gedreht wird, so dass sich das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** aus der Bohrung **516A** zurückzieht. Das Auslöseelement oder die Mittel zur Auslöse **512** können dann proximal durch die prothetische Abstandsvorrichtung **500** zurückgezogen werden, indem der Knopf **2226** proximal rela-

tiv zum Gehäuse **2224** gezogen wird. Der proximale Kragen **511** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** kann von der Zuführvorrichtung **2202** gelöst werden, indem das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** proximal relativ zu dem Koppler oder den Kopplungsmitteln **2214** zurückgezogen werden, so dass der distale Endabschnitt des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** aus den Ösen **2234** des Kopplers oder der Kopplungsmittel **2214** herausgezogen wird. Dadurch können sich die flexiblen Arme **2228** des Kopplers oder der Mittel zur Kopplung **2214** radial nach außen von den Vorsprüngen **511A** des proximalen Kragens **511** weg bewegen. Die Stabilisatorelemente **2230** des Kopplers oder der Mittel zum Koppeln **2214** können dann aus den Führungsöffnungen **511B** des proximalen Kragens **511** herausgezogen werden, indem das Gehäuse **2246** nach proximal gezogen wird, wodurch die prothetische Abstandsvorrichtung **500** von der Zuführvorrichtung **2202** gelöst wird, wie in **Fig. 159** gezeigt.

[0416] Die Schäfte **512**, **2220** des dritten Katheters **2208** können dann proximal in die zweite Hülse **2218** des zweiten Katheters **2206** zurückgezogen werden, und die zweite Hülse **2218** des zweiten Katheters **2206** kann proximal in die erste Hülse **2216** des ersten Katheters **2204** zurückgezogen werden. Die Katheter **2204**, **2206**, **2208** können dann proximal zurückgezogen und aus dem Gefäßsystem des Patienten entfernt werden.

[0417] Wenn die prothetische Abstandshaltervorrichtung **500** in der A2/P2-Position implantiert ist, weist die native Mitralklappe **MV** während der ventrikulären Diastole eine doppelte Öffnung auf, wie in **Fig. 160** dargestellt. Während der ventrikulären Systole können die Seitenflächen der nativen Klappensegel **20**, **22** den gesamten Weg um die prothetische Abstandsvorrichtung **500** herum koaptieren, um Mitralregurgitation zu verhindern oder zu reduzieren.

[0418] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 161-162** wird nun eine beispielhafte Ausführungsform eines Griffs **2300** für die Zuführanordnung **2200** gezeigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 161** kann der Griff **2300** ein Gehäuse **2302**, einen Auslösesteuermechanismus **2304**, den Schließensteuermechanismus **2250** und einen Spülmechanismus (nicht dargestellt, siehe aber z.B. den Spülmechanismus **2252** in **Fig. 150**) umfassen. Das Gehäuse **2302** kann einen Hauptkörper **2306** und den Nasenabschnitt **2256** umfassen. Der Nasenabschnitt **2256** des Gehäuses **2302** kann mit einem proximalen Endabschnitt des äußeren Schafts **2220** gekoppelt sein. Der Auslösesteuermechanismus **2304**, der Schließensteuermechanismus **2250** und ein Spülmechanismus **2252** können mit einem proximalen Ende des Hauptkörpers **2306** des Gehäuses **2302** gekoppelt werden.

[0419] Der Handgriff **2300** kann ähnlich wie der Handgriff **2222** konfiguriert sein, mit der Ausnahme, dass der Handgriff **2300** so konfiguriert ist, dass eine Drehbewegung des ersten Drehknopfes **2318** des Auslösesteuermechanismus **2304** relativ zum Gehäuse **2302** eine axiale Bewegung des Auslöserohrs **2268** und des Auslöseelements oder Auslösemittels **512** bewirkt; wohingegen der Handgriff **2222** so konfiguriert ist, dass eine axiale Bewegung des Drehknopfes **2226** relativ zum Gehäuse **2246** eine axiale Bewegung des Auslöserohrs **2268** und des Auslöseelements oder Auslösemittels **512** bewirkt.

[0420] Wie oben erwähnt, kann das Gehäuse **2302** einen Hauptkörper **2306** und den Nasenabschnitt **2256** umfassen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 162** kann der Hauptkörper **2306** des Gehäuses **2302** ein Auslöselumen **2308**, Steuerelementlumen **2310** und einen Flanschabschnitt **2312** umfassen. Der Flanschabschnitt **2312** kann sich axial von einem proximalen Endabschnitt des Hauptkörpers **2306** und ringförmig um das Auslöselumen **2308** erstrecken.

[0421] Der Flanschabschnitt **2312** des Hauptkörpers **2306** kann eine oder mehrere umlaufende Nuten **2314**, eine Bohrung (nicht dargestellt) und einen Führungsstift **2316** umfassen. Die Nuten **2314** können so konfiguriert sein, dass sie mit dem Auslösesteuermechanismus **2304** zusammenwirken, wie weiter unten beschrieben. Die Bohrung kann sich radial nach innen von einem Außendurchmesser zu einem Innendurchmesser des Flanschabschnitts **2312** erstrecken und kann so konfiguriert sein, dass sie den Führungsstift **2316** aufnimmt. Der Führungsstift **2316** kann teilweise in der Bohrung angeordnet sein und sich von der Bohrung radial nach innen erstrecken, so dass der Führungsstift **2316** in den Auslösehohlraum **2308** hineinragt.

[0422] Der Auslösesteuermechanismus **2304** kann einen ersten Drehknopf **2318**, Befestigungsstifte **2320**, eine Antriebsschraube **2322**, eine Spannzange **2324** und einen zweiten Drehknopf **2326** umfassen (siehe **Fig. 162**). Der erste Drehknopf **2318** kann einen distalen Endabschnitt **2328** und einen proximalen Endabschnitt **2330** aufweisen. Der erste Drehknopf **2318** kann so konfiguriert sein, dass der Innendurchmesser des distalen Endabschnitts **2328** relativ größer ist als der Innendurchmesser des proximalen Endabschnitts **2330**. Der distale Endabschnitt **2328** kann Öffnungen **2332** umfassen, die sich von einem Außendurchmesser radial nach innen zum Innendurchmesser des distalen Endabschnitts **2328** erstrecken.

[0423] Wieder Bezug nehmend auf **Fig. 161** kann der Innendurchmesser des distalen Endabschnitts **2328** so konfiguriert werden, dass sich der distale Endabschnitt **2328** des ersten Drehknopfes **2318** über den Flanschabschnitt **2312** des Hauptkörpers **2306** erstrecken kann. Die Öffnungen **2332** (**Fig. 162**) können so konfiguriert sein, dass sie axial mit den Nuten **2314** fluchten, wenn der erste Drehknopf **2318** über dem Flansch **2312** angeordnet ist. Die Befestigungsstifte **2320** können so konfiguriert sein, dass sie sich durch die Öffnungen **2332** des ersten Drehknopfes **2318** und in die Nuten **2314** des Flansches **2312** erstrecken. Auf diese Weise ermöglichen die Befestigungsstifte **2320** eine relative Drehbewegung und verhindern eine relative axiale Bewegung zwischen dem ersten Drehknopf **2318** und dem Flansch **2312**.

[0424] Der Innendurchmesser des proximalen Endabschnitts **2330** des ersten Drehknopfes **2318** kann Innengewinde (nicht dargestellt) aufweisen, die so konfiguriert sind, dass sie in entsprechende Außengewinde **2334** der Antriebsschraube **2322** eingreifen. Wie in **Fig. 162** gezeigt, kann die Antriebsschraube **2322** einen Schlitz **2336** aufweisen, der sich axial über die Außengewinde **2334** erstreckt. Der Schlitz **2336** kann so konfiguriert sein, dass er den Führungsstift **2316** des Flanschteils **2312** aufnimmt. Wenn der Griff **2300** zusammengebaut ist (**Fig. 161**) und der erste Drehknopf **2318** relativ zum Flansch **2316** gedreht wird, verhindert der Führungsstift **2316**, dass sich die Antriebsschraube **2322** zusammen mit dem ersten Drehknopf **2318** dreht, und bewirkt, dass sich die Antriebsschraube **2322** axial relativ zum ersten Drehknopf **2318** und dem Flansch **2316** bewegt. Auf diese Weise bewegt das Drehen des ersten Drehknopfes **2318** in einer ersten Richtung (z.B. im Uhrzeigersinn) die Antriebsschraube distal relativ zum Gehäuse **2306**, und das Drehen des ersten Drehknopfes **2318** in einer zweiten Richtung (z.B. gegen den Uhrzeigersinn) bewegt die Antriebsschraube proximal relativ zum Gehäuse **2306**.

[0425] Die Antriebsschraube **2322** kann auch ein Lumen **2338** haben, wie in **Fig. 162** gezeigt. Das Lumen **2338** kann so konfiguriert sein, dass sich das Auslöserohr **2268** durch die Antriebsschraube **2322** erstrecken kann. Das Lumen **2338** kann so konfiguriert sein, dass ein distaler Endabschnitt **2340** der Spannzange **2324** auch in einen proximalen Endabschnitt des Lumens **2338** eingeführt werden kann.

[0426] Der zweite Drehknopf **2326** kann einen ersten, distalen Abschnitt **2342** und einen zweiten, proximalen Abschnitt **2344** umfassen. Der erste Abschnitt **2342** kann ein Innengewinde (nicht dargestellt) aufweisen, das dem Außengewinde **2334** der Antriebsschraube **2322** entspricht. Der zweite Abschnitt **2344** kann eine konische Innenfläche aufweisen, die so konfiguriert ist, dass sie in einen proximalen Endabschnitt **2346** der Spannzange **2324** eingreift.

[0427] Im montierten Zustand (**Fig. 161**) kann sich das Auslöserohr **2268** durch das Lumen **2338** der Antriebsschraube **2322**, durch die Spannzange **2324** und durch den zweiten Drehknopf **2326** erstrecken. Der zweite Drehknopf **2326** kann über der Spannzange **2324** angeordnet werden, und die Innengewinde des ersten Abschnitts **2342** des zweiten Drehknopfes können mit den Außengewinden **2334** der Antriebsschraube **2322** in Eingriff kommen. Dementsprechend bewirkt das Drehen des zweiten Drehknopfes **2326** in einer ersten Richtung (z.B. im Uhrzeigersinn) relativ zur Antriebsschraube **2322**, dass sich der zweite Abschnitt **2344** des zweiten Drehknopfes **2326** in Richtung des proximalen Endabschnitts **2346** der Spannzange **2324** bewegt und somit die Spannzange **2324** radial nach innen gegen das Auslöserohr **2268** drückt. Infolgedessen bewegen sich das Auslöserohr **2268** und die Antriebsschraube **2322** axial zusammen, wenn der erste Drehknopf **2318** relativ zum Gehäuse **2306** gedreht wird. Das Drehen des zweiten Drehknopfes **2326** in einer zweiten Richtung (z.B. gegen den Uhrzeigersinn) relativ zur Antriebsschraube **2322** bewirkt, dass sich der zweite Abschnitt **2344** des zweiten Drehknopfes **2326** vom proximalen Endabschnitt **2346** der Spannzange **2324** wegbewegt und somit eine radiale Auswärtsbewegung der Spannzange **2324** relativ zum Auslöserohr **2268** ermöglicht. Infolgedessen können sich das Auslöserohr **2268** und die Antriebsspindel **2322** relativ zueinander bewegen.

[0428] Wenn die prothetische Abstandsvorrichtung **500** mit dem Auslöseelement oder dem Auslösemittel **512** und dem äußeren Schaft **2220** der Zuführvorrichtung **2202** gekoppelt ist, kann der Arzt den Auslösesteuermechanismus **2304** des Handgriffs **2300** verwenden, um die Paddel **520**, **522** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** relativ zum Abstandselement **202** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** zu manipulieren. Der Auslösesteuermechanismus **2304** kann durch Drehen des zweiten Drehknopfes **2326** in die erste Richtung relativ zur Antriebsschraube **2322** aktiviert werden, um das Auslöserohr **2268** und damit das Auslöseelement oder das Mittel zur Auslöse **512** an der Antriebsschraube **2322** zu befestigen. Der Arzt kann dann den ersten Drehknopf **2318** relativ zum Gehäuse **2302** drehen, wodurch sich die Antriebsschraube **2322** und damit das Auslöserohr **2268** und das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** axial relativ zum Gehäuse **2302** und damit zum Außenschaft **2220** bewegen. Dies wiederum bewirkt, dass sich die Paddel **520**, **522** (die über die Kappe **514** mit dem Auslöseelement bzw. Auslösemittel **512** gekoppelt sind) relativ zum Koaptionselement **510** (das

über die Kupplung bzw. Kupplungsmittel **2214** und den proximalen Bund **511** mit dem Außenschaft **2220** gekoppelt ist) bewegen.

[0429] Die prothetische Abstandsvorrichtung **500** kann durch Drehen des zweiten Knopfes **2326** in die zweite Richtung relativ zur Antriebsschraube **2322** von der Ablagevorrichtung **2202** gelöst werden. Dadurch kann sich das Auslöserohr **2268** und damit das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** relativ zur Antriebsschraube **2322** bewegen. Die Schäfte **512**, **2220** der Zustellvorrichtung **2202** können dann, wie oben beschrieben, aus den jeweiligen Kragen der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** entfernt werden.

[0430] Die Konfiguration einer Zuführvorrichtung mit dem Auslösesteuermechanismus **2304** kann mehrere Vorteile bieten. Zum Beispiel können die Rotationskräfte, die zur Auslösung des ersten Drehknopfes **2318** des Griffs **2300** erforderlich sind, geringer sein als die Axialkräfte, die zur Auslösung des Drehknopfes **2226** des Griffs **2300** erforderlich sind.

[0431] Der Auslösesteuermechanismus **2304** kann auch eine relativ präzisere Steuerung der Paddel **520**, **522** ermöglichen, da die axiale Bewegung des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** durch die Drehung des ersten Drehknopfes **2318** und die Gewindesteigung der Antriebsschraube **2322** gesteuert wird und nicht durch eine axiale Bewegung des Knopfes **2226**. Mit anderen Worten, der Auslösesteuermechanismus **2304** kann beispielsweise so konfiguriert werden, dass eine Drehung des ersten Drehknopfes **2318** das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** um eine kleine axiale Strecke (z.B. 1 mm) bewegt, wohingegen es relativ schwieriger sein kann, den Knopf **2226** und damit der Schaft **512** in kleinen Schritten (z.B. 1 mm) axial zu bewegen.

[0432] Zusätzlich kann der Auslösesteuermechanismus **2304** eine unbeabsichtigte Bewegung und Freigabe des Auslöseelements oder der Auslösemittel **512** verhindern oder reduzieren. Da der Auslösesteuermechanismus **2304** zum Beispiel eine Drehbewegung des ersten Drehknopfes **2318** erfordert, um das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** zu bewegen, kann er verhindern oder die Wahrscheinlichkeit verringern, dass sich das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** bewegen, wenn der Drehknopf **2226** versehentlich berührt wird. Außerdem muss der Arzt den zweiten Knopf **2326** drehen, um das Auslöserohr **2268** von der Antriebsschraube **2322** zu lösen, bevor der Arzt den Drehknopf **2226** drehen kann, um das Auslöseelement oder die Mittel zur Auslöse **512** von der Kappe **514** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** zu lösen und das Auslöseelement oder die Mittel zur Auslöse **512** proximal zurückzuziehen. Dieser zweistufige Freigabeprozess könnte die Wahrscheinlichkeit verringern, dass ein Arzt die prothetische Abstandsvorrichtung **500** versehentlich von der Zuführvorrichtung **2202** löst.

[0433] Die Fig. 163-164 zeigen beispielhafte Ausführungsformen eines Kopplers **2400** und eines proximalen Kragens **2402**. Obwohl nicht dargestellt, kann der Koppler **2400** mit dem distalen Endabschnitt des äußeren Schafts **2220** (Fig. 149) in einer ähnlichen Weise wie der Koppler oder das Mittel zum Koppeln **2214** gekoppelt werden. Wie gezeigt, kann der proximale Kragen **2402** mit einem proximalen Endabschnitt des Koaptionselements **510** in einer ähnlichen Weise wie der proximale Kragen **511** (Fig. 146) gekoppelt werden. Als solche können der Koppler **2400** und der proximale Kragen **2402** beispielsweise anstelle des Kopplers oder des Mittels zum Koppeln **2214** bzw. des proximalen Kragens **514** der Zuführanordnung **2200** verwendet werden, um die prothetische Abstandsvorrichtung **500** lösbar mit dem äußeren Schaft **2220** zu koppeln (Fig. 149).

[0434] Bezug nehmend auf Fig. 164 kann der Koppler **2400** ein sich axial erstreckendes Lumen **2404** und eine Vielzahl von sich radial erstreckenden Öffnungen **2406** umfassen. Das Lumen **2404** kann so konfiguriert sein, dass es das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** (Fig. 163) aufnimmt. Die Öffnungen **2406** können so konfiguriert sein, dass sie den proximalen Kragen **2402** aufnehmen, wie weiter unten beschrieben.

[0435] Der proximale Kragen **2402** kann eine Vielzahl von proximal verlaufenden Laschen oder Fingern **2408** umfassen. An den freien Endabschnitten **2410** der Finger **2408** können radial verlaufende Vorsprünge **2412** ausgebildet sein. Die Finger **2408** können so konfiguriert sein, dass sie sich zwischen einem ersten oder Ruhezustand (Fig. 164) und einem zweiten oder ausgelenkten Zustand (Fig. 163) bewegen oder schwenken. Im ersten Zustand drücken die freien Endabschnitte **2410** der Finger **2408** radial nach innen gegeneinander. Im zweiten Zustand sind die freien Endabschnitte **2410** der Finger **2408** radial voneinander beabstandet.

[0436] Bezug nehmend auf Fig. 163 werden der Koppler **2400** und der proximale Kragen **2402** lösbar miteinander gekoppelt, indem die Finger **2408** des proximalen Kragens **2402** innerhalb des Kopplers **2400** positioniert werden. Das Auslöseelement oder das Mittel zur Auslöse **512** kann dann durch das Lumen **2404** des Kopplers **2400** und durch die Finger **2408** des proximalen Kragens **2400** vorgeschoben werden, wodurch die freien Enden **2410** der Finger **2408** veranlasst werden, sich vom ersten Zustand in den zweiten Zustand ra-

dial nach außen zu bewegen oder zu schwenken. Die Vorsprünge **2412** der Finger **2408** und die Öffnungen **2406** des Kopplers **2400** können drehbar so ausgerichtet werden, dass sich die Vorsprünge **2412** in die Öffnungen **2406** erstrecken, wodurch der Koppler **2400** lösbar mit dem proximalen Kragen **2402** gekoppelt wird. Der Koppler **2400** kann vom proximalen Kragen **2402** gelöst werden, indem das Auslöseelement oder das Mittel zur Auslöse **512** vom Finger **2408** des proximalen Kragens **2402** zurückgezogen wird. Dadurch können sich die freien Endabschnitte **2410** der Finger **2408** aus dem zweiten Zustand zurück in den ersten Zustand bewegen oder schwenken und bewirken, dass sich die Vorsprünge **2412** der Finger **2408** aus den Öffnungen **2406** des Kopplers **2402** zurückziehen, wodurch der Koppler **2400** vom proximalen Kragen **2402** gelöst wird.

[0437] In einigen Ausführungsformen können die Finger **2408** der proximalen Manschette **2402** so konfiguriert sein, dass sie eine hämostatische Abdichtung erzeugen, wenn sich die Finger **2408** im ersten Zustand befinden. Dies kann z.B. verhindern oder reduzieren, dass Blut durch den proximalen Kragen **2402** fließt, wenn die prothetische Abstandsvorrichtung **500** in einen Patienten implantiert wird.

[0438] Die **Fig. 165-166** zeigen beispielhafte Ausführungsformen einer Kappe **2500**, eines Auslöseelements oder Auslösemittels **2502** (z.B. Auslöseschaft usw.) und eines Auslöseelements (z.B. Draht) **2504**, die z.B. mit der Zuführanordnung **2200** verwendet werden können. Obwohl nicht dargestellt, kann die Kappe **2500** mit dem distalen Abschnitt der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** verbunden werden. Ein proximaler Abschnitt (nicht dargestellt) des Auslöseelements oder Auslösemittels **2502** kann mit dem Auslöserohr **2268** und dem Drehknopf **2226** gekoppelt werden. Vom proximalen Endabschnitt kann sich das Auslöseelement oder die Auslöseeinrichtung **2502** distal durch den Griff **2222** (**Fig. 150**), durch den äußeren Schaft **2220** (**Fig. 150**) und in die prothetische Abstandsvorrichtung **500** (**Fig. 145**) erstrecken. Ein distaler Endabschnitt des Auslöseelements oder der Auslöseeinrichtung **2502** kann lösbar mit der Kappe **2500** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** gekoppelt sein. Als solche können die Kappe **2500** und das Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** beispielsweise anstelle der Kappe **514** und des Auslöseelements oder Auslösemittels **512** der Zuführanordnung **2200** verwendet werden.

[0439] Bezug nehmend auf **Fig. 166** kann die Kappe **2500** eine zentrale Bohrung **2506** und eine Zunge oder Lasche **2508** umfassen, die in einer Seitenfläche **2510** der Kappe **2500** ausgebildet (z.B. lasergeschnitten) ist. Die Zunge **2508** kann eine darin ausgebildete (z.B. lasergeschnittene) Öffnung **2512** aufweisen. Die zentrale Bohrung **2506** kann so konfiguriert sein, dass sie einen distalen Endabschnitt des Auslöseelements oder Auslösemittels **2502** aufnimmt. Die Zunge **2508** kann relativ zu der Seitenfläche **2508** der Kappe **2500** von einer ersten oder ruhenden Konfiguration (**Fig. 166**) in eine zweite oder ausgelenkte Konfiguration (**Fig. 165**) bewegt oder geschwenkt werden. In der ersten Konfiguration kann die Zunge **2508** bündig mit der Seitenfläche **2510** sein. In der zweiten Konfiguration kann sich die Zunge **2508** relativ zur Seitenfläche **2510** radial nach innen erstrecken, um in die zentrale Bohrung **2506** zu ragen.

[0440] Die Zunge **2508** kann z.B. dazu verwendet werden, die Kappe **2500** mit dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** lösbar zu koppeln, wie in den **Fig. 165** und **Fig. 166** gezeigt. Das Auslöseelement bzw. Auslösemittel **2502** kann z.B. in die zentrale Bohrung **2506** der Kappe **2500** eingeführt werden. Die Zunge **2508** kann dann von der ersten Konfiguration radial nach innen in die zweite Konfiguration geschoben werden, so dass die Zunge **2508** gegen das Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** drückt. Das Auslöseelement **2504** kann dann in distaler Richtung vorgeschoben werden, so dass sich ein distaler Endabschnitt **2514** des Auslöseelements **2504** durch die Öffnung **2512** der Zunge **2508** erstreckt. Auf diese Weise hält das Freigabeelement **2504** die Zunge **2508** in der zweiten Konfiguration gegen das Auslöseelement oder Auslösemittel **2502**, wodurch die Kappe **2500** lösbar mit dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** gekoppelt wird.

[0441] Die Kappe **2500** kann von dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2500** gelöst werden, indem das Auslöseelement **2504** proximal zurückgezogen wird, so dass sich der distale Endabschnitt **2514** des Auslöseelements **2504** aus der Öffnung **2512** der Zunge **2508** zurückzieht. Dadurch kann sich die Zunge radial nach außen aus dem zweiten Zustand zurück in den ersten Zustand bewegen, wodurch die Kappe **2500** von dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** gelöst wird.

[0442] Diese Konfiguration kann mehrere Vorteile bieten. Zum Beispiel können in einigen Ausführungsformen die Kappe **2500** und das Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** ohne Gewinde ausgebildet sein. Das Entfernen der Gewinde kann die Herstellung der Kappe **2500** und des Auslöseelements oder der Auslösemittel **2502** einfacher und/oder kostengünstiger machen. Das Entfernen der Gewinde vom Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** kann auch die Wahrscheinlichkeit verringern, dass sich das Auslöseelement oder Auslösemittel **2502** an einer anderen Komponente der Zuführanordnung **2200** verfangen oder verhaken könnte.

[0443] Die **Fig. 167-168** zeigen beispielhafte Ausführungsformen eines Kopplers **2600**, eines proximalen Kragens **2602**, einer Kappe **2604** und eines Auslöseelements oder einer Auslöseeinrichtung **2606** (z.B. Auslöse-schaft usw.), die z.B. mit der Zuführanordnung **2200** verwendet werden können. Bezug nehmend auf **Fig. 167** kann der Koppler **2600** mit dem distalen Endabschnitt des äußeren Schafts **2220** gekoppelt werden. Der proximale Kragen **2602** kann mit dem proximalen Abschnitt der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** gekoppelt werden (schematisch im Teilquerschnitt dargestellt), und die Kappe **2604** kann mit dem distalen Abschnitt der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** gekoppelt werden. Ein proximaler Abschnitt (nicht dargestellt) des Auslöseelements oder Auslösemittels **2606** kann mit dem Auslöserohr **2268** und dem Drehknopf **2226** gekoppelt werden. Vom proximalen Endabschnitt kann sich das Auslöseelement oder die Auslöseeinrichtung **2606** distal durch den Griff **2222** (**Fig. 150**), durch den äußeren Schaft **2220** (**Fig. 150**) und in die prothetische Abstandsvorrichtung **200** (**Fig. 145**) erstrecken. Ein distaler Endabschnitt des Auslöseelements oder Auslösemittels **2606** kann lösbar mit der Kappe **2604** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** gekoppelt werden. Als solche können die Kupplung **2600**, der proximale Kragen **2602**, die Kappe **2604** und das Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** beispielsweise anstelle der Kupplung oder des Kupplungsmittels **2214**, des proximalen Kragens **511**, der Kappe **514** und des Auslöseelements oder Auslösemittels **512** der Zuführanordnung **2200** verwendet werden.

[0444] Unter Bezugnahme auf **Fig. 168** kann der Koppler **2600** einen Verbindungsabschnitt **2608**, eine Vielzahl von Stiften **2610** (z.B. drei in der dargestellten Ausführungsform) und ein oder mehrere Sicherungselemente **2612** (z.B. drei in der dargestellten Ausführungsform) umfassen. Die Stifte **2610** und die Sicherungselemente können mit dem Verbindungsabschnitt **2600** gekoppelt werden und sich distal davon erstrecken.

[0445] Der Verbindungsabschnitt **2608** kann ein sich axial erstreckendes Lumen **2614** aufweisen, das so konfiguriert ist, dass es das Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** verschiebbar aufnimmt. In einigen Ausführungsformen kann der Verbindungsabschnitt **2608** auch eine vertiefte, nach außen weisende Oberfläche **2615** aufweisen, die so konfiguriert ist, dass sie in den distalen Endabschnitt des äußeren Schafts **2220** eingeführt werden kann, wie in **Fig. 167** gezeigt.

[0446] Wie in **Fig. 168** am besten dargestellt, können die Stifte **2610** in Umfangsrichtung relativ zueinander und relativ zu den Sicherungselementen **2612** beabstandet sein. Die Sicherungselemente **2612** können in Umfangsrichtung relativ zueinander beabstandet sein. In einigen Ausführungsformen können die Stifte **2610** und die Sicherungselemente **2612** in einem Muster abwechselnder Art (z.B. Stift-Sicherungselement-Stift usw.) auf dem Verbindungsabschnitt **2608** konfiguriert sein.

[0447] Wie in **Fig. 167** dargestellt, können die Stifte **2610** so konfiguriert sein, dass sie sich in die Öffnungen **2616** des proximalen Kragens **2602** erstrecken. In bestimmten Ausführungsformen können die Sicherungselemente **2612** Nahtschlaufen sein. Die Sicherungselemente **2612** können so konfiguriert sein, dass sie sich durch die Öffnungen **2616** des proximalen Kragens **2602** und um das Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** herum erstrecken. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in **Fig. 167** nur ein Sicherungselement **2612** dargestellt, das sich um das Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** erstreckt.

[0448] Wiederum Bezug nehmend auf **Fig. 168**, kann der proximale Kragen **2602** zusätzlich zu den Öffnungen **2616** ein zentrales Lumen **2618** aufweisen, das radial einwärts von den Öffnungen **2616** angeordnet ist. Das zentrale Lumen **2618** kann sich axial erstrecken und kann so konfiguriert sein, dass es das Auslöseelement oder die Auslösemittel **2606** gleitend aufnimmt, wie in **Fig. 167** gezeigt.

[0449] Die Kappe **2604** kann hülsenförmig gestaltet sein, so dass sich das Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** verschiebbar durch die Kappe **2604** hindurch erstrecken kann, wie in **Fig. 167** gezeigt.

[0450] Das Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** kann einen radial ausdehnbaren Abschnitt **2620** umfassen, der am oder in der Nähe des distalen Endabschnitts **2622** des Auslöseelements oder Auslösemittels **2606** angeordnet ist. Der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** kann so konfiguriert sein, dass er selektiv von einer komprimierten Konfiguration in eine ausgedehnte Konfiguration ausdehnbar ist. Der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** kann so konfiguriert sein, dass ein Außendurchmesser des radial ausdehnbaren Abschnitts **2620** kleiner ist als der Innendurchmesser der Kappe **2604**, des zentralen Lumens **2618** des proximalen Kragens **2602** und des Lumens **2614** des Kopplers **2600**, wenn sich der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** in der komprimierten Konfiguration befindet. Wenn sich der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** in der ausgedehnten Konfiguration befindet, ist der Außendurchmesser des radial ausdehnbaren Abschnitts **2620** größer als der Innendurchmesser der Kappe **2604**. Somit kann der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** in der ausgedehnten

Konfiguration verhindern, dass sich der distale Endabschnitt **2622** relativ zur Kappe **2604** in proximaler Richtung bewegt.

[0451] Wie in **Fig. 167** gezeigt, kann die prothetische Abstandsvorrichtung **500** lösbar mit dem äußeren Schaft **2220** und dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** gekoppelt werden, indem die Stifte **2610** und die Sicherungselemente **2612** durch entsprechende Öffnungen **2616** im proximalen Kragen **2602** eingeführt werden. Mit dem radial ausdehnbaren Abschnitt **2620** in der komprimierten Konfiguration kann das Auslöseelement oder die Auslöseeinrichtung **2606** distal durch das Lumen **2614** der Kupplung **2600**, durch das Lumen **2618** und die Sicherungselemente **2612** des proximalen Kragens **2602** und durch die Kappe **2604** vorgeschoben werden, so dass der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** distal relativ zur Kappe **2604** angeordnet ist. Der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** des Auslöseelements oder Auslösemittels **2606** kann dann von der komprimierten Konfiguration in die ausgedehnte Konfiguration ausgedehnt werden, wodurch die prothetische Abstandsvorrichtung **500** lösbar mit dem äußeren Schaft **2220** und dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** gekoppelt wird.

[0452] Die prothetische Vorrichtung **500** kann von dem äußeren Schaft **2220** und dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** gelöst werden, indem der radial ausdehnbare Abschnitt **2620** des Auslöseelements oder Auslösemittels **2606** zusammengedrückt wird und das Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** proximal durch die Kappe **2604**, durch die Sicherungselemente **2612** und das Lumen **2618** des proximalen Kragens **2602** zurückgezogen wird. Der äußere Schaft **2220** kann dann proximal relativ zur prothetischen Abstandsvorrichtung **500** zurückgezogen werden, so dass sich die Stifte **2610** und die Sicherungselemente **2612** aus den Öffnungen **2616** im proximalen Kragen **2602** zurückziehen, wodurch die prothetische Abstandsvorrichtung **500** vom äußeren Schaft **2220** und dem Auslöseelement oder Auslösemittel **2606** gelöst wird.

[0453] Die **Fig. 169-170** zeigen ein Ausführungsbeispiel von Schließensteuerungselementen **2700**, die z.B. anstelle der Schließensteuerungselemente **537** der Zuführanordnung **2200** verwendet werden können. Bezug nehmend auf **Fig. 170** können die Schließensteuerungselemente **2700** Hülsen **2702**, Verbindungselemente **2704** und Freigabeelemente **2706** umfassen. Die Verbindungselemente **2704** und die Freigabeelemente **2706** können sich axial durch die Hülsen **2702** erstrecken und relativ zu diesen beweglich sein.

[0454] Proximale Endabschnitte (nicht dargestellt) der Hülsen **2702** können mit den Steuerelementrohren **2270** gekoppelt werden, und distale Endabschnitte der Hülsen **2708** können durch die Verbindungselemente **2704** und die Freigabeelemente **2706** lösbar mit den Schließen **530** der prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** gekoppelt werden, wie weiter unten beschrieben.

[0455] Bei den Verbindungselementen **2704** kann es sich beispielsweise um Nahtschlaufen handeln, die sich distal vom Schließensteuerungsmechanismus **2250** der Zuführvorrichtung **2202**, durch die Steuerelementrohre **2270**, durch die Hülsen **2702** und durch die Öffnungen **535** der Schließen **530** erstrecken. Die Verbindungselemente **2704** können durch die Löseelemente **2706** lösbar mit den Schließen **530** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** gekoppelt werden.

[0456] Bei den Löseelementen **2706** kann es sich z.B. um Drähte handeln, die sich distal vom Schließensteuerungsmechanismus **2250** der Zuführvorrichtung **2202** durch die Steuerelementrohre **2270**, durch die Hülsen **2702** und durch die Schlaufen der Verbindungselemente **2704** erstrecken. Auf diese Weise koppeln die Freigabeelemente **2706** die Verbindungselemente **2704** und damit die Hülsen **2702** lösbar mit den Schließen **530**, indem sie verhindern, dass sich die Verbindungselemente **2704** durch die Öffnungen **535** der Schließen **530** zurückziehen. Die Verbindungselemente **2704** können von den Schließen **530** gelöst werden, indem die Löseelemente **2706** aus den Schlaufen der Verbindungselemente **2704** herausgezogen werden und die Verbindungselemente **2704** aus den Öffnungen **535** der Schließen **530** herausgezogen werden.

[0457] Da die Hülsen **2702** durch die Verbindungselemente **2704** und die Löseelemente **2706** lösbar mit den Schließen **530** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** gekoppelt sind, können die Schließen **530** (entweder gemeinsam oder separat) betätigt werden, indem die Hülsen **2702** axial relativ zum äußeren Schaft **2220** und dem Auslöseelement oder Auslösemittel **512** bewegt werden. Dies kann z.B. durch Bewegen des Auslöseelements **2290**, das über die Steuerrohre **2268** mit den Hülsen **2702** gekoppelt ist, relativ zum Gehäuse **2246** und dem Auslöserohr **2268** erreicht werden. Durch Bewegen des Auslöseelements **2290** proximal relativ zum Gehäuse **2246** und Auslöserohr **2268** können die Schließen **530** geöffnet werden und durch Bewegen des Auslöseelements **2290** distal relativ zum Gehäuse **2246** und Auslöserohr **2268** können die Schließen **530** geschlossen werden.

[0458] Da die Hülsen **2702** relativ starr sind (z.B. im Vergleich zu den Schließensteuerungselementen **537**), können die Hülsen **2702** dazu verwendet werden, die Schließen **530** zu schließen (entweder anstelle von oder zusätzlich zu der Vorspannung der Schließen **530** in die geschlossene Position). Diese Schließefähigkeit kann dazu beitragen, dass die nativen Klappensegel in den Schließen **530** gegriffen und somit an den Paddeln **520**, **522** befestigt werden.

[0459] Fig. 171 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Führungsschiene oder eines Mittels zur Führung **2800**. Die Führungsschiene oder das Mittel zur Führung **2800** kann beispielsweise mit den Schließen **530** der prothetischen Abstandsvorrichtung **500** gekoppelt sein. In einigen Ausführungsformen kann das Schließensteuerungselement **2700** lösbar mit der Führungsschiene oder den Mitteln zur Führung **2800** in einer schlingenartigen Weise gekoppelt sein, ähnlich wie oben in Bezug auf Fig. 170 beschrieben.

[0460] Die Kopplung eines Schließensteuerungselements **2700** mit der Führungsschiene oder dem Führungsmittel **2800** anstatt direkt mit den Schließen **530** ermöglicht es dem Schließensteuerungselement **2700**, in Längsrichtung entlang der Führungsschiene oder des Führungsmittels **2800** zu gleiten, wenn sich die Schließe **530** zwischen der offenen und der geschlossenen Konfiguration bewegt. Dies kann es beispielsweise ermöglichen, dass das Schließensteuerungselement **2700** einen relativ konstanten Winkel relativ zu den Paddeln **520**, **522** beibehält, wenn die Schließen **530** betätigt werden. Beispielsweise kann das Schließensteuerungselement **2700** nach außen in Richtung eines ersten Seitenabschnitts **2802** der Führungsschiene oder der Mittel zur Führung **2800** gleiten, wenn die Schließe **206** geöffnet wird, und das Schließensteuerungselement **2700** kann nach innen in Richtung eines zweiten Seitenabschnitts **2804** der Führungsschiene oder der Mittel zur Führung **2800** gleiten, wenn die Schließe **530** geschlossen wird. Dadurch kann die Kraft, die zum Betätigen des Schließensteuerungselements **2700** erforderlich ist, reduziert werden. Beispielsweise können die Hülsen **2702** im Wesentlichen gerade bleiben, wenn der bewegliche Teil der Schließe **530** seinen vollen Bewegungsbogen durchschwingt. Dies ist auf die Gleitbewegung auf der Führungsschiene oder dem Führungsmittel **2800** zurückzuführen. Indem sie gleiten und im Wesentlichen gerade bleiben, wird das Ausmaß der Biegung der Hülsen begrenzt.

[0461] Fig. 172 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Schafts **2900**. Der Schaft **2900** kann z.B. mit der Zuführvorrichtung **500** anstelle des äußeren Schafts **2220** des dritten Katheters **508** verwendet werden. Der Schaft **2900** kann eine Vielzahl von sich axial erstreckenden Lumen umfassen, einschließlich eines Auslöseelementlumen oder eines Auslösemittellumen **2902** (z.B. ein Auslöseschaftlumen, ein Auslöserohr usw.) und einer Vielzahl von Steuerelementlumen **2904** (z.B. vier in der dargestellten Ausführungsform), die radial nach außen von dem Auslöseelementlumen oder dem Auslösemittellumen **2902** angeordnet sind. Die Steuerelementlumen **2904** können relativ zueinander beabstandet sein und gleichmäßig in Umfangsrichtung um das Auslöseelementlumen oder das Auslösemittellumen **2902** verteilt sein. Zum Beispiel kann jedes der Steuerelementlumen **2904** etwa 90 Grad von einem benachbarten Steuerelementlumen **2904** entfernt sein.

[0462] Das Auslöseelementlumen oder Auslösemittellumen **2902** kann so konfiguriert sein, dass es das Auslöseelement oder Auslösemittel **512** aufnimmt, und die Steuerelementlumen **2904** können so konfiguriert sein, dass sie die Schließensteuerungselemente oder Auslöseleitungen **537** aufnehmen. Die Lumen **2902**, **2904** können auch so konfiguriert sein, dass das Auslöseelement oder die Auslösemittel **512** und die Schließensteuerungselemente/-leitungen **537** relativ zu den Lumen **2902**, **2904** beweglich sein können (z.B. axial und/oder rotierend). In besonderen Ausführungsformen können die Lumen **2902**, **2904** eine Auskleidung oder Beschichtung (z.B. PTFE, Polymer, Hydrogel usw.) aufweisen, die so konfiguriert ist, dass sie die Reibung zwischen den Lumen **2902**, **2904** und dem Auslöseelement oder den Mitteln zur Auslösung **512** bzw. den Schließensteuerungselementen/Leitungen **537** verringert.

[0463] Der Schaft **2900** kann aus verschiedenen Materialien, einschließlich Metallen und Polymeren, gebildet werden. Zum Beispiel kann der Schaft **2900** in einer bestimmten Ausführungsform einen ersten Abschnitt **2906**, einen zweiten Abschnitt **2908** und einen dritten Abschnitt **2910** umfassen. Der erste Abschnitt **2906** kann der radial äußerste Abschnitt sein, der dritte Abschnitt **2910** kann der radial innerste Abschnitt sein, und der zweite Abschnitt **2908** kann radial zwischen dem ersten und dritten Abschnitt **2906**, **2910** angeordnet sein. In bestimmten Ausführungsformen können der erste und der dritte Abschnitt **2906**, **2910** aus polymerem Material (z.B. PEBAX oder einem anderen Material mit einem Shore-Durometerwert von 55D) und der zweite Abschnitt **2908** aus einem metallischen Material (z.B. geflochtenem Edelstahl) gebildet werden.

[0464] Die Konfiguration des Schafts **2900** auf diese Weise kann zum Beispiel die Kontrolle über den distalen Endabschnitt des Schafts **2900** weiter verbessern. Beispielsweise kann diese Konfiguration ein „Peitschen“ (z.B. eine plötzliche oder abrupte Bewegung) am distalen Endabschnitt des Schafts **2900** verhindern

oder reduzieren, wenn der Schaft **2900** am proximalen Endabschnitt gedreht wird (z.B. durch Drehen des Gehäuses **2246** des Griffs **2222**). Auf diese Weise kann ein Arzt den distalen Endabschnitt des Schafts **2900** genauer steuern und somit die prothetische Abstandsvorrichtung (z.B. die Abstandsvorrichtung **500**) während des Implantationsverfahrens genauer steuern, z.B. wenn der Arzt die prothetische Abstandsvorrichtung dreht, um die Verankerungen der prothetischen Abstandsvorrichtung an den nativen Klappensegeln auszurichten.

[0465] Es ist zu beachten, dass in bestimmten Ausführungsformen das Gehäuse **2246** des Griffs **2222** vier Steuerelementlumen **2264**, **2282** (d.h. vier Stück) umfassen kann, die mit den Steuerelementlumen **2904** gekoppelt sind. Als solches kann sich jeder Abschnitt der Schließensteuerelemente oder -leitungen **537** distal in einem separaten Lumen vom Schließensteuermechanismus **2250** des Griffs **2222** zur prothetischen Abstandshaltervorrichtung **500** erstrecken.

[0466] Bezug nehmend auf **Fig. 173** kann das Auslöseelement **512** hohl sein, so dass eine Anbindungsschnur oder Naht **3000** durch das Auslöseelement **512** zur Vorrichtung **500** geführt werden kann. Das Auslöseelement **512** erstreckt sich durch die Vorrichtung **500** und ist an der Kappe **514** befestigt. Durch Zurückziehen der Anbindungsschnur **3000** in der Rückzugsrichtung X relativ zu einem Koppler der Zuführanordnung **2200** wird die Länge der Anbindungsschnur **3000** reduziert, wodurch der Koppler der Zuführanordnung **2200** in einer Wiedereinfangrichtung Y auf die Vorrichtung **500** zu bewegt wird.

[0467] Wiederum Bezug nehmend auf **Fig. 173** ist die Vorrichtung **500** in einer geschlossenen Position dargestellt, wie nach der Lieferung und Implantation in eine native Klappe. Sobald die Vorrichtung **500** implantiert ist, wird die Kupplung der Zuführanordnung **2200** geöffnet und in einer Rückzugsrichtung X von der Vorrichtung wegbewegt, so dass die Leistung der Vorrichtung **500** überwacht werden kann, um festzustellen, ob weitere Anpassungen wünschenswert sein könnten. Wenn weitere Anpassungen an der Vorrichtung **500** gewünscht sind, wird die Anbindungsleitung **3000** in der Rückzugsrichtung X zurückgezogen, so dass sich der Koppler der Zuführanordnung **2200** in der Wiedereinfangrichtung Y zur Vorrichtung **500** hin bewegt.

[0468] Bezug nehmend auf **Fig. 174** wurde der Kuppler der Zuführanordnung **2200** in eine geeignete Position gebracht, um die Vorrichtung **500** wieder aufzunehmen. Einmal in Position, werden die Auslöselinien **3002** für jeden beweglichen Arm **2228** in einer Auslöserichtung A zurückgezogen, um die beweglichen Arme **2228** zu veranlassen, sich in einer Schließrichtung B zu bewegen und sich um den proximalen Kragen **511** der Vorrichtung **500** zu schließen. In einigen Ausführungsformen wird die Anbindungslinie **3000** gleichzeitig mit den Auslöselinien **3002** eingestellt, um das Wiedereinfangen der Vorrichtung **500** zu unterstützen, die sich beim Öffnen und Schließen der nativen Herzklappe bewegen kann.

[0469] Wie in **Fig. 175** gezeigt, werden die beweglichen Arme **2228** um den proximalen Kragen **511** geschlossen. Das Auslöseelement **512** wird dann in eine distale Richtung C, durch die Befestigungsabschnitte **2234** der beweglichen Arme **2228** und in die Vorrichtung **500** entlang der Verbindungslinie **3000** bewegt. Um die Vorrichtung **500** wieder einzufangen und zu sichern, wird ein Gewindeende **512B** des Auslöseelements **512** in eine Gewindeaufnahme **516A** der Kappe **514** geschraubt, wie in **Fig. 176** gezeigt.

[0470] Die **Fig. 174A** und **Fig. 175A** zeigen ein Beispiel für einen Mechanismus, der verwendet werden kann, um die Kupplung der Zuführanordnung **2200** an den Kragen **511** der Vorrichtung **500** zu koppeln. Im Beispiel der **Fig. 174A** und **Fig. 175A** kann das Auslöseelement **512** hohl sein, so dass eine Anbindungsschnur oder Naht **3000** durch das Auslöseelement **512** zur Vorrichtung **500** verlängert werden kann. Wie in der in den **Fig. 174** und **Fig. 175** dargestellten Ausführungsform wird beim Zurückziehen der Anbindungsschnur **3000** in der Rückzugsrichtung X die Kupplung der Zuführanordnung **2200** in einer Wiedereinfangrichtung Y zur Vorrichtung **500** bewegt.

[0471] Bezug nehmend auf die **Fig. 174A** und **Fig. 175A** wurde der Koppler der Zuführanordnung **2200** in eine geeignete Position gebracht, um die Vorrichtung **500** wieder einzufangen. Sobald sie in Position ist, wird eine Verschlusshülse **3003**, die um die beweglichen Arme **2228** passt, über den Koppler der Zuführanordnung **2200** in einer Schließrichtung C vorgeschoben, um die beweglichen Arme **2228** in einer Schließrichtung D um den proximalen Kragen **511** der Vorrichtung **500** nach innen zu drücken. In einigen Ausführungsformen wird die Anbindungsleine **3000** gleichzeitig mit der Verschlusshülse **3003** verstellt, um das Wiedereinfangen der Vorrichtung **500** zu unterstützen, das sich beim Öffnen und Schließen der nativen Herzklappe bewegen kann.

[0472] Wie in **Fig. 175A** gezeigt, werden die beweglichen Arme **2228** um den proximalen Kragen **511** geschlossen. Das Auslöseelement **512** wird dann in eine distale Richtung E und in die Vorrichtung **500** entlang der Verbindungslinie **3000** bewegt. Um die Vorrichtung **500** wieder einzufangen und zu sichern, wird ein Ge-

windeende **512B** des Auslöseelements **512** in eine Gewindeaufnahme **516A** der Kappe **514** geschraubt, wie in **Fig. 176** gezeigt.

[0473] In den **Fig. 177-178** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3100** dargestellt. Die Vorrichtung **3100** umfasst eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3110** und einen Koppler **3120**. Ein Auslöseelement oder ein Auslösemittel oder ein Draht **3130** kann sich durch den Koppler **3120** zu der Vorrichtung **3110** erstrecken, um die Vorrichtung **3110** zu öffnen und zu schließen. Die Vorrichtung **3110** ähnelt den in der vorliegenden Anwendung beschriebenen Beispielen für implantierbare prothetische Vorrichtungen und umfasst einen proximalen Kragen **3112** mit einer Öffnung **3114** und radial angeordneten Öffnungen **3116**. Der Koppler **3120** hat bewegliche Arme oder Finger **3122**, die zwischen offenen und geschlossenen Positionen bewegt werden können. Die beweglichen Arme **3122** umfassen Vorsprünge **3124**, die so konfiguriert sind, dass sie in die Öffnungen **3116** des proximalen Kragens **3112** der Vorrichtung **3110** eingreifen. Die beweglichen Arme **3122** sind nach innen vorgespannt, so dass das Bewegen des Auslöseelements oder der Auslöseeinrichtung **3130** in einer distalen Richtung Y durch den Koppler **3120** und zwischen den beweglichen Armen **3122** die beweglichen Arme **3122** nach außen spreizt, so dass die Vorsprünge **3124** in die Öffnungen **3116** eingreifen. In der dargestellten Ausführungsform sind die Vorsprünge **3124** und die Öffnungen **3116** verjüngt, um den Eingriff der Vorsprünge **3124** mit den Öffnungen **3116** zu erleichtern. Durch Bewegen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **3130** in eine Rückzugsrichtung X können sich die beweglichen Arme **3122** nach innen bewegen, so dass die Vorsprünge **3124** außer Eingriff mit den Öffnungen **3116** kommen. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3110** freigegeben und vom Koppler **3120** wieder eingefangen werden.

[0474] In den **Fig. 179-181** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3200** dargestellt. Die Vorrichtung **3200** umfasst eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3210** und einen Koppler **3220**. Ein Auslöseelement oder ein Auslösemittel oder ein Draht **3230** kann sich durch den Koppler **3220** zu der Vorrichtung **3210** erstrecken, um die Vorrichtung **3210** zu öffnen und zu schließen. Die Vorrichtung **3210** ähnelt den in der vorliegenden Anwendung beschriebenen beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtungen und umfasst einen proximalen Kragen **3212** mit einer Öffnung **3214** und radial angeordneten Öffnungen **3216**.

[0475] Der Koppler **3220** hat bewegliche Arme oder Finger **3222**, die zwischen offenen und geschlossenen Positionen bewegt werden können. Die beweglichen Arme **3222** umfassen Vorsprünge **3224**, die so konfiguriert sind, dass sie in die Öffnungen **3216** des proximalen Kragens **3212** der Vorrichtung **3210** eingreifen. Die beweglichen Arme **3222** sind nach innen vorgespannt, so dass das Bewegen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **3230** in einer distalen Richtung Y durch den Koppler **3220** und zwischen den beweglichen Armen **3222** die beweglichen Arme **3222** nach außen spreizt, so dass die Vorsprünge **3224** in die Öffnungen **3216** eingreifen. Wenn das Auslöseelement oder Auslösemittel **3230** in eine Rückzugsrichtung X bewegt wird, können sich die beweglichen Arme **3222** nach innen bewegen, so dass die Vorsprünge **3224** außer Eingriff mit den Öffnungen **3216** kommen. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3210** freigegeben und durch den Koppler **3220** wieder eingefangen werden.

[0476] Das Auslöseelement **3230** (z.B. Auslösedraht, Schaft, Rohr usw.) kann hohl sein, so dass eine Anbindungsschnur oder Naht **3232** durch das Auslöseelement **3230** zum Gerät **3210** verlängert werden kann. Das Auslöseelement **3230** erstreckt sich durch die Öffnung **3214** der Vorrichtung **3210** und ist an den Befestigungsabschnitten **3218** befestigt. Durch Zurückziehen der Anbindungsschnur **3232** in der Rückzugsrichtung X (**Fig. 180**) wird die Länge der Anbindungsschnur **3232** verringert, wodurch der Koppler **3220** in Richtung der Vorrichtung **3210** bewegt wird, so dass die beweglichen Arme **3222** in die Öffnung **3214** der Vorrichtung **3210** eingeführt werden, wie in **Fig. 180** gezeigt.

[0477] Wie in **Fig. 181** gezeigt, wird das Auslöseelement **3230** in die distale Richtung Y bewegt, sobald der Koppler **3220** in die Position gebracht wurde, um die Vorrichtung **3210** wieder aufzunehmen, um den Koppler **3220** wieder mit der Vorrichtung **3210** zu koppeln. Das Auslöseelement **3230** greift in die beweglichen Arme **3222** ein und bewirkt dadurch, dass sich die Vorsprünge **3224** in eine Auswärtsrichtung A bewegen, um in die Öffnungen **3216** der Vorrichtung **3210** einzugreifen. In der dargestellten Ausführungsform sind die Vorsprünge **3224** und die Öffnungen **3216** verjüngt, um den Eingriff der Vorsprünge **3224** in die Öffnungen **3216** zu erleichtern. In einigen Ausführungsformen wird die Verbindungsleine **3232** gleichzeitig mit dem Ausfahren des Auslöseelements oder der Auslöseeinrichtung **3230** verstellt, um das Spiel in der Auslöseleine zu beseitigen und den Eingriff zwischen dem Koppler **3220** und dem Gerät **3210** aufrechtzuerhalten.

[0478] In den **Fig. 182-183** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3300** dargestellt. Die Vorrichtung **3300** umfasst eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3310** und einen Koppler **3320**. Ein Auslöseelement oder ein Auslösemittel oder ein Draht **3330** kann sich durch den Koppler **3320** zu der Vorrichtung

tung **3310** erstrecken, um die Vorrichtung **3310** zu öffnen und zu schließen. Die Vorrichtung **3310** ähnelt den in der vorliegenden Anwendung beschriebenen beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtungen und umfasst einen proximalen Kragen **3312** mit einer Öffnung **3314** und radial angeordneten Öffnungen **3316**.

[0479] Der Koppler **3320** hat bewegliche Arme oder Finger **3322**, die zwischen offenen und geschlossenen Positionen bewegt werden können. Die beweglichen Arme **3322** umfassen distale Vorsprünge **3324**, die so konfiguriert sind, dass sie in die Öffnungen **3316** des proximalen Kragens **3312** der Vorrichtung **3310** eingreifen. Die beweglichen Arme **3324** umfassen auch innere Vorsprünge **3326** mit Öffnungen **3328**, die so konfiguriert sind, dass sie das Auslöseelement oder Auslösemittel **3330** aufnehmen. In der geschlossenen Position sind die internen Öffnungen **3328** von dem Auslöseelement oder den Auslösemitteln **3330** versetzt. Das Auslöseelement oder Auslösemittel **3330** hat ein verjüngtes Ende **3332**, um in die versetzten Öffnungen **3328** einzugreifen. Wenn das verjüngte Ende **3332** des Auslöseelements oder der Auslösemittel **3330** in aufeinanderfolgende Öffnungen **3328** eingreift, werden die beweglichen Arme **3322** nach außen bewegt, um in die Öffnung **3314** einzugreifen.

[0480] Die beweglichen Arme **3322** sind nach innen vorgespannt, so dass eine Bewegung des Auslöseelements oder der Auslösemittel **3330** in einer distalen Richtung Y durch den Koppler **3320** und zwischen den beweglichen Armen **3322** die beweglichen Arme **3322** nach außen spreizt, so dass die Vorsprünge **3324** in die Öffnungen **3316** eingreifen. Durch Bewegen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **3330** in eine Rückzugsrichtung X können sich die beweglichen Arme **3322** nach innen bewegen, so dass die Vorsprünge **3324** nicht mehr in die Öffnungen **3316** greifen. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3310** gelöst und von der Kupplung **3320** wieder eingefangen werden. In einigen Ausführungsformen ähnelt die prothetische Vorrichtung **3300** der Vorrichtung **3200** und umfasst eine Verbindungsleine (nicht dargestellt), mit der die Vorrichtung **3300** wieder eingefangen werden kann.

[0481] In den **Fig. 184-185** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3400** dargestellt. Die Vorrichtung **3400** umfasst eine implantierbare prothetische Vorrichtung **3410** und einen Koppler **3420**. Ein Auslöseelement oder ein Auslösemittel oder ein Draht **3430** kann sich durch den Koppler **3420** zu der Vorrichtung **3410** erstrecken, um die Vorrichtung **3410** zu öffnen und zu schließen. Die Vorrichtung **3410** ähnelt den in der vorliegenden Anwendung beschriebenen beispielhaften implantierbaren prothetischen Vorrichtungen und umfasst einen proximalen Kragen **3412** mit einer Öffnung **3414** und radial angeordneten Öffnungen **3416**.

[0482] Der Koppler **3420** hat bewegliche Arme oder Finger **3422**, die zwischen offenen und geschlossenen Positionen bewegt werden können. Die beweglichen Arme **3422** umfassen distale Vorsprünge **3424**, die so konfiguriert sind, dass sie in die Öffnungen **3416** des proximalen Kragens **3412** der Vorrichtung **3410** eingreifen. Die beweglichen Arme **3424** umfassen auch innere Vorsprünge **3426** mit Öffnungen **3428**, die so konfiguriert sind, dass sie das Auslöseelement oder Auslösemittel **3430** aufnehmen. In der geschlossenen Position sind die internen Öffnungen **3428** von dem Auslöseelement oder den Auslösemitteln **3430** versetzt. Das Auslöseelement oder Auslösemittel **3430** hat ein verjüngtes Ende **3432**, um in die versetzten Öffnungen **3428** einzugreifen. Wenn das verjüngte Ende **3432** des Auslöseelements oder der Auslösemittel **3430** in aufeinanderfolgende Öffnungen **3428** eingreift, werden die beweglichen Arme **3422** nach innen bewegt, um in die Öffnung **3414** einzugreifen.

[0483] Die beweglichen Arme **3422** sind nach außen vorgespannt, so dass das Bewegen des Auslöseelements oder der Auslösemittel **3430** in einer distalen Richtung Y durch den Koppler **3420** und zwischen die beweglichen Arme **3422** die beweglichen Arme **3422** nach innen zurückzieht, so dass die Vorsprünge **3424** in die Öffnungen **3416** eingreifen. Durch Bewegen des Auslöseelements oder Auslösemittels **3430** in eine Rückzugsrichtung X können die beweglichen Arme **4622** nach außen gespreizt werden, so dass die Vorsprünge **3424** nicht mehr in die Öffnungen **3416** eingreifen. Auf diese Weise kann die Vorrichtung **3410** freigegeben und vom Koppler **3420** wieder eingefangen werden. In einigen Ausführungsformen ähnelt die prothetische Vorrichtung **3400** der Vorrichtung **3200** und umfasst eine Verbindungsleine (nicht dargestellt), mit der die Vorrichtung **3400** wieder eingefangen werden kann.

[0484] In **Fig. 186** ist ein Auslöseelement oder eine Auslöseeinrichtung **3500** zum Platzieren und Betätigen einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung dargestellt. Das Auslöseelement oder die Auslöseeinrichtung **3500** umfasst einen hohlen Positionierungsschaft **3510** und einen hohlen Vorrichtungsschaft **3520**, die über einen Halteschaft **3530** passen, der die hohlen Positionierungs- und Vorrichtungsschäfte **3510**, **3520** an einer Verbindung **3502** zusammenhält. Der hohle Positionierungsschaft **3510** erstreckt sich von einer Zuführvorrichtung **3504** und ermöglicht, wenn sie mit dem Vorrichtungsschaft **3520** gekoppelt ist, die Platzierung einer implantierbaren Vorrichtung **3506** an einer geeigneten Stelle zur Implantation. Die Position der Verbindung **3502**

zwischen dem hohlen Positionierungsschaft **3510** und dem Vorrichtungsschaft **3520** kann sich an einer Vielzahl von unterschiedlichen Positionen in einer implantierbaren Vorrichtung befinden. Beispielsweise kann sich die Verbindung **3502** an einem proximalen Abschnitt einer Vorrichtung oder an einem distalen Abschnitt einer Vorrichtung befinden.

[0485] Der hohle Positionierschaft **3510** kann einen vorspringenden Abschnitt **3512** und einen vertieften Aufnahmeabschnitt **3514** enthalten. Der Vorrichtungsschaft **3520** kann ebenfalls einen vorspringenden Abschnitt **3522** und einen vertieften Aufnahmeabschnitt **3524** aufweisen. Wenn der hohle Positionierschaft und der Vorrichtungsschaft **3510**, **3520** gekoppelt sind, wird der vorstehende Abschnitt **3512** des hohlen Positionierschaft **3510** vom Aufnahmeabschnitt **3524** des Vorrichtungsschafts **3520** aufgenommen, und der vorstehende Abschnitt **3522** des Vorrichtungsschafts **3520** wird vom Aufnahmeabschnitt **3514** des hohlen Positionierschafts **3510** aufgenommen.

[0486] Die Positionier- und Vorrichtungshohlschäfte **3510**, **3520** können auf unterschiedlichste Weise miteinander verbunden werden. Beispielsweise kann der hohle Positionierschaft **3510** eine Bohrung oder einen Kanal **3516** aufweisen, die bzw. der mit einer Bohrung oder einem Kanal **3526** des hohlen Vorrichtungsschafts **3520** fluchtet, wenn die vorstehenden Teile **3512**, **3522** in den jeweiligen Aufnahmeabschnitten **3514**, **3524** angeordnet sind. Wenn die Öffnungen **3516**, **3526** aufeinander ausgerichtet sind und der Halteschaft **3530** in die Öffnungen **3516**, **3526** in Richtung X eingesetzt wird, werden die hohle Positionier- und Vorrichtungsschäfte **3510**, **3520** zusammengehalten. Wenn der Halteschaft **3530** in Richtung Z aus den Öffnungen **3516**, **3526** entfernt wird, können die vorstehenden Teile **3512**, **3522** aus den Aufnahmeabschnitten **3514**, **3524** entfernt werden, so dass die Vorrichtung **3506** von dem hohlen Positionierschaft **3510** gelöst wird.

[0487] Noch immer Bezug nehmend auf **Fig. 186**, wird in einigen Ausführungsformen, wenn die hohlen Positionierungs- und die Vorrichtungsschäfte **3510**, **3520** aneinander befestigt sind, eine Öffnung **3540** an der Schnittstelle **3542** zwischen den hohlen Positionierungs- und den Vorrichtungsschäften **3510**, **3520** geschaffen. Die Öffnung **3540** ist so konfiguriert, dass eine Steuerleitung **3544** zwischen den hohlen Positionierungs- und den Vorrichtungsschäften **3510**, **3520** befestigt wird, um eine separate Steuerung von Schließen oder Greifelementen (nicht dargestellt) zu ermöglichen. Das heißt, die Öffnung **3540** ist so konfiguriert, dass sich die Leitung **3544** nicht relativ zur Öffnung **3540** bewegt, wenn die hohlen Positionierungs- und Vorrichtungsschäfte **3510**, **3520** miteinander verbunden sind. Nach dem Lösen der hohlen Positionier- und Vorrichtungsschäfte **3510**, **3520** wird die Leitung **3544** aus der Öffnung **3540** gelöst und kann aus der implantierbaren Vorrichtung **3506** entfernt werden. Die Leitung **3544** kann dann in den Katheter zurückgezogen werden, um die Halteelemente der Schließen zu lösen.

[0488] In **Fig. 187** ist ein Auslöse- oder Steuermechanismus **3600** dargestellt. Der Steuermechanismus **3600** kann zum Öffnen und Schließen von ersten und zweiten Schließen oder Greifelementen **3610**, **3620** verwendet werden, um native Klappensegel für die Implantation einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung zu ergreifen. Der Steuermechanismus **3600** umfasst ein erstes Greifersteuerungselement **3612** und ein zweites Greifersteuerungselement **3622**. Das erste Greifersteuerungselement **3612** ist so konfiguriert, dass es das erste Greifelement **3610** bidirektional in der Richtung X bewegt, und das zweite Greifersteuerungselement **3622** ist so konfiguriert, dass es das zweite Greifelement **3620** bidirektional in der Richtung Z bewegt. Durch die Bewegung des ersten Greifelements **3610** in der Richtung X wird die Breite W einer ersten Öffnung **3616** zwischen dem ersten Greifelement **3610** und einem ersten Paddel **3614** eingestellt, und durch die Bewegung des zweiten Greifelements **3620** in der Richtung Z wird die Breite H einer zweiten Öffnung **3626** zwischen dem zweiten Greifelement **3620** und einem zweiten Paddel **3624** eingestellt.

[0489] In der dargestellten Ausführungsform umfassen die Greifersteuerungselemente **3610**, **3620** Auslöseleitungen, die als Push/Pull-Glieder **3611**, **3621** ausgebildet sind, wie z.B. ein Katheter, ein flexibler Stab, ein steifer Draht usw., und einen Koppler **3613**, **3623**. Jedes Push/Pull-Glied **3611**, **3621** erstreckt sich von einer Zuführvorrichtung **3602** und ist durch die Koppler **3613**, **3623** lösbar an dem entsprechenden Greifelement **3612**, **3622** befestigt. Das Verbindungsglied **3611** ist so konfiguriert, dass es in der Richtung Y geschoben und gezogen werden kann. Die Bewegung des Glieds **3611** in Richtung Y bewirkt, dass sich das Greifelement **3610** in Richtung X bewegt. In ähnlicher Weise ist das Glied **3621** so konfiguriert, dass es in Richtung M geschoben und gezogen wird, und die Bewegung des Glieds **3621** in Richtung M bewirkt, dass sich das Greifelement **3620** in Richtung H bewegt.

[0490] In den **Fig. 188** und **Fig. 188A** ist ein Auslöse- oder Steuermechanismus **3700** zur Verwendung in implantierbaren prothetischen Vorrichtungen, wie den in der vorliegenden Anwendung beschriebenen Vorrichtungen, dargestellt. Der Auslösemechanismus **3700** ermöglicht das Schieben und Ziehen von Teilen einer im-

plantierbaren Vorrichtung, wie z.B. die oben beschriebenen Schließen oder Greifelemente. Der Mechanismus **3700** umfasst erste und zweite Steuerelemente **3710**, **3720**, die sich von einer Zuführvorrichtung **3702** aus erstrecken. Die Zuführvorrichtung **3702** kann jede geeignete Vorrichtung sein, wie z.B. eine Hülle oder ein Katheter. Die ersten und zweiten Steuerelemente **3710**, **3720** umfassen erste und zweite Nähte **3712**, **3722** und erste und zweite flexible Drähte **3714**, **3724**. Die ersten und zweiten flexiblen Drähte **3714**, **3724** erstrecken sich von der Zuführvorrichtung **3702** und enthalten jeweils eine Schlaufe **3716**, **3726** zur Aufnahme der ersten und zweiten Nähte **3712**, **3722** und zum Eingriff in ein Schließen- oder Greifelement. Jede der ersten und zweiten Nähte **3712**, **3722** erstreckt sich von der Zuführvorrichtung **3702** durch eine der ersten bzw. zweiten Schlaufen **3716**, **3726** und zurück in die Zuführvorrichtung **3702**. In dem in **Fig. 188** dargestellten Beispiel erstreckt sich jeder Faden **3712**, **3722** einmal durch eine der Schlaufen **3716**, **3726**. In dem in **Fig. 188** dargestellten Beispiel erstreckt sich jeder Faden **3712**, **3722** zweimal durch eine der Schlaufen **3716**, **3726**. In einigen Ausführungsformen erstrecken sich die ersten und zweiten Steuerelemente **3712**, **3722** durch separate Zuführvorrichtungen **3702**. Die Fäden **3712**, **3722** sind abnehmbar an den beweglichen Armen der oben beschriebenen Beispiel-Widerhaken befestigt. Die ersten und zweiten Schlaufen **3716**, **3726** der jeweiligen Drähte **3714**, **3724** können sich entlang der entsprechenden Nähte **3712**, **3722** bewegen, so dass die Schlaufen **3716**, **3726** in die entsprechenden Widerhakenschließen eingreifen können, um die beweglichen Arme zu erfassen. Das heißt, die Nähte **3712**, **3722** werden verwendet, um die beweglichen Arme in eine Öffnungsrichtung zu ziehen und die Drähte **3714**, **3724** werden verwendet, um die beweglichen Arme in eine Schließrichtung zu drücken. Die Drähte **3714**, **3724** können z.B. aus einer Stahllegierung, einer Nickel-Titan-Legierung oder einem anderen Metall- oder Kunststoffmaterial hergestellt sein. In bestimmten Ausführungsformen können die Drähte **3714**, **3724** einen Durchmesser zwischen etwa 0,10 mm und etwa 0,35 mm, zwischen etwa 0,15 mm und etwa 0,30 mm und zwischen etwa 0,20 mm und etwa 0,25 mm haben. Während die Drähte **3714**, **3724** so dargestellt sind, als kämen sie aus separaten Lumen als die Nähte **3712**, **3722**, können in einer Ausführungsform die Drähte **3714**, **3724** ein Lumen mit einer Naht teilen.

[0491] In den Beispielen der **Fig. 188** und **Fig. 188A** können die Drähte **3714**, **3724** durch einen starren oder halbstarren Schlauch oder eine schiebbare Spule ersetzt werden. Der Schlauch oder die schiebbare Spule kann sich ein Lumen mit einer Nahtschleife teilen, die Nahtschleife kann im Inneren des Schlauchs oder der schiebbaren Spule angeordnet sein. Der Schlauch oder die schiebbare Spule kann zum Schieben über eine Seite oder beide Seiten jeder Nahtschleife geschoben werden. Der Schlauch, die schiebbare Spule oder der Draht können bei Bedarf in den Katheter zurückgezogen werden, wenn sie nicht benötigt werden.

[0492] Bezug nehmend auf **Fig. 189** umfasst eine Beispielsausführung eines Auslöse- oder Steuermechanismus **3800** einen ersten Katheter **3811**, einen zweiten Katheter **3821** und eine einzelne Leitung **3830**, wie z.B. einen Draht oder einen Faden. Der erste Katheter **3811** und die Leitung **3830** sind so konfiguriert, dass sie ein erstes Greifelement **3810** in der Richtung X bewegen, und der zweite Katheter **3821** und die Leitung **3830** sind so konfiguriert, dass sie ein zweites Greifelement **3820** in der Richtung Z bewegen. Durch die Bewegung des Greifelements **3810** in der Richtung X wird die Breite W einer ersten Öffnung **3816** zwischen dem ersten Greifelement **3810** und einem ersten Paddel **3814** eingestellt, und durch die Bewegung des zweiten Greifelements **3820** in der Richtung Z wird die Breite H einer zweiten Öffnung **3826** zwischen dem zweiten Greifelement **3820** und einem zweiten Paddel **3824** eingestellt. Die Leitung **3830** erstreckt sich von einer Zuführvorrichtung **3802** durch die Katheter **3811**, **3821** und ist durch Öffnungen in beiden Greifelementen **3810**, **3820** gefädelt. Jeder Katheter **3811**, **3821** ist so konfiguriert, dass er in das entsprechende Greifelement **3810**, **3820** eingreift und dieses bewegt. Insbesondere ist der erste Katheter **3811** so konfiguriert, dass er in die Richtung Y geschoben wird, während die Leitung **3830** aus dem zweiten Katheter **3821** herausgezogen wird oder die Spannung in der Leitung **3830** reduziert wird. Der erste Katheter **3811** ist so konfiguriert, dass er in die Richtung Y gezogen wird, während die Leitung **3830** in den ersten Katheter **3811** hineingezogen wird oder die Spannung in der Leitung erhöht wird. Die Bewegung des ersten Katheters **3811** in Richtung Y bewirkt, dass der erste Katheter **3811** das erste Greifelement **3810** in Richtung X bewegt. In ähnlicher Weise ist der zweite Katheter **3821** so konfiguriert, dass er in Richtung M geschoben wird, während die Leitung **3830** aus dem ersten Katheter **3811** herausgezogen wird oder die Spannung in der Leitung **3830** verringert wird. Der zweite Katheter **3821** ist so konfiguriert, dass er in die Richtung M gezogen wird, während die Leitung **3830** in den zweiten Katheter **3821** hineingezogen wird oder die Spannung in der Leitung **3830** erhöht wird. Die Bewegung des zweiten Katheters **3821** in die Richtung M bewirkt, dass der zweite Katheter **3821** das zweite Greifelement **3820** in die Richtung H bewegt. In einer alternativen Ausführungsform kann der oben unter Bezugnahme auf **Fig. 189** beschriebene Steuermechanismus **3800** einen ersten flexiblen Draht mit einer Schlaufe (z.B., den flexiblen Draht **3714** mit der in **Fig. 188** gezeigten Schlaufe **3716**) und einen zweiten flexiblen Draht mit einer Schlaufe (z.B. den flexiblen Draht **3724** mit der in **Fig. 188** gezeigten Schlaufe **3726**) umfassen, und die einzelne Leitung **3830** erstreckt sich durch die Schlaufe **3716**, **3726** jedes der Drähte **3830**.

[0493] Unter Bezugnahme auf **Fig. 190** umfasst eine beispielhafte Ausführungsform eines Auslöse- oder Steuermechanismus **3900** eine einzelne Leitung **3930**, wie z.B. einen Faden oder ein Draht, die abnehmbar an ersten und zweiten Schließen oder Greifelementen **3910**, **3920** befestigt ist und abnehmbar zwischen einem Schaft oder einem Positionierungsschaft **3904** und einem Schaft oder einem Vorrichtungsschaft **3906** einer implantierbaren Vorrichtung fixiert ist. Obwohl als zwei Schäfte **3904**, **3906** beschrieben, könnten diese als eine einziger Schaft konfiguriert sein, der z.B. durch eine Schlaufe der Leitung **3930** verläuft und aus der Schlaufe herausgezogen werden kann, um die Leitung freizugeben. Die Schäfte **3904**, **3906** sind ähnlich wie die oben näher beschriebenen hohlen Positionier- und Vorrichtungsschäfte **3510**, **3520**. Die Einzelleitung **3930** ist an einer Verbindung **3908** zwischen den Schäften **3904**, **3906** angeschlossen, so dass die Einzelleitung **3930** die Greifelemente **3910**, **3920** separat steuern kann. Das heißt, dass die Bewegung eines ersten Abschnitts **3932** der Leitung **3930** in einer Richtung Y eine Breite W zwischen dem ersten Greifelement **3910** und einem ersten Paddel **3914** einstellt, aber nicht eine Breite H zwischen dem zweiten Greifelement **3920** und einem zweiten Paddel **3924** einstellt. In ähnlicher Weise wird durch die Bewegung eines zweiten Abschnitts **3934** der Leitung **3930** in einer Richtung M eine Breite H zwischen dem zweiten Greifelement **3920** und einem zweiten Paddel **3924** eingestellt, nicht aber die Breite W zwischen dem ersten Greifelement **3910** und dem ersten Paddel **3914**. Nachdem die Klappenreparaturvorrichtung in einer geschlossenen Position ist und am nativen Klappengewebe befestigt ist, wird der Positionierschaft **3904** vom Vorrichtungsschaft **3906** entkoppelt. Durch das Entkoppeln der Schäfte **3904**, **3906** wird die Leitung **3930** aus der Verbindung **3908** gelöst. Die Leitung **3930** kann dann in den Katheter **3902** zurückgezogen werden, um die Greifelemente **3910**, **3920** zu lösen, indem ein Ende der Leitung **3930** in den Katheter **3902** gezogen wird. Das Ziehen eines Endes der Leitung **3930** in den Katheter **3902** zieht das andere Ende der Leitung **3930** durch die Greifelemente **3910**, **3920** und dann in den Katheter **3902**. Jede der hier beschriebenen Leitungen kann auf diese Weise zurückgezogen werden. Obwohl hier als eine einzige Leitung beschrieben, könnte eine ähnliche Konfiguration auch verwendet werden, bei der die Leitung **3930** aus zwei separaten Leitungen besteht, die jeweils in ähnlicher Weise mit einer entsprechenden Schließe oder einem Greifelement **3910**, **3920** verbunden sind, und bei der jede der separaten Leitungen an den Schäften **3904**, **3906** oder an einem kombinierten einzelnen Schaft (z.B. , die durch Schlaufen an den Enden der beiden Leitungen verläuft und zurückgezogen werden kann, um die beiden Leitungen freizugeben) befestigt ist.

[0494] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 208A**, **Fig. 208B**, **Fig. 209A** und **Fig. 209B** wird eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung **4100**, wie die in der vorliegenden Anwendung beschriebenen Vorrichtungen, gezeigt, die an den nativen Klappensegeln **20**, **22** verankert ist. Die Vorrichtung **4100** umfasst ein Koaptions- oder Abstandshalterelement **4102** und Anker **4104**. Die Verankerungen **4104** befestigen die Vorrichtung **4100** an den Klappensegeln **20**, **22**. Wie in **Fig. 208B** zu sehen ist, verbleiben nach dem Entfalten der Vorrichtung **4100** ein erster und ein zweiter Spalt **26A**, **26B** zwischen den geschlossenen Klappensegeln **20**, **22**. Das Koaptionselement **4102** umfasst ein erstes und ein zweites zusätzliches, aufblasbares Koaptions- oder Abstandshalterelement **4106**, **4108**, die in den **Fig. 208A** und **Fig. 208B** in einem nicht aufgeblasenen Zustand dargestellt sind.

[0495] In den **Fig. 209A**, **Fig. 209B** ist die Vorrichtung **4100** mit den Hilfskoaptionselementen **4106**, **4108** in aufgeblasenem Zustand dargestellt. Die ersten und zweiten Hilfskoaptionselemente **4106**, **4108** können aufgeblasen werden, um die ersten und zweiten Lücken **26A**, **26B** zu füllen. Durch das Füllen der Lücken **26A**, **26B** können die Klappensegel **20**, **22** besser um die Vorrichtung **4100** abdichten. Die Hilfskoaptionselemente **4106**, **4108** sind unabhängig voneinander aufblasbar, so dass das erste Hilfskoaptionselement **4106** auf eine andere Größe aufgeblasen werden kann als das zweite Hilfskoaptionselement **4108**, um Lücken unterschiedlicher Größe **26A**, **26B** zu füllen.

[0496] In den **Fig. 210A** und **Fig. 210B** ist ein Beispiel für ein expandierbares Koaptions- oder Abstandselement **4200** zur Verwendung mit einer prothetischen implantierbaren Vorrichtung der vorliegenden Offenbarung dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 210A** ist das ausdehnbare Koaptionselement **4200** in einem komprimierten Zustand dargestellt. Das dehnbare Koaptionselement **4200** ist aus einem gewickelten Draht **4202** gebildet, der im komprimierten Zustand durch ein Halteelement **4204** gehalten wird. Sobald sich das Koaptionselement **4200** an einer gewünschten Stelle befindet, wird eine Auslöseleine oder Auslösenahut **4206** verwendet, um das Rückhalteelement **4204** in eine Auslöserichtung **4208** zu ziehen. Durch das Entfernen des Halteelements **4204** kann sich das Koaptionselement **4200** in einer Expansionsrichtung **4210** auf eine größere, expandierte Größe ausdehnen. Das Koaptionselement **4200** kann wie das Hilfskoaptionselement **4016**, **4018** in der Ausführungsform der **Fig. 208A**, **208B**, **208C** und **208D** verwendet werden.

[0497] In den **Fig. 211A** und **Fig. 211B** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **4300**, wie die in der vorliegenden Anwendung beschriebenen Vorrichtungen, dargestellt. Die Vorrichtung **4300** er-

streckt sich von einem proximalen Ende **4301** zu einem distalen Ende **4303**. Wie die oben beschriebene Vorrichtung **4100** umfasst die Vorrichtung **4300** ein Koaktions- oder Abstandshalterelement **4302**, das ein erstes und ein zweites aufblasbares Koaktions- oder Abstandshalterhilfselement **4306**, **4308** aufweist, die in **Fig. 211A** in einem nicht aufgeblasenen Zustand dargestellt sind. Jedes Hilfskoaktionselement **4306**, **4308** erstreckt sich von einem proximalen Ende **4306A**, **4308A** zu einem distalen Ende **4306B**, **4308B**. In **Fig. 211B** ist die Vorrichtung **4300** mit den Hilfskoaktionselementen **4306**, **4308** in einem aufgeblasenen Zustand dargestellt. Im aufgeblasenen Zustand haben die proximalen Enden **4306A**, **4308A** und das distale Ende **4306B**, **4308B** unterschiedliche Größen, so dass die Hilfskoaktionselemente **4306**, **4308** von den proximalen **4306A**, **4308A** zu den distalen Enden **4306B**, **4308B** an Größe zunehmen. In bestimmten Ausführungsformen sind die proximalen Enden größer als die distalen Enden. Die variierende Breite der Hilfskoaktionselemente **4306**, **4308** verbessert die Koaktion zwischen den Klappensegeln (nicht dargestellt) und der Vorrichtung **4300**, wobei sich die Lücken zwischen den Klappensegeln von den proximalen zu den distalen Enden **4301**, **4303** der Vorrichtung **4300** in ihrer Größe ändern.

[0498] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 212A**, **Fig. 212B**, **Fig. 213A**, **Fig. 213B**, **Fig. 214**, **Fig. 215A**, **Fig. 215B**, **Fig. 216A**, **Fig. 216B**, **Fig. 217A**, **Fig. 217B** und **Fig. 218** wird nun eine beispielhafte implantierbare prothetische Vorrichtung **4400**, wie die in der vorliegenden Anwendung beschriebenen Vorrichtungen, gezeigt. Bezug nehmend auf die **Fig. 212A**, **Fig. 212B**, **Fig. 213A**, **Fig. 213B** und **Fig. 214** umfasst die Vorrichtung **4400** ein Koaktions- oder Abstandshalterelement **4402**, Anker **4404** und einen Befestigungsabschnitt **4406**. Der Befestigungsabschnitt **4406** ist eine Gewindestange, die sich von dem Koaktionselement **4402** aus erstreckt, um ein Hilfskoaktions- oder Abstandshalterelement **4410** aufzunehmen. Das Hilfskoaktionselement **4410** hat eine umgekehrte L-Form mit einer Befestigungsöffnung **4412** und einem Abstandshalterkörper **4414**. Die Befestigungsöffnung **4412** nimmt den Befestigungsabschnitt **4406** auf, um das Hilfskoaktionselement **4410** an der Vorrichtung **4400** zu befestigen. Der Abstandshalterkörper **4414** erstreckt sich entlang einer Seite des Koaktionselements **4402**, um einen Spalt (z.B. die in **Fig. 208B** gezeigten Spalte 26A, 26B) zwischen den Klappensegeln zu füllen. Das Hilfskoaktionselement **4410** kann jede geeignete Form haben und in Breite und Größe variieren wie die oben beschriebenen aufblasbaren Abstandshalter **4106**, **4108**, **4306** und **4308**.

[0499] In **Fig. 214** ist dargestellt, wie das Hilfskoaktionselement **4410** an der Vorrichtung **4400** montiert wird. Das Hilfskoaktionselement **4410** kann an dem Befestigungsabschnitt **4406** der Vorrichtung **4400** angebracht werden, nachdem die Vorrichtung **4400** zwischen den nativen Klappensegeln (nicht dargestellt) implantiert und über die Anker **4404** verankert wurde. Wie in den **Fig. 215A** und **Fig. 215B** zu sehen ist, wird das Hilfskoaktionselement **4410** mit einer Mutter **4408** am Befestigungsabschnitt **4406** befestigt, nachdem es an der Vorrichtung **4400** angebracht wurde. In bestimmten Ausführungsformen ist die Befestigungsöffnung **4412** im Hilfskoaktionselement **4410** ein Schlitz, um eine seitliche Einstellung der Position des Hilfskoaktionselements **4410** zu ermöglichen, ohne das Hilfskoaktionselement **4410** vollständig von der Vorrichtung **4400** zu entfernen. Das heißt, die Mutter **4408** kann gelöst werden, um die Position des Hilfskoaktionselements **4410** nach der Montage an der Vorrichtung **4400** zu justieren.

[0500] Bezug nehmend auf die **Fig. 216A**, **Fig. 216B**, **Fig. 217A**, **Fig. 217B** sind die Vorrichtung **4400** und das Hilfskoaktionselement oder der Abstandshalter **4410** mit anderen Mitteln zur Befestigung des Hilfskoaktionselements **4410** an der Vorrichtung **4400** als der oben beschriebenen Gewindestange und Mutter **4408** dargestellt. Die in den **Fig. 216A** und **Fig. 216B** gezeigte Vorrichtung **4400** enthält einen kreisförmigen Magneten **4407**, der den Befestigungsabschnitt **4406** umgibt. Das in den **Fig. 217A** und **Fig. 217B** gezeigte Hilfskoaktionselement **4410** umfasst einen ähnlich geformten Magneten **4413**, der die Befestigungsöffnung **4412** (die als Loch und nicht als Schlitz dargestellt ist) umgibt. Wenn das Hilfskoaktionselement **4410** an der Vorrichtung **4400** montiert ist, weisen die gegenüberliegenden Pole zwei Magnete **4407**, **4413** zueinander, die sich gegenseitig anziehen und das Hilfskoaktionselement **4410** durch magnetische Anziehungskräfte an der Vorrichtung **4400** festhalten. In einigen Ausführungsformen sind mehrere Magnete an der Vorrichtung **4400** und/oder dem Hilfskoaktionselement **4410** vorgesehen.

[0501] In **Fig. 218** ist ein doppelseitiges Hilfskoaktionselement **4420** zur Befestigung an der Vorrichtung **4400** dargestellt. Das Hilfskoaktionselement **4420** hat eine umgekehrte U-Form mit einer Befestigungsöffnung **4422**, die zwischen zwei Koaktionsabschnitten **4424** angeordnet ist. Wie das oben beschriebene Hilfskoaktionselement **4410** nimmt die Befestigungsöffnung **4422** den Befestigungsabschnitt **4406** auf, um das Hilfskoaktionselement **4420** an der Vorrichtung **4400** zu befestigen. Die Koaktionsabschnitte **4424** erstrecken sich entlang beider Seiten des Koaktionselements **4402**, um Lücken (z.B. die in **Fig. 208B** gezeigten Lücken 26A, 26B) zwischen den Klappensegeln zu füllen. Das Hilfskoaktionselement **4420** kann jede geeignete Form haben und in Breite und Größe variieren, wie die oben beschriebenen aufblasbaren Abstandshalter **4106**, **4108**, **4306** und **4308**.

[0502] In den **Fig. 219A** und **Fig. 219B** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **4500**, wie die in der vorliegenden Anwendung beschriebenen Vorrichtungen, dargestellt. Die Vorrichtung **4500** umfasst ein Koaptions- oder Abstandshalterelement **4502** und Befestigungsabschnitte **4504**, die auf gegenüberliegenden Seiten des Koaptionselements **4502** angeordnet sind. Die Befestigungsabschnitte **4504** sind so konfiguriert, dass sie Hilfskoaptions- oder Abstandshalterelemente unterschiedlicher Form und Größe aufnehmen können (**Fig. 220A-220E**). In der dargestellten Ausführungsform sind die Befestigungsabschnitte **4504** als Bügel dargestellt, die Pfosten oder Stifte **4512** der Hilfskoaptionselemente aufnehmen (**Fig. 220A-220E**). Wie die oben gezeigten Abstandshalter **4410** erstrecken sich die in den **Fig. 220A-220E** gezeigten Hilfskoaptionselemente **4510A**, **4510B**, **4520A**, **4520B**, **4530A**, **4530B**, **4540A**, **4540B**, **4550A**, **4550B** entlang einer oder beider Seiten des Koaptionselements **4502**, um eine Lücke (z.B. die in **Fig. 208B** gezeigten Lücken **26A**, **26B**) zwischen den Klappensegeln zu füllen. Um Lücken unterschiedlicher Größe und Form auszufüllen, sind die verschiedenen Hilfskoaptionselemente **4510A**, **4510B**, **4520A**, **4520B**, **4530A**, **4530B**, **4540A**, **4540B**, **4550A**, **4550B** mit halbkreisförmigen, abgerundeten dreieckigen oder anderen geeigneten Formen in einer Reihe von Größen versehen. Hilfskoaptionselemente **4510A**, **4510B**, **4520A**, **4520B**, **4530A**, **4530B**, **4540A**, **4540B**, **4550A**, **4550B** unterschiedlicher Größe und Form können an dem Koaptionselement **4502** angebracht werden, um Lücken mit unterschiedlichen Formen und Größen auf gegenüberliegenden Seiten des Koaptionselements **4502** aufzunehmen.

[0503] In den **Fig. 221-223** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **4600** dargestellt. Bezug nehmend auf **Fig. 221** ist die Vorrichtung **4600** dargestellt, die aus einer flachen Materialplatte **4602**, wie z.B. Nitinol, in eine gitterartige Form geschnitten ist, die aus einer Vielzahl von Streben gebildet wird. Der Koaptionsabschnitt **4604** der Vorrichtung **4600** umfasst Hilfskoaptionsabschnitte **4606**, die sich von dem Koaptionselement **4602** nach außen ausdehnen, wenn die Vorrichtung **4600** in eine dreidimensionale Form gebracht wird. Die Hilfskoaptionsabschnitte **4606** können längere Streben sein, die gekrümmt sind, bevor die prothetische Vorrichtung erweitert wird. Wie in **Fig. 223** gezeigt, dehnen sich die längeren gekrümmten Streben aus, wenn die Vorrichtung erweitert wird, und bilden die Hilfskoaptionsabschnitte **4606**. Die expandierten Hilfskoaptionsabschnitte **4605** füllen die Lücken **26** zwischen den nativen Klappensegeln **20**, **22** ganz oder teilweise aus, wenn die Vorrichtung **4600** zwischen den nativen Klappensegeln **20**, **22** implantiert wird. In einigen Ausführungsformen ist der Koaptionsabschnitt **4604** der Vorrichtung mit einer Abdeckung (nicht dargestellt) bedeckt, die aus einem Stoffmaterial wie z.B. einem feinmaschigen Polyethylenstoff bestehen kann. Die Stoffabdeckung kann eine Blutabdichtung auf der Oberfläche des Abstandshalters gewährleisten und/oder ein schnelles Einwachsen von Gewebe fördern.

[0504] In den **Fig. 224-225** ist ein Beispiel für eine implantierbare prothetische Vorrichtung **4700** dargestellt. Wie in **Fig. 224** gezeigt, ist die Vorrichtung **4700** aus einer flachen Materialplatte **4702**, wie z.B. Nitinol, geschnitten. Die Vorrichtung **4700** umfasst Koaptionsabschnitte **4704**, innere Paddelabschnitte **4706**, äußere Paddelabschnitte **4708** und einen mittleren Abschnitt **4710**. In **Fig. 225** ist die Vorrichtung **4700** in eine dreidimensionale Form gefaltet dargestellt. Das Material **4702** ist am mittleren Abschnitt **4710** so gefaltet, dass die verschiedenen Abschnitte jeder Seite des Materials **4702** aufeinander ausgerichtet sind. Wenn die Koaptionsabschnitte **4704** ausgerichtet sind, formt eine Matrix von Ausschnitten im Material **4702** den Koaptionsabschnitt **4704** zu einer dreidimensionalen Form, die der Form der oben beschriebenen Koaptionselemente ähnelt.

[0505] Eine beispielhafte Ausführungsform einer implantierbaren prothetischen Vorrichtung **23200** ist in den **Fig. 232A-232B** dargestellt. Die Vorrichtung **23200** kann gleich, im Wesentlichen gleich oder ähnlich wie die Vorrichtung **500A** sein, mit der Ausnahme, dass die Paddel **23202** der Vorrichtung **23200** so konfiguriert sind, dass sie einen Bereich **23304** (siehe **Fig. 233A**) bilden, in dem die Paddel parallel oder im Wesentlichen parallel sind, um den Eingriff mit dem Klappensegel zu verbessern. Die implantierbare Vorrichtung **23200** kann alle anderen Merkmale für eine implantierbare prothetische Vorrichtung aufweisen, die in der vorliegenden Anwendung erörtert werden, und die Vorrichtung **23200** kann so positioniert werden, dass sie in das Klappengewebe **20**, **22** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems eingreift (z.B. jedes in der vorliegenden Anwendung offenbarte Klappenreparatursystem).

[0506] Wie in den **Fig. 232A** und **Fig. 232B** dargestellt, umfasst die prothetische Vorrichtung **23200** Paddelrahmen **23202**, ein Koaptionselement **23204**, äußere Paddelteile **23206** und innere Paddelteile **23208**. Die Paddelrahmen **23202**, die Paddelteile (**23206** & **23208**) und das Koaptionselement **23204** arbeiten zusammen, um die Segel einer nativen Herzklappe zu erfassen und zu sichern. Zusätzlich zu den Paddelabschnitten **23206**, **23208**, den Paddelrahmen **23202** und dem Koaptionselement **23204** ist mit jedem inneren Paddelabschnitt **23208** eine Schließe **23210** verbunden, die dazu dient, die Segel während der Installation der Prothese **23200** zu sichern. In der Querschnittsansicht von **Fig. 232B** sind die äußeren Paddelteile **23206** und die inneren Paddelteile **23208** des Koaptionselements **23204** dargestellt. Ebenfalls sichtbar sind die Abschnitte der

Schließe **23210**. Insbesondere zeigt die Querschnittsansicht von **Fig. 232B** einen flexiblen Abschnitt **23212**, der sich zwischen festen und beweglichen Abschnitten der Schließe **23210** erstreckt.

[0507] Wie in den **Fig. 233A-233B** dargestellt, ist ein Abschnitt **23302** der Paddelrahmen **23202** so konfiguriert, dass er im Gebrauch parallel oder im Wesentlichen parallel zwischen jedem Paddelrahmen **23202** verläuft. Dadurch wird ein Bereich **23304** gebildet, in dem eine verbesserte Klemmung des Klappensegels gegeben ist. Im dargestellten Beispiel ist der Bereich **23304** rechteckig oder im Wesentlichen rechteckig. In einigen Ausführungsbeispielen kann der Bereich **23304** jedoch auch andere Formen haben. Zum Beispiel kann der Bereich **23304** in anderen Ausführungsbeispielen etwas verjüngt sein, um einer verjüngten Form von nativen Klappensegel zu entsprechen.

[0508] Die **Fig. 234A-234B** zeigen eine implantierbare prothetische Vorrichtung **23200**, die native Klappensegel, wie z.B. die nativen Klappensegel **20** und **22** oder Trikuspidalklappensegel, erfasst hat. Die Vorrichtung **23200** kann auch ähnlich wie andere hierin beschriebene Vorrichtungen abgedeckt werden. Wie dargestellt, werden die Klappensegel **20** und **22** zwischen Paddelrahmen **23202** in einem Bereich erfasst, in dem die Paddelrahmen parallel oder im Wesentlichen parallel zueinander sind, im Gegensatz zu einem Bereich, in dem die Paddelrahmen voneinander weg gebogen sind. Im dargestellten Beispiel bietet diese parallele Konfiguration einen Bereich, der sich von der gestrichelten Linie **23408** bis zur gestrichelten Linie **23410** erstreckt, in dem die Fächer an den Seiten des Koaptionselements zusammengedrückt werden und nicht an einem einzigen Punkt. Der Abstand, in dem die Klappensegel zusammengepresst werden, kann von 1-10 mm, z.B. von 2-5 mm, z.B. von 3-4 mm betragen. Die Querschnittsansicht von **Fig. 234B** zeigt, dass die Segel **20** und **22** durch die Paddelrahmen **23202** zusammengepresst werden und in diesem Bereich während der Diastole oder Systole kein Blut durch die native Herzklappe fließt.

[0509] Ein Vorteil der in den **Fig. 234A-234B** dargestellten Ausführungsform ist in den **Fig. 235A-235B** dargestellt. Wie bei **23502** gezeigt, erstreckt sich das erste Klappensegel weiter in die Prothesenvorrichtung **23200** als das zweite Klappensegel **22**. Es sei darauf hingewiesen, dass die Verwendung von „erstes“ und „zweites“ der Vereinfachung der Erklärung der Figur dient. So kann das erste Klappensegel **20** ein beliebiges Klappensegel sein (z.B. entweder ein vorderes oder ein hinteres Klappensegel usw.), wie dies auch bei dem zweiten Klappensegel **22** der Fall ist. Wie bereits an anderer Stelle erwähnt, können die Klappensegel (**20**, **22**) während des Einsetzens der prothetischen Vorrichtung **23200** einzeln erfasst werden, bevor sie durch das Koaptionselement und den Paddelrahmen festgeklemmt werden. Das Ergebnis kann eine Fehlausrichtung und/oder ein Unterschied in der Einschubtiefe sein, wie bei **23502** dargestellt. In einigen Ausführungsbeispielen können die Paddelrahmen einen kürzeren parallelen Abschnitt oder keinen parallelen Abschnitt haben, was zu einem engeren Kontaktabschnitt zwischen den Klappensegeln entlang der Paddelrahmen führt. Aufgrund der parallelen oder im Wesentlichen parallelen Ausrichtung der Beispiel-Paddelrahmen (**23202**) werden die Klappensegel dennoch entlang der Länge der Paddelrahmen zwischen den Linien **23408** und **23410** zusammengepresst. Der Abstand zwischen den Linien **23408** und **23410**, in dem die Klappensegel durch die Paddelrahmen zusammengepresst werden, ist zwar geringer als in dem in **Fig. 234A** dargestellten Beispiel, aber es gibt immer noch einen Bereich, in dem die Klappensegel zusammengepresst werden. Die Querschnittsansicht von **Fig. 235B** zeigt, dass die Segel **20** und **22** durch die Paddelrahmen **23202** zusammengepresst werden und in diesem Bereich während der Diastole oder Systole kein Blut durch die native Herzklappe fließt, obwohl die Segel in der Vorrichtung versetzt sind. In einem Ausführungsbeispiel werden die Segel **20**, **22** von den Paddeln **23202** zusammengepresst, solange sich ein Teil jedes Segels in dem Bereich **23304** (siehe **Fig. 233A**) befindet, in dem die Paddelrahmen **23302** parallel und nahe genug beieinander liegen, um die Segel zusammenzupressen (d.h. der Abstand zwischen den Paddelrahmen **23302** in dem Bereich **23304** ist kleiner oder gleich der gestapelten Dicke der beiden Segel).

[0510] **Fig. 236** zeigt eine alternative Ansicht der prothetischen Vorrichtung **23200** aus **Fig. 233A**. Wenn die Ansicht von **Fig. 233A** als „Vorderansicht“ zu betrachten wäre, wäre die Ansicht von **Fig. 236** eine Seitenansicht. Da die prothetische Vorrichtung **23200** optional symmetrisch oder im Wesentlichen symmetrisch von vorne nach hinten und von Seite zu Seite ist, könnte **Fig. 236** entweder eine Ansicht der linken oder der rechten Seite der prothetischen Vorrichtung **23200** darstellen. Am oberen Ende der Figur ist der Kragen **23602** der Prothesenvorrichtung **23200** zu sehen. Das äußere Paddel **23206** ist von oben nach unten in der Figur sichtbar. Ein Paddelrahmen **23202** ist ebenfalls sichtbar. Wie bereits in **Fig. 234A** erwähnt, weist der Paddelrahmen **23202** einen Bereich **23406** auf, entlang dessen die Paddelrahmen der Prothesenvorrichtungen parallel oder im Wesentlichen parallel sind. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Außenkanten **23604** jedes Paddelrahmens **23202** parallel oder im Wesentlichen parallel zu einer vertikalen Achse **23606** der Prothesenvorrichtung **23200**. Diese vertikale Ausdehnung der Außenkanten **23604** der Paddelrahmen **23202** verleiht

den Paddelrahmen **23202** und der Außenseite der Vorrichtung eine rechteckige Form. Diese rechteckige Form erlaubt es, eine Vielzahl von Prothesen **23200** nebeneinander zu platzieren.

[0511] Unter bestimmten Umständen kann die Reparatur einer Herzklappe, z.B. einer Mitralklappe oder Trikuspidalklappe, mehr als eine prothetische Vorrichtung **23200** erfordern. In einem solchen Fall kann eine zweite (oder mehrere) prothetische Vorrichtung **23200** installiert werden. Unter bestimmten Umständen kann es wünschenswert sein, dass diese zweite Prothesenvorrichtung **23200** neben einer ersten Prothesenvorrichtung **23200** installiert wird. Durch die parallele Anordnung der Abschnitte **23604** und die daraus resultierende allgemein rechteckige Form der Vorrichtung können zwei (oder mehr) prothetische Vorrichtungen **23200** nebeneinander installiert werden, wobei die parallelen oder im Wesentlichen parallelen Paddelrahmenabschnitte **23604** aneinander stoßen oder nahezu aneinander stoßen. Diese Positionierung ist in **Fig. 237** dargestellt. In **Fig. 237** sind zwei prothetische Vorrichtungen **23200** nebeneinander positioniert, so dass die Paddelrahmen **23202** jeder Vorrichtung parallel oder im Wesentlichen parallel sind, wie in **Fig. 237** dargestellt. Die engen oder aneinanderstoßenden parallelen Paddelrahmen **23202** tragen dazu bei, Leckage oder Regurgitation zwischen den Abschnitten der Klappen, die sich zwischen den Vorrichtungen **23200** befinden, zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0512] Eine prothetische Vorrichtung **23200**, die auf den Klappensegeln **20**, **22** einer nativen Herzklappe, wie z.B. einer Mitralklappe MV, installiert wird, ist in **Fig. 238A** dargestellt. Wie dargestellt, ist die Prothesenvorrichtung **23200** an einer Stelle entlang der Segel der Mitralklappe **MV** positioniert. **Fig. 238B** zeigt einen Querschnitt eines ersten Segels **20** und eines zweiten Segels **22**. Wenn eine einzelne prothetische Vorrichtung **23200**, wie dargestellt, nicht ausreicht, um die native Herzklappe zu reparieren, um die Regurgitation auf ein gewünschtes Niveau zu reduzieren oder die Regurgitation zu beseitigen, kann eine zweite Vorrichtung **23200** installiert werden. Bei einer Installation mit einer zweiten Prothesenvorrichtung **23200** kann die Positionierung der Vorrichtungen in unmittelbarer Nähe eine Regurgitation zwischen den Segelabschnitten verhindern, die sich zwischen den beiden Prothesenvorrichtungen befinden.

[0513] Eine erste prothetische Vorrichtung **23200** und eine zweite prothetische Vorrichtung **23200**, die jeweils mit einem parallelen oder im Wesentlichen parallelen Abschnitt des Paddelrahmens konfiguriert sind, ermöglichen eine nebeneinander liegende Installation, wie in **Fig. 239A** dargestellt. Wie dargestellt, werden die Segel **20**, **22** einer Mitralklappe **MV** durch zwei Prothesenvorrichtungen **23200** gesichert, die so nebeneinander positioniert sind, dass der Paddelrahmen der ersten Prothesenvorrichtung **23200** parallel oder im Wesentlichen parallel zum Paddelrahmen der zweiten Prothesenvorrichtung **23200** ist. Auf diese Weise können die Vorrichtungen sehr nahe beieinander positioniert werden, wodurch ein Spalt **23902** zwischen den beiden prothetischen Vorrichtungen **23200** minimiert wird. Wie in **Fig. 239B** dargestellt, werden die Abschnitte der Segel **20** und **22**, die sich zwischen den beiden Vorrichtungen befinden, durch die Paddelrahmen **23202** zusammengehalten, so sich diese Segelabschnitte während der Ventrikelsystole nicht öffnen und dadurch einen Regurgitationsstrahl zwischen den Vorrichtungen verhindern.

[0514] Die **Fig. 235A-235B** und die zugehörige Beschreibung zeigen und beschreiben, wie Abschnitte des Paddelrahmens **23202**, die parallel oder im Wesentlichen parallel sind, die Koaption eines Teils eines ersten Klappensegels mit einem Teil eines zweiten Klappensegels um das Koaptionselement herum bewirken, auch wenn das erste Klappensegel **20** und das zweite Klappensegel **22** falsch ausgerichtet sind. In der Ausführungsform der **Fig. 235A** und **Fig. 235B** werden die Klappensegel durch die Paddelrahmen zusammengedrückt, wenn sich ein Teil der Klappensegel **20**, **22** in dem größeren, parallelen Bereich **23304** befindet. In einem Ausführungsbeispiel kann dieser größere, parallele Bereich **23304** auch verwendet werden, um Regurgitation durch Klappensegelabschnitte zu verhindern, die sich zwischen zwei benachbarten Vorrichtungen befinden.

[0515] Die prothetischen Vorrichtungen **23200** der **Fig. 239B** sind als vertikal ausgerichtet dargestellt, so dass die Ränder der Segel **20** und **22** der nativen Herzklappe in der gleichen oder im Allgemeinen der gleichen Tiefe in den prothetischen Vorrichtungen **23200** erfasst werden. Eine solche Anordnung könnte jedoch sehr schwierig zu erreichen und/oder zu bestätigen sein.

[0516] **Fig. 240A** zeigt eine vertikale Fehlausrichtung zwischen zwei prothetischen Vorrichtungen **23200**, die auf einer nativen Herzklappe, z.B. einer Mitralklappe, installiert sind. Wie in **Fig. 240A** zu sehen ist, befindet sich ein unterer Teil der Segel **20**, **22** innerhalb des Bereichs **23304** beider Vorrichtungen, entlang dessen die Paddelrahmen der ersten prothetischen Vorrichtung parallel oder im Wesentlichen parallel sind. Wie bereits erwähnt, sorgt dieser Bereich **23304** für eine Klemmwirkung der Klappensegel. So wird, wie in **Fig. 240B** dargestellt, der Bereich **23904** zwischen den Klappensegel **20** und **22** zusammengehalten, so dass sich zwischen den beiden Prothesenvorrichtungen **23200** kein Spalt zwischen den Klappensegeln bildet, obwohl die beiden

Klappensegel auf der Herzklappe vertikal falsch ausgerichtet sind. Der Verlauf der Segel in **Abb. 239B** und **240B** bleibt gleich oder ähnlich.

[0517] Wie in den **Fig. 8-12**, der zugehörigen Beschreibung und an anderer Stelle hierin dargestellt, wird eine Schließe verwendet, um die Klappensegel während der Installation der hierin offenbarten prothetischen Vorrichtungen, einschließlich der prothetischen Vorrichtung **23200**, zu sichern. Ein beispielhafter Installationsvorgang ist in den **Fig. 15-20** und der zugehörigen schriftlichen Beschreibung dargestellt. In diesem beschriebenen Verfahren wird eine Schließe, die mit jedem Paddelteil des Koaptionselements verbunden ist, zum Erfassen eines Klappensegels verwendet. Um das Klappensegel sicher zu fassen, sind die Schließen mit Widerhaken versehen, die das Klappensegel teilweise oder vollständig durchstechen können. In den **Fig. 241** und **Fig. 242** ist ein Ausführungsbeispiel für den mit Widerhaken versehenen Teil einer Schließe **24100** dargestellt. Dargestellt sind eine optionale Öse **24102** und Widerhaken **24104**, die sich in einem Widerhakenstützabschnitt **24106** der Schließe **24100** befinden. In der Figur sind Abschnitte der Schließe **24100** zu sehen, die so konfiguriert sind, dass sie die Flexibilität des Widerhakenstützabschnitts **24106** der Schließe **24100** erhöhen. Die Erhöhung der Flexibilität des Widerhakenstützabschnitts **24106** der Schließe **24100** kann auf unterschiedlichste Weise erreicht werden. In der dargestellten Ausführungsform sind Ausschnitte **24108** zur Erhöhung der Flexibilität des Widerhakenstützabschnitts **24106** der Schließe **24100** vorgesehen. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Flexibilität jedoch erhöht werden, indem die Dicke in einem ausgewählten Bereich oder in ausgewählten Bereichen reduziert wird, indem Teile der Schließe aus unterschiedlichen Materialien hergestellt werden, indem verschiedene Teile der Schließe einer Wärme- und/oder chemischen Behandlung unterzogen werden usw. Jede Art der Vergrößerung des Widerhakenstützabschnitts kann verwendet werden.

[0518] In einem Ausführungsbeispiel ist die Flexibilität des Widerhakenstützabschnitts **24106** so konfiguriert, dass sich die Widerhaken bei Anwendung einer vorbestimmten Zugkraft drehen und aus dem Klappensegel herausziehen. In einem Ausführungsbeispiel wird die vorbestimmte Zugkraft so gewählt, dass sich die Widerhaken drehen und aus dem Klappensegel herausziehen, bevor eine Beschädigung des Klappensegels auftritt. In einem Ausführungsbeispiel wird die vorbestimmte Zugkraft so gewählt, dass sich die Paddel und Paddelrahmen zuerst biegen und öffnen oder teilweise öffnen und sich dann dann die Widerhaken drehen und aus dem Klappensegel herausziehen. **Fig. 241** zeigt die Widerhakenhalterung in einer „normalen“ oder nicht gebogenen Position, während **Fig. 242** den Widerhakenstützabschnitt **24106** der Schließe **24100** in einer gebogenen Position zeigt.

[0519] Die **Fig. 243A-243H** zeigen ein Beispiel für das Verhalten einer gemäß den **Fig. 241** und **Fig. 242** konfigurierten Schließe. Die **Fig. 243B-243H** zeigen den Widerhakenstützabschnitt **24106**, wenn Spannung zwischen der Schließe **24100** und dem Klappensegel **20** aufgebracht wird. Die Spannung kann aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Gründen aufgebracht werden. In einem Ausführungsbeispiel resultiert die Spannung aus dem Erfassen der Klappensegel mit den Schließen, der Manipulation eines Klappensegels, während ein zweites Klappensegel erfasst wird, dem Schließen der Paddel, nachdem das Klappensegel von der Schließe erfasst wurde, und/oder dem Druck, der durch das Blut aufgrund des Herzschlags auf die Vorrichtung ausgeübt wird.

[0520] In **Fig. 243A** sind die Widerhaken **24104** der Schließe **24100** in ein Klappensegel **20** eingebettet (nur ein kleiner Teil des Klappensegels ist dargestellt). Bei Verwendung mit einer prothetischen Vorrichtung **23200**, wie in den **Fig. 18-20** dargestellt, ist die Schließe an der Basis des Paddels befestigt. Wie oben erwähnt, können verschiedene Situationen dazu führen, dass eine Spannung aufgebracht wird, so dass der Widerhaken der Schließe gegen das Klappensegel zieht. In **Fig. 243A** könnte diese Spannung dadurch verursacht werden, dass sich das Klappensegel **20** nach oben und/oder seitlich bewegt, während die Schließe **24100** stationär bleibt, dass das Klappensegel **20** stationär bleibt, während sich die Schließe **24100** nach unten und/oder seitlich bewegt, oder durch eine Kombination, bei der sich sowohl das Klappensegel **20** als auch die Schließe **24100** bewegt. In jedem Fall entsteht eine Spannung zwischen dem Klappensegel **20** und der Schließe **24100**. Wenn die Spannung weiter anhält, bewirkt der Druck gegen den Widerhaken **24104**, dass der Widerhakenstützabschnitt **24106** beginnt, sich im Uhrzeigersinn relativ zum beweglichen Arm **134** der Schließe von dem Klappensegel **20** weg zu drehen (wie in **Fig. 243B** dargestellt). Wenn die Spannung größer wird, dreht sich der Widerhakenstützabschnitt **24106** weiter von dem Klappensegel **20** weg, wie in **Fig. 243C** dargestellt. Wie bei **24306** gezeigt, beginnt der Widerhaken **24104**, sich von dem Klappensegel **20** zurückzuziehen. **Fig. 243D** zeigt die fortgesetzte Drehung des Widerhakenstützabschnitts **24106**, wodurch sich der Widerhaken **24104** weiter **24308** von dem Klappensegel **20** zurückziehen kann. **Fig. 243E** zeigt eine Fortsetzung dieses Prozesses, wobei der Widerhakenstützabschnitt weiter von dem Klappensegel **20** weggedreht ist als in **Fig. 243D** dargestellt, und der Widerhaken **24104** selbst sich noch weiter von dem Klappensegel **20** zurückzieht. Dieser Prozess setzt sich fort, wie in **Fig. 243F** dargestellt, die zeigt, dass der Widerhaken **24104** fast vollständig

aus dem Klappensegel **20** herausgezogen ist. Wie in **Fig. 243G** gezeigt, zieht sich der Widerhaken **24104** schließlich aus dem Klappensegel **20** zurück und der Widerhakenstützabschnitt kehrt in seine ursprüngliche oder formgebende Position zurück, wie in **Fig. 243H** gezeigt, wodurch der Widerhaken **24104** so ausgerichtet wird, dass er bei Bedarf wieder in das Klappensegel **20** eingreift.

[0521] Die **Fig. 244A-244E** veranschaulichen das Verfahren der **Fig. 243A-243H** mit einer beispielhaften schematischen Darstellung einer Prothesenvorrichtung **24402** und der Segel (**20** und **22**) einer Mitralklappe. Eine Manipulation der Vorrichtung während der Installation der prothetischen Vorrichtung **24402** kann dazu führen, dass die prothetische Vorrichtung **24402** tiefer in die Klappensegel (**20** und **22**) gedrückt wird, wie in **Fig. 244B** dargestellt. Wenn dies geschieht, werden die Widerhaken **24104** der Schließen vom Kappenteil **24410** der Prothesenvorrichtung **24402** weggezogen. Dies führt dazu, dass sich der Paddelanordnung **24412** biegt und teilweise vom Kappenabschnitt **24414** der Prothesenvorrichtung **24402** weg öffnet.

[0522] Wie in **Fig. 244C** gezeigt, biegen sich die Widerhakenabschnitte **24104** der Schließen **24100**, wenn die prothetische Vorrichtung **24402** relativ zu den Segeln (**20** und **22**) der Mitralklappe weiter nach unten gedrückt wird, und beginnen, sich von den Segeln (**20** und **22**) zurückzuziehen.

[0523] **Fig. 244D** zeigt die Freigabe der Prothese **24402** von den Klappensegeln (**20** und **22**), wenn die Widerhaken **24416** vollständig aus den Klappensegeln (**20** und **22**) herausgezogen werden. Nachdem die Klappensegel (**20** und **22**) gelöst sind, kehren die Paddel in ihre ursprüngliche Position zurück, wie in **Fig. 244E** und **Fig. 244A** dargestellt, und die Widerhaken **24104** und Schließen **24100** kehren in eine Position neben den Paddel zurück, wie in **Fig. 244E** dargestellt.

[0524] Die **Fig. 245A-245E** veranschaulichen das Verfahren der **Fig. 244A-244E** unter Verwendung einer beispielhaften prothetischen Vorrichtung **24502**. In **Fig. 245A** ist die prothetische Vorrichtung **24502** mit den Widerhaken **24104** dargestellt, die in die Klappensegel (**20** und **22**) eingreifen. Mit Ausnahme des flexiblen Verschlusses und der optionalen Paddelrahmen, die parallele Klappensegel-Eingriffsbereiche bereitstellen, kann die Prothesenvorrichtung **24502** gleich, im Wesentlichen gleich oder ähnlich wie die Vorrichtung **500A** sein. Die **Fig. 245B-245E** zeigen das Verfahren zum Lösen der Klappensegel (**20** und **22**) in der gleichen Weise, wie es in den **Fig. 244B-244E** beschrieben wurde.

[0525] Die **Fig. 244A-244E** und **Fig. 245A-245E** zeigen Bedingungen, unter denen eine prothetische Vorrichtung in die native Herzklappe bewegt werden und an den Klappensegeln ziehen könnte. Die **Fig. 16-20** zeigen einen Installationsvorgang der hierin offenbarten prothetischen Vorrichtungen. **Fig. 18** zeigt, dass eine erste Schließe mit einem ersten Segel in Eingriff gebracht werden kann, während eine zweite Schließe nicht mit dem zweiten Segel in Eingriff gebracht wird.

[0526] Unter Bezugnahme auf **Fig. 246** kann ein Monteur bei dem Versuch, ein zweites Klappensegel mit der zweiten Schließe einzufangen, die prothetische Vorrichtung **24502** mit dem daran befestigten ersten Klappensegel **20** in Richtung des zweiten Klappensegels **22** ziehen (angezeigt durch den Pfeil **24606**), um das zweite Klappensegel einzufangen (die in **Fig. 246** dargestellte Vorrichtung ist die Vorrichtung **24502**, kann aber jede der hierin offenbarten Vorrichtungen sein). In vielen Fällen kann das zweite Klappensegel auf diese Weise eingefangen werden. In einigen Fällen könnte das erste Klappensegel **20** übermäßig gezogen werden, um das erste Klappensegel **22** zu erreichen. Die in den Figuren dargestellte Schließe **24100** kann zum Schutz des ersten Klappensegels verwendet werden. Insbesondere löst sich die Schließe **24100** vom ersten Klappensegel in der in den **Fig. 243A-243H** dargestellten Weise. Die Schließe öffnet sich auch etwas, wenn der Bediener an der Vorrichtung und dem ersten Klappensegel zieht. Dies ist in **Fig. 246** dargestellt. Wie in den **Fig. 243A-243H** dargestellt, kann sich der Widerhakenstütze **24612** vom ersten Klappensegel **24610** wegbiegen und den Widerhaken vom ersten Klappensegel **24610** lösen, wenn eine vorbestimmte Zugkraft zwischen dem Klappensegel und der Schließe ausgeübt wird.

[0527] Während verschiedene erfinderische Aspekte, Konzepte und Merkmale der Offenbarungen hier beschrieben und illustriert werden können, wie sie in Kombination in den Ausführungsbeispielen verkörpert sind, können diese verschiedenen Aspekte, Konzepte und Merkmale in vielen alternativen Ausführungsformen verwendet werden, entweder einzeln oder in verschiedenen Kombinationen und Unterkombinationen davon. Sofern hier nicht ausdrücklich ausgeschlossen, fallen alle diese Kombinationen und Unterkombinationen in den Anwendungsbereich der vorliegenden Anmeldung. Während verschiedene alternative Ausführungsformen der verschiedenen Aspekte, Konzepte und Merkmale der Offenbarungen - wie z.B. alternative Materialien, Strukturen, Konfigurationen, Verfahren, Vorrichtungen und Komponenten, Alternativen in Bezug auf Form, Passform und Funktion usw. - hierin beschrieben werden können, sollen diese Beschreibungen keine vollständige oder

erschöpfende Liste verfügbarer alternativer Ausführungsformen darstellen, unabhängig davon, ob diese bereits bekannt sind oder später entwickelt werden. Der Fachmann kann ohne weiteres einen oder mehrere der erfinderischen Aspekte, Konzepte oder Merkmale in zusätzliche Ausführungsformen und Verwendungen innerhalb des Anwendungsbereichs der vorliegenden Anmeldung übernehmen, auch wenn solche Ausführungsformen hier nicht ausdrücklich offenbart sind.

[0528] Auch wenn einige Merkmale, Konzepte oder Aspekte der Offenbarungen hier als bevorzugte Anordnung oder Methode beschrieben werden, soll eine solche Beschreibung nicht suggerieren, dass ein solches Merkmal erforderlich oder notwendig ist, sofern dies nicht ausdrücklich angegeben ist. Weiterhin können Beispiel- oder repräsentative Werte und Bereiche enthalten sein, um das Verständnis der vorliegenden Anwendung zu erleichtern. Solche Werte und Bereiche sind jedoch nicht in einem einschränkenden Sinne zu verstehen und sollen nur dann als kritische Werte oder Bereiche gelten, wenn dies ausdrücklich angegeben ist.

[0529] Darüber hinaus können hier zwar verschiedene Aspekte, Merkmale und Konzepte ausdrücklich als erfinderisch oder als Teil einer Offenbarung gekennzeichnet sein, aber diese Kennzeichnung ist nicht als ausschließlich zu verstehen. Vielmehr kann es erfinderische Aspekte, Konzepte und Merkmale geben, die hier vollständig beschrieben sind, ohne ausdrücklich als solche oder als Teil einer bestimmten Offenbarung gekennzeichnet zu sein, wobei die Offenbarungen stattdessen in den beigefügten Ansprüchen dargelegt sind. Beschreibungen von Beispielmethoden oder -verfahren sind nicht darauf beschränkt, dass alle Schritte in jedem Fall erforderlich sind, noch ist die Reihenfolge, in der die Schritte dargestellt werden, als erforderlich oder notwendig auszulegen, sofern dies nicht ausdrücklich angegeben ist. Ferner können die hierin beschriebenen oder vorgeschlagenen Behandlungstechniken, Methoden, Operationen, Schritte usw. an einem lebenden Tier oder an einer nicht lebenden Simulation, wie z.B. an einer Leiche, einem Kadaverherz, einem Simulator (z.B. mit simulierten Körperteilen, Gewebe usw.) usw. durchgeführt werden. Die in den Ansprüchen verwendeten Wörter haben ihre volle gewöhnliche Bedeutung und sind in keiner Weise durch die Beschreibung der Ausführungsformen in der Spezifikation eingeschränkt.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 62744031 [0001]
- US 8449599 [0048]
- US 2016/0331523 [0076]
- US 62/161688 [0076]
- US 2016/0155987 [0366]

Patentansprüche

1. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
einen Materialstreifen;
ein Koaptionselement, welches aus dem Materialstreifen gebildet ist; und
ein Paar Paddel, welches aus dem Materialstreifen gebildet und mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;
wobei die Paddel ausgebildet sind, an der natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden.
2. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.
3. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Materialstreifen elektrogewebenes Material umfasst.
4. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Materialstreifen elektrogewebene Metallfasern umfasst.
5. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.
6. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Materialstreifen gefaltet ist, um das Koaptionselement und das Paar Paddel zu bilden.
7. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Materialstreifen gefaltet ist, um eine Vielzahl an Schichten zu bilden.
8. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 7, wobei das Koaptionselement aus vier Schichten des Materialstreifens gebildet ist.
9. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen, und der innere Paddelabschnitt aus zwei Schichten des gefalteten Materialstreifens geformt ist.
10. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Paddel über einem Verlängerungselement angeordnet sind.
11. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Verlängerungselement einen Reif umfasst und der Materialstreifen um den Reif gefaltet ist.
12. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt sowie einen äußeren Paddelabschnitt umfassen und die Faltung des Materialstreifens um den Reif zwischen den inneren und äußeren Paddelabschnitten angeordnet ist.
13. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Materialstreifen sich von einem Anfang im Paddelabschnitt bis zu einem Ende im Paddelabschnitt erstreckt.
14. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 13, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen, und wobei Anfang und Ende des Materialstreifens in den inneren Paddelabschnitten angeordnet sind.
15. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:
einen Schaft;
einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt; und
eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und

wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

16. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

17. Verfahren zur Herstellung einer Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei das Verfahren umfasst:

Falten eines Materialstreifens, um ein Koaptionselement und ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, zu bilden, wobei die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, um an einer natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden; Anbringen des Abschnitts des Materialstreifens, welcher das Koaptionselement bildet, an einem Kragen; und Anbringen des Abschnitts des Materialstreifens, welcher die Paddel bildet, an einer Kappe, wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

18. Verfahren nach Anspruch 17, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 und 18, wobei der Materialstreifen elektrogesponnenes Material umfasst.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-19, wobei der Materialstreifen elektrogesponnene Metallfasern umfasst.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-20, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-21, wobei der Materialstreifen gefaltet ist, um das Koaptionselement und das Paar Paddel zu bilden.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-22, wobei der Materialstreifen gefaltet ist, um eine Vielzahl an Schichten zu bilden.

24. Verfahren nach Anspruch 23, wobei das Koaptionselement aus vier Schichten des Materialstreifens gebildet ist.

25. Verfahren nach Anspruch 23, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen, und der innere Paddelabschnitt aus zwei Schichten des gefalteten Materialstreifens gebildet ist.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-25, wobei die Paddel über einem Verlängerungselement angeordnet sind.

27. Verfahren nach Anspruch 26, wobei das Verlängerungselement einen Reif umfasst und der Materialstreifen um den Reif gefaltet ist.

28. Verfahren nach Anspruch 27, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen und die Faltung des Materialstreifens um den Reif zwischen den inneren und äußeren Paddelabschnitten angeordnet ist.

29. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-28, wobei der Materialstreifen sich von einem Anfang im Paddelabschnitt bis zu einem Ende im Paddelabschnitt erstreckt.

30. Verfahren nach Anspruch 29, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen, und wobei Anfang und Ende des Materialstreifens im inneren Paddelabschnitt angeordnet sind.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-30, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:
einen Schaft;
einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt; und
eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und
wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 17-31, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe des Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

33. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
ein Koaptionselement, welches vier Schichten hat; und
ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, an einer natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden.

34. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 33, wobei die vier Schichten des Koaptionselements aus einem einzigen Materialstück geformt sind.

35. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-34, wobei jede Schicht des Koaptionselements Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.

36. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-35, wobei jede Schicht des Koaptionselements ein elektrogewebenes Material umfasst.

37. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-36, wobei jede Schicht des Koaptionselements elektrogewebene Metallfasern umfasst.

38. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-37, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

39. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 38, wobei jeder der inneren Paddelabschnitte zu zwei Schichten des Koaptionselements verbunden ist.

40. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-39, wobei die Paddel über einem Verlängerungselement angeordnet sind.

41. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 40, wobei das Verlängerungselement einen Reif umfasst.

42. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 40, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

43. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 42, wobei der innere Paddelabschnitt zwischen dem Verlängerungselement und dem Koaptionselement angeordnet ist.

44. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-43, wobei das Koaptionselement einen rechteckigen Querschnitt aufweist.

45. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-44, wobei das Koaptionselement zwei innere und zwei äußere Schichten aufweist.

46. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-45, wobei jede Schicht einen mittleren Abschnitt aufweist, welcher sich zwischen zwei Randabschnitten erstreckt, und wobei der mittlere Abschnitt dünner ist, als die zwei Randabschnitte.

47. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-46, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:
einen Schaft;
einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt; und
eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und
wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.
48. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 47, wobei der Schaft sich zwischen den Schichten des Koaptionselements erstreckt.
49. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 48, wobei zwei Schichten des Koaptionselements auf jeder Seite des Schafts angeordnet sind.
50. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 48, wobei das Koaptionselement zwei innere Schichten und zwei äußere Schichten aufweist und der Schaft sich zwischen den beiden Schichten erstreckt.
51. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 48, wobei jede Schicht einen mittleren Abschnitt aufweist, welcher sich zwischen zwei Randabschnitten erstreckt, und wobei der mittlere Abschnitt dünner ist, als die beiden Randabschnitte.
52. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 48, wobei der Schaft bewirkt, dass sich die mittleren Abschnitte jeder Schicht nach außen ausdehnen.
53. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 48, wobei der Schaft bewirkt, dass sich mittlere Abschnitte der Schichten auf einer Seite des Schafts von Schichten auf der anderen Seite des Schafts weg spreizen.
54. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 33-53, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.
55. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
einen Materialstreifen;
ein Koaptionselement, welches aus dem Materialstreifen gebildet ist;
einen Kragen, welcher mit dem Koaptionselement verbunden ist; und
ein Paar Paddel, welches aus dem Materialstreifen gebildet und mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind; und
wobei die Paddel ausgebildet sind, an die natürliche Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden.
56. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 55, wobei der Kragen von den Paddeln beabstandet ist.
57. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-56, wobei der Kragen mit einem proximalen Ende des Koaptionselements verbunden ist.
58. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-57, wobei die Paddel mit einem distalen Ende des Koaptionselements verbunden sind.
59. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-58, wobei der Materialstreifen durch mindestens eine Öffnung des Kragens gewoben ist.
60. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-59, wobei der Materialstreifen durch zwei Öffnungen des Kragens gewoben ist.
61. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-60, wobei der Materialstreifen durch mindestens eine bogenförmige Öffnung des Kragens gewoben ist.

62. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 61, wobei die mindestens eine Öffnung einen offenen Slot umfasst.

63. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-62, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.

64. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-63, wobei der Metallstreifen ein elektrogenesponnenes Material umfasst.

65. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-64, wobei der Materialstreifen elektrogenesponnene Metallfasern umfasst.

66. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-65, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

67. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-66, wobei die Paddel über einem Verlängerungselement angeordnet sind.

68. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-67, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:

einen Schaft, welcher sich durch den Kragen erstreckt; und

eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;

wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und

wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

69. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 68, wobei der Schaft sich durch eine zentrale Öffnung des Kragens erstreckt.

70. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 55-69, weiter umfassend einen Verschluss, zugehörig zu jedem Paddel des Paar Paddels, wobei jeder Verschluss mindestens einen Widerhaken, ein Widerhakenstützabschnitt, und einen beweglichen Arm aufweist.

71. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 70, wobei der Verschluss einen flexiblen Abschnitt aufweist, welcher zwischen dem Widerhakenstützabschnitt und dem beweglichen Arm angeordnet ist.

72. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 71, wobei die Paddel und die flexiblen Abschnitte so ausgebildet sind, dass Ziehen an den Widerhaken verursacht, dass sich die Paddel mindestens teilweise öffnen und dann, dass der Widerhakenstützabschnitt sich von dem beweglichen Arm weg biegt.

73. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 68-72, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

74. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:

einen Kragen, welcher eine Vielzahl an Einsatzabschnitten umfasst, welche ausgebildet sind, lösbar einen Zuführapparat einzusetzen;

ein Koaptionselement, welches am Kragen angebracht ist; und

ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;

wobei die Paddel zwischen den Einsatzabschnitten kreisförmig verteilt sind; und

wobei die Paddel ausgebildet sind, um an die natürliche Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden.

75. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 74, wobei die Einsatzabschnitte sich radial von dem Kragen aus erstrecken.

76. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-75, wobei der Kragen zwei Einsatzabschnitte aufweist, welche sich von gegenüberliegenden Seiten des Kragens aus erstrecken.
77. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-76, wobei der Kragen zwei Einsatzabschnitte aufweist, welche voneinander mit ungefähr 30 bis ungefähr 150 Grad kreisförmig beabstandet sind.
78. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-76, wobei der Kragen zwei Einsatzabschnitte aufweist, welche voneinander mit ungefähr 45 bis ungefähr 135 Grad kreisförmig beabstandet sind.
79. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-76, wobei der Kragen zwei Einsatzabschnitte aufweist, welche voneinander mit ungefähr 60 bis ungefähr 120 Grad kreisförmig beabstandet sind.
80. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-76, wobei der Kragen zwei Einsatzabschnitte aufweist, welche voneinander mit ungefähr 75 bis ungefähr 105 Grad kreisförmig beabstandet sind.
81. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-76, wobei der Kragen zwei Einsatzabschnitte aufweist, welche voneinander mit ungefähr 180 Grad kreisförmig beabstandet sind.
82. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-81, wobei die Paddel von mindestens einem Einsatzabschnitt mit ungefähr einem halben kreisförmigen Abstand zwischen zwei benachbarten Einzelementen kreisförmig beabstandet sind.
83. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-82, wobei die Paddel von mindestens einem Einsatzabschnitt mit ungefähr 30 bis ungefähr 150 Grad kreisförmig beabstandet sind.
84. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-82, wobei die Paddel von mindestens einem Einsatzabschnitt mit ungefähr 45 bis ungefähr 135 Grad kreisförmig beabstandet sind.
85. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-82, wobei die Paddel von mindestens einem Einsatzabschnitt mit ungefähr 60 bis ungefähr 120 Grad kreisförmig beabstandet sind.
86. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-82, wobei die Paddel von mindestens einem Einsatzabschnitt mit ungefähr 75 bis ungefähr 105 Grad kreisförmig beabstandet sind.
87. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-82, wobei die Paddel von mindestens einem Einsatzabschnitt mit ungefähr 90 Grad kreisförmig beabstandet sind.
88. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-87, wobei die Paddel sich von gegenüberliegenden Seiten der Vorrichtung aus erstrecken.
89. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-88, wobei die Paddel voneinander mit ungefähr 180 Grad kreisförmig beabstandet sind.
90. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-89, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.
91. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-90, wobei der Materialstreifen elektrogenesponnes Material umfasst.
92. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-91, wobei der Materialstreifen elektrogenesponnes Metallfasern umfasst.
93. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-92, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.
94. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-93, wobei die Paddel über einem Verlängerungselement angeordnet sind.
95. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-94, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:

einen Schaft, welcher sich durch den Kragen erstreckt; und
 eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
 wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und
 wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

96. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 74-95, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

97. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
 ein Koaptionselement; und
 ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, um an einer natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden;
 einen Fangpunkt, welcher von einem Abschnitt von mindestens einem der Koaptionselemente und dem Paar Paddel gebildet wird, wenn die Paddel in der offenen Stellung sind; und
 eine Abdeckung, welche mit dem Koaptionselement und den Paddeln, die den Fangpunkt abdecken, verbunden ist.

98. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 97, wobei die Abdeckung sich von dem Koaptionselement zu den Paddeln erstreckt.

99. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-98, wobei die Abdeckung sich von einem proximalen Ende der Vorrichtung zu den Paddeln erstreckt.

100. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-99, wobei die Abdeckung sich von einem distalen Ende der Vorrichtung zu dem Koaptionselement erstreckt.

101. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-100, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

102. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 101, wobei der Fangpunkt zwischen dem Koaptionselement und einem äußeren Paddelabschnitt gebildet ist.

103. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 101, wobei der Fangpunkt zwischen einem inneren und einem äußeren Paddelabschnitt gebildet ist.

104. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 101-103, wobei die Abdeckung sich von dem Koaptionselement zu den inneren Paddelabschnitten erstreckt.

105. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-104, wobei die Abdeckung sich von einem proximalen Ende der Vorrichtung zu den Paddeln erstreckt.

106. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 101-105, wobei die Abdeckung sich von einem distalen Ende der Vorrichtung zu den inneren Paddelabschnitten erstreckt.

107. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 101-106, weiter umfassend Greifelemente, welche bewegliche und feste Arme aufweisen, wobei die festen Arme an den inneren Paddelabschnitten der Paddel angebracht sind.

108. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 107, wobei der Fangpunkt zwischen den Greifelementen und dem inneren Paddelabschnitt gebildet ist.

109. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 107, wobei der Fangpunkt zwischen den Greifelementen und dem Koaptionselement gebildet ist.

110. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 107-109, wobei die Abdeckung sich von dem Koaptionselement zu den beweglichen Armen der Greifelemente erstreckt.
111. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 107-110, wobei die Abdeckung sich von einem proximalen Ende der Vorrichtung zu den Greifelementen erstreckt.
112. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 107-111, wobei die Abdeckung sich von einem proximalen Ende der Vorrichtung zu den beweglichen Armen der Greifelemente erstreckt.
113. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 107-112, wobei die Abdeckung sich von einem distalen Ende der Vorrichtung zu den Greifelementen erstreckt.
114. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 107-113, wobei die Abdeckung sich von einem distalen Ende der Vorrichtung zu den beweglichen Armen der Greifelemente erstreckt.
115. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-114, wobei jedes der Paddel über einem Verlängerungselement angeordnet ist.
116. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 115, wobei die Abdeckung mindestens einen Teil des Verlängerungselements abdeckt.
117. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 115 und 116, wobei die Abdeckung mindestens einen Teil des Verlängerungselements und die Paddel abdeckt.
118. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 115, wobei die Abdeckung sich von einem proximalen Ende der Vorrichtung erstreckt, um mindestens einen Teil des Verlängerungselements und die Paddel zu bedecken.
119. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 115, wobei die Abdeckung sich von einem distalen Ende der Vorrichtung erstreckt, um mindestens einen Teil des Verlängerungselements und die Paddel zu bedecken.
120. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-119, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:
einen Schaft;
einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt;
eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und
wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.
121. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 120, wobei die Abdeckung mindestens einen Teil der Kappe und die Paddel abdeckt.
122. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-121, wobei der Fangpunkt zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln gebildet wird, wenn ein Winkel zwischen Koaptionselement und Paddel größer als 120 Grad ist.
123. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-122, wobei der Fangpunkt zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln gebildet wird, wenn ein Winkel zwischen Koaptionselement und Paddel größer als 150 Grad ist.
124. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-123, wobei der Fangpunkt zwischen dem Koaptionselement und den Paddeln gebildet wird, wenn ein Winkel zwischen Koaptionselement und Paddel größer als 180 Grad ist.
125. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-124, wobei die Abdeckung Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.

126. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-125, wobei der Materialstreifen elektrogesponnenes Material umfasst.

127. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-126, wobei der Materialstreifen elektrogesponnene Metallstränge umfasst.

128. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-127, wobei der Materialstreifen ein Stoffmaterial umfasst.

129. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-128, wobei der Materialstreifen Polyethylene umfasst.

130. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 97-129, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist, eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

131. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:

ein Koaptionselement; und

ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;

eine erste Abdeckung, welche sich von einem distalen Ende der Vorrichtung erstreckt und mindestens einen Teil der Paddel bedeckt; und

eine zweite Abdeckung, welche sich von einem proximalen Ende der Vorrichtung erstreckt und mindestens einen Teil des Koaptionselements bedeckt; und

wobei die Paddel ausgebildet sind, an der natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden.

132. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 131, wobei die erste Abdeckung die Paddel ganz bedeckt.

133. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-132, wobei die zweite Abdeckung das Koaptionselement ganz bedeckt.

134. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-133, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

135. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 134, wobei die erste Abdeckung die inneren und äußeren Paddelabschnitte ganz bedeckt.

136. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 134 und 135, weiter umfassend Greifelemente, welche feste und bewegliche Abschnitte aufweisen, wobei die festen Abschnitte an den inneren Paddelabschnitten angebracht sind.

137. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 136, wobei die erste Abdeckung die festen Abschnitte der Greifelemente bedeckt.

138. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 136 und 137, wobei die zweite Abdeckung die beweglichen Abschnitte der Greifelemente bedeckt.

139. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 137-138, wobei die zweite Abdeckung Öffnungen für Widerhaken, welche sich von den beweglichen Abschnitten der Greifelemente aus erstrecken, enthält.

140. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 136, wobei die erste Abdeckung die festen und beweglichen Abschnitte der Greifelemente abdeckt.

141. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 140, wobei die erste Abdeckung Öffnungen für Widerhaken, welche sich von den beweglichen Abschnitten der Greifelemente aus erstrecken, enthält.

142. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 140 oder 141, wobei die zweite Abdeckung die erste Abdeckung überlappt, um einen Teil der inneren Paddelabschnitte und der festen und beweglichen Greifelemente zu bedecken.

143. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 136-142, wobei die zweite Abdeckung die beweglichen Abschnitte der Greifelemente abdeckt.

144. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 143 oder 144, wobei die zweite Abdeckung Öffnung für Widerhaken, welche sich von den beweglichen Abschnitten der Greifelemente aus erstrecken, enthält.

145. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 143, wobei die erste Abdeckung die zweite Abdeckung überlappt, um einen Teil der beweglichen Greifelemente und das Koaptionselement zu bedecken.

146. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-145, wobei die erste Abdeckung sich von einem mittleren Abschnitt nach außen zu Endabschnitten erstreckt.

147. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 146, wobei der mittlere Abschnitt am distalen Ende der Vorrichtung angebracht ist.

148. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-147, wobei die zweite Abdeckung sich von einem mittleren Abschnitt nach außen zu Endabschnitten erstreckt.

149. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 148, wobei der mittlere Abschnitt an einem proximalen Ende der Vorrichtung angebracht ist.

150. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-149, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:
einen Schaft;
einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt;
eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und
wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

151. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 150, wobei die erste Abdeckung sich von einem mittleren Abschnitt nach außen zu Endabschnitten erstreckt, und wobei der mittlere Abschnitt an der Kappe angebracht ist.

152. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 150 und 151, wobei die zweite Abdeckung sich von einem mittleren Abschnitt nach außen zu Endabschnitten erstreckt, und wobei der mittlere Abschnitt an den Kragen angebracht ist.

153. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 152, wobei der mittlere Abschnitt Öffnungen enthält, welche Einsatzabschnitte des Kragens enthüllen.

154. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-153, wobei die erste Abdeckung weiter umfasst:
einen mittleren Abschnitt;
äußere Paddelabschnitte, welche sich von dem mittleren Abschnitt aus erstrecken; und
innere Paddelabschnitte, welche sich von den äußeren Paddelabschnitten zu Endabschnitten erstrecken.

155. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 154, wobei die äußeren Paddelabschnitte Flügel umfassen, welche sich lateral erstrecken.

156. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-155, wobei die zweite Abdeckung weiter umfasst:
einen mittleren Abschnitt;

Koaptionsabschnitte, welche sich von dem mittleren Abschnitt zu Endabschnitten erstrecken;
flexible Gelenkabschnitte, welche sich von den Koaptionsabschnitten aus erstrecken; und
Übergangsabschnitte, welche sich von den flexiblen Gelenkabschnitten zu Endabschnitten erstrecken.

157. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 156, wobei die Koaptionsabschnitte miteinander verbunden sind, um das Koaptionselement zu umschließen.

158. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 157, wobei die Koaptionsabschnitte miteinander durch Nähen durch Löcher in den Rändern der Koaptionsabschnitte verbunden sind.

159. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 156-158, wobei die Übergangsteile an die jeweiligen inneren Paddelabschnitten angebracht sind.

160. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 136-156, wobei die erste Abdeckung weiter umfasst:

einen mittleren Abschnitt;

äußere Paddelabschnitte, welche sich von dem mittleren Abschnitt aus erstrecken;

innere Paddelabschnitte, welche sich von den äußeren Paddelabschnitten aus erstrecken;

Innenverschlussabschnitte, welche sich von den inneren Paddelabschnitten aus erstrecken; und

äußere bewegliche Verschlussabschnitte, welche sich von den Innenverschlussabschnitten zu Endabschnitten erstrecken.

161. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 160, wobei die äußeren Paddelabschnitte Flügel enthalten, welche sich lateral erstrecken.

162. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 136-161, wobei die zweite Abdeckung weiter umfasst:

einen mittleren Abschnitt;

Koaptionsabschnitte, welche sich von dem mittleren Abschnitt zu Endabschnitten erstrecken;

flexible Gelenkabschnitte, welche sich von den Koaptionsabschnitten aus erstrecken; und

Übergangsabschnitte, welche sich von den flexiblen Gelenkabschnitten zu Endabschnitten erstrecken;

wobei die Übergangsabschnitte an den jeweiligen inneren Paddelabschnitten und Greifelementen angebracht sind.

163. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-162, wobei die Paddel über einem Verlängerungselement angeordnet sind und die erste Abdeckung an das Verlängerungselement angebracht ist.

164. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 163, wobei das Verlängerungselement einen Widerhaken umfasst.

165. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-164, wobei mindestens eine der ersten und zweiten Abdeckung aus Polyethylene gebildet ist.

166. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-165, wobei mindestens eine der ersten und zweiten Abdeckung aus einem flachen Materialblatt geschnitten ist.

167. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-166, wobei die erste und zweite Abdeckung ausgebildet sind eine Blutdichtung auf der Oberfläche der Herzklappenreparaturvorrichtung zu bilden.

168. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-167, wobei mindestens eine der ersten und zweiten Abdeckung ein feiner Gitterstoff ist.

169. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-168, wobei mindestens einer der ersten und zweiten Abdeckung aus Polyethylene geformt ist.

170. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 131-169, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an die natürliche Herzklappe angebracht ist.

171. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
einen Materialstreifen, welcher einen ersten und einen zweiten Rand aufweist, die einen zentralen Abschnitt umschließen;
ein Koaptionselement, welches aus dem Materialstreifen gebildet ist; und
ein Paar Paddel, welches aus dem Materialstreifen gebildet und mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;
wobei die Paddel ausgebildet sind, an der natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden.

172. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 171, wobei der zentrale Abschnitt dünner ist, als der erste und zweite Rand.

173. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 171-172, wobei der Materialstreifen eine gelappt geformte Querschnittsfläche aufweist.

174. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 171-173, wobei der Materialstreifen umfasst:
mindestens einen ersten Randstrang;
mindestens einen zweiten Randstrang; und
eine Vielzahl zentraler Stränge, welche sich zwischen dem ersten und zweiten Strang erstrecken, um den zentralen Abschnitt zu formen.

175. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 174, wobei die Vielzahl der zentralen Stränge um den ersten und zweiten Randstrang geflochten sind.

176. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 174, wobei die Vielzahl der zentralen Stränge um den ersten und zweiten Randstrang gewoben sind.

177. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-176, wobei der erste und zweite Randstrang einen Durchmesser aufweisen, welcher größer ist, als der Durchmesser der zentralen Stränge.

178. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-177, wobei der erste und zweite Randstrang einen Durchmesser von ungefähr 0.017 Millimetern aufweisen.

179. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-178, wobei die zentralen Stränge einen Durchmesser von ungefähr 0.009 Millimetern aufweisen.

180. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-179, wobei der zentrale Abschnitt aus ungefähr 25 bis ungefähr 100 zentralen Strängen gebildet ist.

181. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-180, wobei der zentrale Abschnitt aus ungefähr 40 bis ungefähr 85 zentralen Strängen gebildet ist.

182. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-181, wobei der zentrale Abschnitt aus ungefähr 48 bis ungefähr 60 zentralen Strängen gebildet ist.

183. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-182, wobei der zentrale Abschnitt aus ungefähr 48 zentralen Strängen gebildet ist.

184. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-183, wobei die zentralen Stränge und die Randstränge aus demselben Material gebildet sind.

185. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-183, wobei die zentralen Stränge und die Randstränge aus unterschiedlichen Materialien gebildet sind.

186. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-185, wobei mindestens einer der zentralen Stränge und die Randstränge aus Nitinoldraht gebildet sind.

187. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 174-186, wobei die zentralen Stränge aus Polyethylene gebildet sind.

188. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 171-187, wobei das erste und zweite Randstück steifer sind als der zentrale Abschnitt.

189. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 171-188, wobei der Materialstreifen ein elektrogenesponnenes Material umfasst.

190. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 171-189, wobei der Materialstreifen elektrogenesponnene Metallfasern umfasst.

191. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 171-190, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:
einen Schaft;
einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt; und
eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und
wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

192. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 171-191, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

193. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
einen Materialstreifen;
ein Koaptionselement, welches aus dem Materialstreifen gebildet ist;
ein Paar Verlängerungselemente, welche sich von Befestigungsabschnitten aus erstreckt;
ein Paar Paddel, welches aus dem Materialstreifen gebildet und mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar und über einem Verlängerungselement angeordnet sind, und ausgebildet sind, um an die natürliche Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden; und
eine Kappe, welche so an den Paddeln angebracht ist, dass eine Bewegung der Kappe in Richtung des Koaptionselements verursacht, dass das Paar Paddel sich in die geschlossene Stellung bewegt, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Koaptionselement verursacht, dass das Paar Paddel sich in die offene Stellung bewegt, wobei die Kappe umfasst:
einen Retentionskörper, welcher eine Verriegelungsöffnung, zum Aufnehmen der Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements, aufweist;
eine Sicherungsmutter, welche ausgebildet ist, um in die Verriegelungsöffnung eingefügt zu werden; und
einen Sicherungsbolzen, zum Sichern der Sicherungsmutter in der verriegelnden Öffnung.

194. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 193, weiter umfassend:
einen Kragen, welcher an das Koaptionselement angebracht ist;
einen Schaft, welcher sich durch den Kragen zur Kappe erstreckt, so dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann,
wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

195. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-194, wobei der Schaft an die Sicherungsmutter der Kappe angebracht ist.

196. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-195, wobei die Verriegelungsöffnung sich durch den Retentionskörper erstreckt.

197. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-196, wobei die Verriegelungsöffnung rechteckig ist.

198. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-197, wobei die Verriegelungsöffnung gegenläufige verriegelnde Kanäle, zum Aufnehmen der Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements, enthält.

199. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 198, wobei die gegenläufigen verriegelnden Kanäle eine rechteckige Form aufweisen.

200. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 198 oder 199, wobei jeder der verriegelnden Kanäle zwei Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements aufnimmt.

201. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-200, wobei die Verlängerungselemente einen rechteckigen Querschnitt aufweisen.

202. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-201, wobei die Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements Hakenabschnitte, zum Einrasten in die Verriegelungsöffnung, enthalten.

203. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 202, wobei die Hakenabschnitte in gegenläufige verriegelnde Kanäle der verriegelnden Öffnung einrasten.

204. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-203, wobei die Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements Einschnitte, zum Einrasten in die Verriegelungsöffnung, enthalten.

205. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 203, wobei die Einschnitte in gegenläufige verriegelnde Kanäle der verriegelnden Öffnung einrasten.

206. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einer der Ansprüche 193-205, wobei der Sicherungsbolzen einen Gewindeabschnitt aufweist, welcher sich von einem Flansch aus erstreckt.

207. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 206, wobei der Flansch mindestens eine Aussparung, zum Entgegennehmen eines Werkzeugs, enthält.

208. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-207, wobei jedes Verlängerungselement einen Reif umfasst.

209. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 208, wobei der Reif sich zwischen zwei Befestigungsabschnitten erstreckt.

210. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 209, wobei die beiden Befestigungsabschnitte vorgespannt sind, um sich voneinander weg zu spreizen.

211. Herzklappenreparaturvorrichtung nach den Ansprüchen 193-210, wobei:
die Verriegelungsöffnung gegenläufige verriegelnde Kanäle zum Aufnehmen der Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements enthält
jedes Verlängerungselement einen Reif, welches sich zwischen zwei Befestigungsabschnitten erstreckt, umfasst;
die Verlängerungselemente aus einer Formgedächtnislegierung gebildet sind; und
die Befestigungsabschnitte formgesetzt sind in einer voneinander beabstandeten Beziehung, welche weiter ist, als eine Distanz zwischen den beiden verriegelnden Kanälen.

212. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-211, wobei der Materialstreifen so an der Kappe angebracht ist, dass es nicht möglich ist, dass der Materialstreifen sich relativ zur Kappe bewegt.

213. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-212, wobei der Materialstreifen eine Öffnung, zum Aufnehmen des Haltebolzens, enthält.

214. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-213, wobei der Retentionskörper einen Kanal, zum Aufnehmen des Materialstreifens, enthält.

215. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 214, wobei der Kanal von einem Flansch des Haltebolzens umschlossen ist.

216. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 214 und 215, wobei der Kanal schmaler ist, als eine Distanz zwischen den verriegelnden Kanälen.

217. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 214-216, wobei der Kanal schmaler ist, als eine Breite der verriegelnden Öffnung.

218. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-217, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.

219. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-218, wobei der Materialstreifen elektrosponnenes Material umfasst.

220. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 193-219, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

221. Verfahren zur Herstellung einer Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei das Verfahren umfasst:

Falten eines Materialstreifens, um ein Koaptionselement und ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, zu bilden, wobei die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, um an einer natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden; Anbringen des Abschnittes des Materialstreifens, welcher das Koaptionselement bildet, an eine Kappe, wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen, wobei die Kappe umfasst:

einen Retentionskörper, welcher eine Verriegelungsöffnung, zum Aufnehmen der Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements, aufweist;

eine Sicherungsmutter, welche ausgebildet ist, um in die Verriegelungsöffnung eingefügt zu werden; und

einen Sicherungsbolzen, zum Sichern der Sicherungsmutter in der verriegelnden Öffnung;

Anbringen eines Paares Verlängerungselemente an den Retentionskörper der Kappe durch Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements, so dass die Paddel über den Verlängerungselementen angeordnet sind; und

Zusammensetzen des Sicherungsbolzens und der Sicherungsmutter, um die Kappe am Materialstreifen zu sichern.

222. Verfahren nach Anspruch 221, weiter umfassend:

einen Kragen, welcher an das Koaptionselement angebracht ist;

einen Schaft, welcher sich durch den Kragen erstreckt, um an der Kappe angebracht zu werden, so dass die Kappe durch den Schaft weg vom Kragen bewegt werden kann; und wobei

eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

223. Verfahren nach einem der Ansprüche 221 und 222, wobei das Anbringen des Paares Verlängerungselemente an die Kappe weiter umfasst:

Einsetzen der Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements in die Verriegelungsöffnung des Retentionskörpers; und

Einsetzen der Sicherungsmutter in die Verriegelungsöffnung des Retentionskörpers nach Einsetzen des Verlängerungselements.

224. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-223, wobei der Schaft an der Sicherungsmutter der Kappe angebracht ist.

225. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-224, wobei die Verriegelungsöffnung sich durch den Retentionskörper erstreckt.

226. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-225, wobei die Verriegelungsöffnung gegenläufige verriegelnde Kanäle, zum Aufnehmen der Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements, enthält.

227. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-226, wobei jeder Sperrkanal zwei Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements aufnimmt.

228. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-227, wobei die Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements Hakenabschnitte, zum Einrasten in die Verriegelungsöffnung, enthalten.

229. Verfahren nach Anspruch 228, wobei die Hakenabschnitte in gegenläufige verriegelnde Kanäle der verriegelnden Öffnung einrasten.

230. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-229, wobei die Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements Einschnitte, zum Einrasten in die Verriegelungsöffnung, enthalten.

231. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-230, wobei der Sicherungsbolzen einen Gewindeabschnitt aufweist, welcher sich von einem Flansch aus erstreckt.

232. Verfahren nach Anspruch 231, wobei der Flansch mindestens eine Aussparung, zum Entgegennehmen eines Werkzeugs, enthält.

233. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-232, wobei jedes Verlängerungselement einen Reif umfasst.

234. Verfahren nach Anspruch 233, wobei der Reif sich zwischen zwei Befestigungsabschnitten erstreckt.

235. Verfahren nach Anspruch 234, wobei die beiden Befestigungsabschnitte vorgespannt sind, um sich voneinander weg zu spreizen.

236. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-235, wobei:
die Verriegelungsöffnung gegenläufige verriegelnde Kanäle, zum Entgegennehmen der Befestigungsabschnitte des Verlängerungselements, enthält;
jedes Verlängerungselement einen Reif umfasst, welches sich zwischen zwei Befestigungsabschnitten erstreckt;
die Verlängerungselemente aus einer Formgedächtnislegierung gebildet sind; und
die Befestigungsabschnitte formgesetzt sind in einer voneinander beabstandeten Beziehung, welche weiter ist, als eine Distanz zwischen den beiden verriegelnden Kanälen.

237. Verfahren nach einer der Ansprüche 221-236, wobei der Materialstreifen so an der Kappe angebracht ist, dass es nicht möglich ist, dass der Materialstreifen sich relativ zur Kappe bewegt.

238. Verfahren nach einem der Ansprüche 221-237, wobei der Retentionskörper einen Kanal, zum Aufnehmen des Materialstreifens, enthält.

239. Verfahren nach Anspruch 238, wobei der Kanal schmaler ist, als eine Distanz zwischen den verriegelnden Kanälen.

240. Verfahren nach einer der Ansprüche 238-239, wobei der Kanal schmaler ist, als eine Breite der verriegelnden Öffnung.

241. Verfahren nach einem der Ansprüche 221-240, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.

242. Verfahren nach einem der Ansprüche 221-241, wobei der Materialstreifen elektrogesponnenes Material umfasst.

243. Verfahren nach einem der Ansprüche 221-242, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe des Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

244. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
einen Materialstreifen;
ein Koaptionselement, welches aus dem Materialstreifen gebildet ist;

ein Paar Paddel, welches aus dem Materialstreifen gebildet und mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, um an die natürliche Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden;
 eine Kappe, welche so an den Paddeln angebracht ist, dass eine Bewegung der Kappe in Richtung des Koaptionselements verursacht, dass das Paar Paddel sich in die geschlossene Stellung bewegt, und eine Bewegung der Kappe entfernend von dem Koaptionselement verursacht, dass das Paar Paddel sich in die offene Stellung bewegt; und
 ein Paar Verlängerungselemente, welches mit der Kappe verbunden und beweglich zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung ist, wobei die Verlängerungselemente in der geschlossenen Stellung in eine Schließrichtung vorgespannt sind.

245. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 244, wobei die Verlängerungselemente sich in der geschlossenen Stellung nicht überlappen.

246. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244 und 245, wobei die Verlängerungselemente in der Schließrichtung, über die geschlossene Stellung hinaus hin zu einer Vorspannstellung, bewegbar sind.

247. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-246, wobei die Verlängerungselemente formgesetzt sind in eine Vorspannstellung und die Verlängerungselemente in Schließrichtung über die geschlossene Stellung hinaus hin zu der Vorspannstellung bewegt werden.

248. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 246 und 247, wobei mindestens ein Teil jedes Verlängerungselements die anderen Verlängerungselemente in der Vorspannstellung überlappt.

249. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 246-248, wobei die Enden des Verlängerungselements sich nicht überlappen.

250. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-249, wobei die Verlängerungselemente Reife umfassen.

251. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 250, wobei die Reife in der Vorspannstellung ineinandergreifen.

252. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-251, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

253. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-252, wobei die Paddel über die Verlängerungselemente angeordnet sind.

254. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-253, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.

255. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-254, wobei der Materialstreifen elektrogenesponnenes Material umfasst.

256. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-255, weiter umfassend eine Basisanordnung, welche umfasst:

einen Kragen; und

einen Schaft, welcher sich durch den Kragen erstreckt und so an die Kappe angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;

wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

257. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 244-256, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

258. Verfahren zum Herstellen einer Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei das Verfahren umfasst:

Falten eines Materialstreifens, welcher aus einer Formgedächtnislegierung gebildet ist, um eine Spannvorrichtung, um ein Koaptionselement und ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, zu bilden, wobei die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, um an einer natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden; und
Hitzebehandeln des Materialstreifens, um den Materialstreifen in der Form des Koaptionselements und der Paddel formzusetzen.

259. Verfahren nach Anspruch 258, wobei die Spannvorrichtung eine Vielzahl an Spannvorrichtungsteilen umfasst.

260. Verfahren nach Anspruch 259, wobei der Materialstreifen um jede der Vielzahl der Spannvorrichtungsteile gefaltet ist.

261. Verfahren nach einem der Ansprüche 259 und 260, wobei der Materialstreifen mehr als einmal um jede der Vielzahl der Spannvorrichtungsteile gefaltet ist.

262. Verfahren nach einem der Ansprüche 258-261, wobei die Spannvorrichtung erste, zweite, dritte und vierte Spannvorrichtungsteile umfasst.

263. Verfahren nach Anspruch 262, wobei das Falten des Materialstreifens um die Spannvorrichtung umfasst:

Falten des Materialstreifens um das erste Spannungsvorrichtungsteil;
Falten des Materialstreifens um das zweite Spannungsvorrichtungsteil;
Falten des Materialstreifens um das erste Spannungsvorrichtungsteil ein zweites Mal;
Falten des Materialstreifens um das dritte Spannungsvorrichtungsteil; und
Falten des Materialstreifens um das vierte Spannungsvorrichtungsteil.

264. Verfahren nach einem der Ansprüche 262 und 263, wobei das erste Spannungsvorrichtungsteil größer ist, als das zweite, dritte und vierte Spannungsvorrichtungsteil.

265. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-264, wobei die Spannungsvorrichtungsteile zylindrisch sind, und das erste Spannungsvorrichtungsteil einen größeren Durchmesser, als ein Durchmesser des zweiten, dritten und vierten Spannungsvorrichtungsteils aufweist.

266. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-265, wobei das zweite Spannungsvorrichtungsteil näher am proximalen Ende der Herzklappenreparaturvorrichtung ist, als das erste, dritte, und vierte Spannungsvorrichtungsteil.

267. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-266, wobei das vierte Spannungsvorrichtungsteil näher am distalen Ende der Herzklappenreparaturvorrichtung ist, als das erste, zweite, und dritte Spannungsvorrichtungsteil.

268. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-267, wobei das erste und dritte Spannungsvorrichtungsteil näher am proximalen Ende der Herzklappenreparaturvorrichtung angeordnet sind, als das vierte Spannungsvorrichtungsteil.

269. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-268, wobei:
das zweite Spannungsvorrichtungsteil das Spannungsvorrichtungsteil ist, welches am nächsten zu einem proximalen Ende der Herzklappenreparaturvorrichtung ist;
das vierte Spannungsvorrichtungsteil das Spannungsvorrichtungsteil ist, welches am nächsten zu einem distalen Ende der Herzklappenreparaturvorrichtung ist; und
das erste und das dritte Spannungsvorrichtungsteil zwischen zweitem und viertem Spannungsvorrichtungsteil angeordnet sind.

270. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-269, wobei das erste Spannungsvorrichtungsteil zwischen dem vierten Spannungsvorrichtungsteil und dem dritten Spannungsvorrichtungsteil angeordnet ist.

271. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-270, wobei jedes Spannungsvorrichtungsteil ein Paar von Spannungsvorrichtungsteilen umfasst.

272. Verfahren nach Anspruch 271, wobei das Falten des Materialstreifens um die Spannvorrichtung umfasst:

Falten des Materialstreifens um eines der ersten Spannungsvorrichtungsteile;
 Falten des Materialstreifens um eines der zweiten Spannungsvorrichtungsteile;
 Falten des Materialstreifens um eines der ersten Spannungsvorrichtungsteile ein zweites Mal;
 Falten des Materialstreifens um eines der dritten Spannungsvorrichtungsteile;
 Falten des Materialstreifens um eines der vierten Spannungsvorrichtungsteile;
 Falten des Materialstreifens um das andere der vierten Spannungsvorrichtungsteile;
 Falten des Materialstreifens um das andere der dritten Spannungsvorrichtungsteile;
 Falten des Materialstreifens um das andere der ersten Spannungsvorrichtungsteile;
 Falten des Materialstreifens um das andere der zweiten Spannungsvorrichtungsteile; und
 Falten des Materialstreifens um das andere der ersten Spannungsvorrichtungsteile ein zweites Mal.

273. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-272, wobei ein nahes Ende des Koaptionselements durch Falten des Materialstreifens um das zweite Spannungsvorrichtungsteil gebildet ist.

274. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-273, wobei ein entferntes Ende der Paddel durch Falten des Materialstreifens um das vierte Spannungsvorrichtungsteil gebildet ist.

275. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-274, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt und ein Gelenk zwischen dem inneren und dem äußeren Paddelabschnitt, welches durch Falten des Materialstreifens um das dritte Spannungsvorrichtungsteil gebildet ist, umfassen.

276. Verfahren nach einem der Ansprüche 262-275, wobei das erste Spannungsvorrichtungsteil zylindrisch ist und einen Durchmesser von ungefähr 1.0 mm aufweist.

277. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:

einen Materialstreifen;
 ein Koaptionselement, welches aus dem Materialstreifen gebildet ist;
 ein Paar Paddel, welches aus dem Materialstreifen gebildet und mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, an der natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden;
 eine Kappe, welche an die Paddel angebracht ist, wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Koaptionselements das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Koaptionselement das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen; und
 ein Paar Verlängerungselemente, welches mit der Kappe und den Paddel verbunden ist, wobei die Verlängerungselemente sich von den Befestigungsabschnitten zu Endabschnitten, welche an den Materialstreifen angebracht sind und die Paddel bilden, erstrecken, um die Verlängerungselemente an der Kappe zu befestigen.

278. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 277, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen.

279. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277 und 278, wobei die Paddel über einen Teil des Verlängerungselements angeordnet sind.

280. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-279, wobei die Paddel über die Endabschnitte des Verlängerungselements angeordnet sind.

281. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-280, wobei die Paddel in den Verlängerungselementen angeordnet sind.

282. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-281, wobei die Paddel in den Endabschnitten des Verlängerungselements angeordnet sind.

283. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-282, wobei die Verlängerungselemente einen Reif umfassen und der Materialstreifen um einen Teil des Reifs gefaltet ist.
284. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 283, wobei die Paddel einen inneren und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen und die Falz des Materialstreifens um den Reif zwischen dem inneren und dem äußeren Paddelabschnitt angeordnet ist.
285. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-284, wobei die Endabschnitte eine Aussparung zur Aufnahme des Materialstreifens enthalten.
286. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 285, wobei die Aussparung eine Öffnung enthält, welche zwischen der Aussparung und einer Außenseite des Verlängerungsteils gebildet ist.
287. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 285-286, wobei die Aussparung sich zwischen ersten und zweiten Enden erstreckt.
288. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 287, wobei die Aussparung eine Öffnung enthält, welche zwischen ersten und zweiten Enden angeordnet ist.
289. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 288, wobei die Öffnung zwischen der Aussparung und einer Außenseite des Verlängerungselements gebildet ist.
290. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-289, wobei die Endabschnitte mindestens ein Befestigungsloch, zum Anbringen einer Abdeckung an das Verlängerungselement, enthalten.
291. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-290, weiter umfassend eine Basisanordnung, welche umfasst:
einen Schaft;
einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt; und
eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;
wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist;
wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.
292. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-291, wobei der Materialstreifen Metallstränge umfasst, welche miteinander verwoben sind.
293. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-292, wobei der Materialstreifen elektrogewebenes Material umfasst.
294. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 277-293, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.
295. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:
ein Koaptionselement;
mindestens ein Hilfskoaptionselement, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, und
ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegbar und ausgebildet sind, um an die natürliche Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden.
296. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 295, wobei das mindestens ein Hilfskoaptionselement aufblasbar zwischen einem entleerten Zustand und einem aufgeblasenen Zustand ist.
297. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 295, wobei zwei Hilfskoaptionselemente mit dem Koaptionselement verbunden und unabhängig voneinander aufblasbar zwischen einem entleerten Zustand und einem aufgeblasenen Zustand sind.

298. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-297, wobei erstes und zweites Hilfskoaptionselement mit dem Koaptionselement verbunden, unabhängig voneinander aufblasbar zwischen einem entleerten Zustand und einem aufgeblasenen Zustand sind, und ein erster aufgeblasener Zustand des ersten Hilfskoaptionselements größer als ein zweiter aufgeblasener Zustand des zweiten Hilfskoaptionselements ist.

299. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-298, wobei das mindestens eine Hilfskoaptionselement sich von einem proximalen Ende zu einem distalen Ende in der Größe vergrößert.

300. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-298, wobei das mindestens eine Hilfskoaptionselement sich von einem proximalen Ende zu einem distalen Ende in der Größe verringert.

301. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-300, wobei das mindestens eine Hilfskoaptionselement sich von einem komprimierten Zustand zu einem expandierten Zustand ausdehnt bei Entfernung eines Halteelements.

302. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 301, wobei das Hilfskoaptionselement aus einem gewickelten Draht gebildet ist.

303. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-302, wobei das Koaptionselement einen Befestigungsabschnitt, zum Abnehmbaren befestigen des mindestens einen Hilfskoaptionselements, enthält.

304. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 303, wobei der Befestigungsabschnitt eine Gewindestange ist und das mindestens eine Hilfskoaptionselement eine Befestigungsöffnung, zum Aufnehmen der Gewindestange, enthält.

305. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 304, wobei das mindestens eine Hilfskoaptionselement von einer Mutter gehalten wird.

306. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 303-305, wobei der Befestigungsabschnitt einen Magneten enthält und das mindestens eine Hilfskoaptionselement einen Magneten, zum Befestigen an den Magneten des Befestigungsteils, enthält.

307. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 303-306, wobei das Hilfskoaptionselement einen Koaptionsabschnitt enthält, welches sich an einer Seite des Koaptionselements zwischen dem Paar Paddel erstreckt.

308. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 303-307, wobei das Hilfskoaptionselement zwei Koaptionsabschnitte enthält, welche sich an gegenüberliegenden Seiten des Koaptionselements zwischen dem Paar Paddel erstrecken.

309. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 303-308, wobei das Koaptionselement zwei Befestigungsabschnitte enthält, welche an gegenüberliegenden Seiten des Koaptionselements, zum Abnehmbaren befestigen des mindestens einen Hilfskoaptionselements, angeordnet sind.

310. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 309, wobei die Befestigungsabschnitte Ringe sind, welche ausgebildet sind, um einen Pfosten, welcher sich von mindestens einem Hilfskoaptionselement erstreckt, aufzunehmen.

311. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 309 und 310, wobei das mindestens eine Hilfskoaptionselement eine halbkreisförmige Querschnittsform aufweist.

312. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 309-311, wobei erste und zweite Hilfskoaptionselemente, welche unterschiedliche Formen aufweisen, an die Befestigungsabschnitte angebracht sind.

313. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 309-312, wobei erste und zweite Hilfskoaptionselemente, welche unterschiedliche Größen aufweisen, an die Befestigungsabschnitte angebracht sind.

314. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-313, wobei das Koaptionselement aus einem Gitter aus Streben gebildet ist und das Hilfskoaptionselement eine gebogene Strebe ist, welche länger ist, als die Streben, die das Koaptionselement bilden.

315. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 314, wobei das Koaptionselement und das Hilfskoaptionselement aus einem flachen Materialblatt geschnitten sind.

316. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 315, wobei die Hilfskoaptionselemente sich von dem Koaptionselement nach außen ausdehnen, wenn das flache Materialblatt in die dreidimensionale Form des Koaptionselements ausgebildet ist.

317. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-316, weiter enthaltend eine Basisanordnung, welche umfasst:

einen Schaft;

einen Kragen, durch welchen sich der Schaft erstreckt; und

eine Kappe, welche so an dem Schaft angebracht ist, dass die Kappe durch den Schaft von dem Kragen weg bewegt werden kann;

wobei das Paar Paddel an der Kappe angebracht ist; und

wobei eine Bewegung der Kappe in Richtung des Kragens das Paar Paddel veranlasst, sich in die geschlossene Stellung zu bewegen, und eine Bewegung der Kappe weg von dem Kragen das Paar Paddel veranlasst, sich in die offene Stellung zu bewegen.

318. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 295-317, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

319. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:

ein Koaptionselement; und

ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;

wobei die Paddel ausgebildet sind, um an einer natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden;

einen ersten Paddelrahmen, welcher zwei voneinander getrennte Rahmenteile aufweist;

einen zweiten Paddelrahmen, welcher zwei voneinander getrennte Rahmenteile aufweist, welche im Wesentlichen parallel zu den beiden voneinander getrennten Rahmenteilen des ersten Paddelrahmens sind, wenn die Paddel in einer geschlossenen Stellung sind, um einen rechteckig geformten Klappensegelaufnahmebereich zu formen.

320. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 319, wobei die rechteckigen Klappensegelaufnahmebereiche ausgebildet sind, um zwei natürliche Herzklappensegel zusammen an entgegengesetzte Seiten des Koaptionselements zu pressen.

321. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 319 und 320, wobei die rechteckigen Klappensegelaufnahmebereiche ausgebildet sind, um zwei natürliche Herzklappensegel zusammen zu pressen, wenn die beiden Klappensegel entlang einer Höhe der Herzklappenreparaturvorrichtung falsch ausgerichtet sind.

322. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 319-321, wobei die rechteckigen Klappensegelaufnahmebereiche ausgebildet sind, um zwei natürliche Herzklappensegel zusammen zu pressen, wenn die beiden Klappensegel entlang einer Höhe der Herzklappenreparaturvorrichtung auf beiden Seiten des Koaptionselements falsch ausgerichtet sind.

323. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Ansprüchen 319-322, wobei ein Materialstreifen gefaltet wird, um das Koaptionselement und das Paar Paddel zu bilden.

324. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 319-323, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen, und der innere Paddelabschnitt aus zwei Schichten des gefalteten Materialstreifens gebildet ist.

325. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 319-324, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

326. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:

einen Materialstreifen;

ein Koaptionselement, welches aus dem Materialstreifen gebildet ist; und

ein Paar Paddel, welches aus dem Materialstreifen gebildet und mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;

wobei die Paddel ausgebildet sind, an der natürlichen Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden;

einen ersten und zweiten Paddelrahmen, wobei jeder einen ersten Rahmenabschnitt aufweist, welcher im Wesentlichen parallel zu einem zweiten Rahmenabschnitt verläuft, um einen rechteckig geformten Klappensegelaufnahmebereich zu bilden.

327. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 326, wobei der Materialstreifen gefaltet ist, um das Koaptionselement und das Paar Paddel zu bilden.

328. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 326, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt umfassen, und der innere Paddelabschnitt aus zwei Schichten des gefalteten Materialstreifens gebildet ist.

329. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 326-328, wobei das Koaptionselement ausgebildet ist eine Lücke in der natürlichen Herzklappe eines Patienten zu schließen, wenn die Herzklappenreparaturvorrichtung an der natürlichen Herzklappe angebracht ist.

330. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 326-329, wobei der rechteckig geformte Klappensegelaufnahmebereich ausgebildet ist, um zwei natürliche Herzklappensegel zusammen zu pressen, wenn die beiden Klappensegel entlang einer Höhe der Herzklappenreparaturvorrichtung falsch ausgerichtet sind.

331. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 326-329, wobei der rechteckig geformte Klappensegelaufnahmebereich ausgebildet ist, um zwei Mitralklappensegel zusammen zu pressen, wenn die beiden Klappensegel entlang einer Höhe der Herzklappenreparaturvorrichtung falsch ausgerichtet sind.

332. Verfahren zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei das Verfahren umfasst: Installieren einer ersten Reparaturvorrichtung auf einem natürlichen Herzklappensegelpaar, wobei die erste Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:

ein Koaptionselement; und

ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;

wobei die Paddel ausgebildet sind, um an die natürliche Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden;

Aufweisen einer im Wesentlichen rechteckigen Form des ersten und zweiten Paddelrahmens;

Installieren einer zweiten Reparaturvorrichtung auf dem Paar natürlicher Herzklappensegel benachbart zur ersten Reparaturvorrichtung, wobei die zweite Reparaturvorrichtung umfasst:

ein Koaptionselement; und

ein Paar Paddel, welches mit dem Koaptionselement verbunden ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegbar sind;

wobei die Paddel ausgebildet sind, um an die natürliche Herzklappe eines Patienten angebracht zu werden;

wobei erster und zweiter Paddelrahmen jeweils eine im Wesentlichen rechteckige Form aufweisen;

wobei der erste und zweite Paddelrahmen der ersten installierten Reparaturvorrichtung im Wesentlichen parallel zu dem ersten und zweiten Paddelrahmen der zweiten installierten Reparaturvorrichtung verlaufen.

333. Herzklappenreparaturvorrichtung zur Reparatur einer natürlichen Herzklappe eines Patienten, wobei die Herzklappenreparaturvorrichtung umfasst:

ein Paar Paddel, welches zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegbar ist; und

einen Verschluss, zugehörig zu jedem Paddel, wobei jeder Verschluss mindestens einen Widerhaken, einen Widerhakenstützabschnitt, einen beweglichen Arm, und einen flexiblen Abschnitt zwischen dem Widerhakenstützabschnitt und dem beweglichen Arm aufweist;

wobei der flexible Abschnitt ausgebildet ist, um dem Widerhakenstützabschnitt zu ermöglichen, sich von dem beweglichen Arm weg zu biegen.

334. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 333, wobei der flexible Abschnitt eine Vielzahl an Einschnitten aufweist.

335. Herzklappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 333, wobei die Paddel einen inneren Paddelabschnitt und einen äußeren Paddelabschnitt aufweisen.

336. Herzklappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 333-335, wobei die Paddel und die flexiblen Abschnitte so ausgebildet sind, dass Ziehen an den Widerhaken zuerst bewirkt, dass die Paddel mindestens teilweise öffnen und dann bewirkt, dass sich der Widerhakenstützabschnitt von den beweglichen Armen weg biegt.

Es folgen 262 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

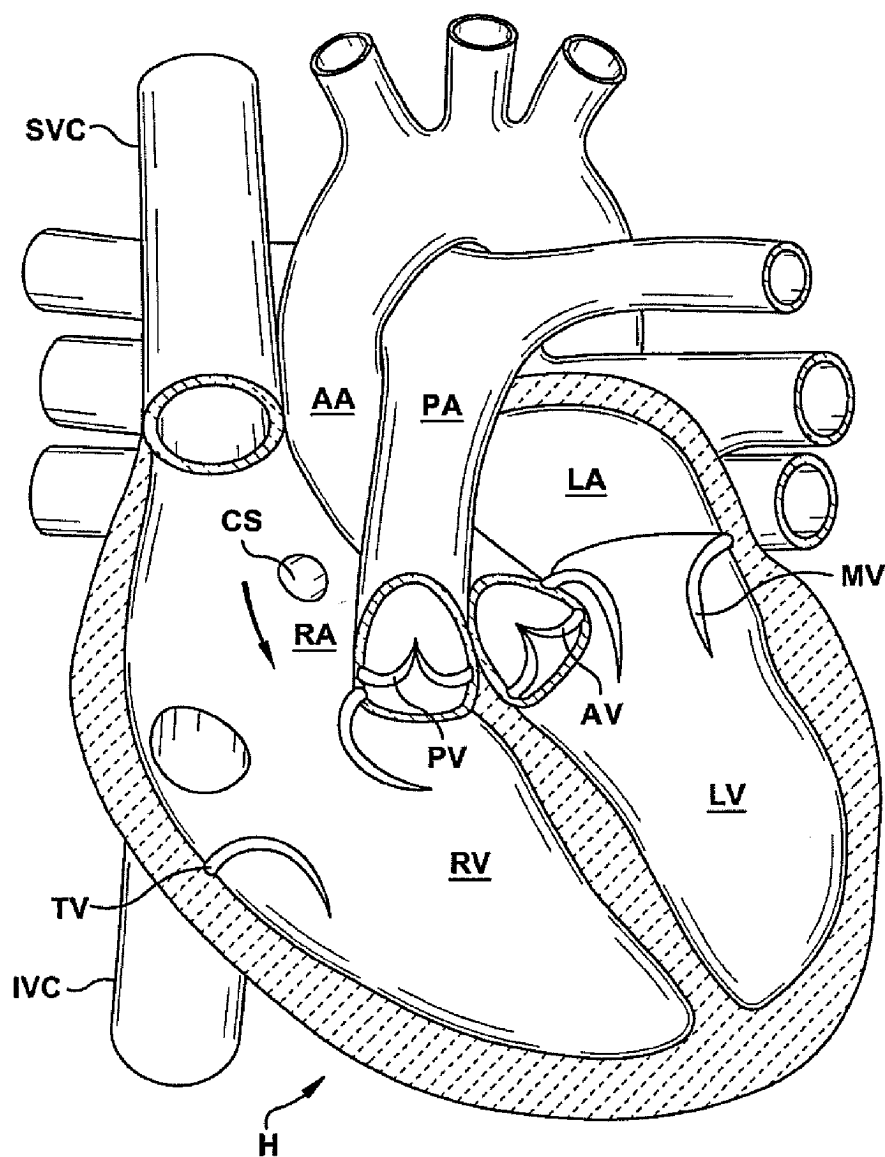


FIG. 1

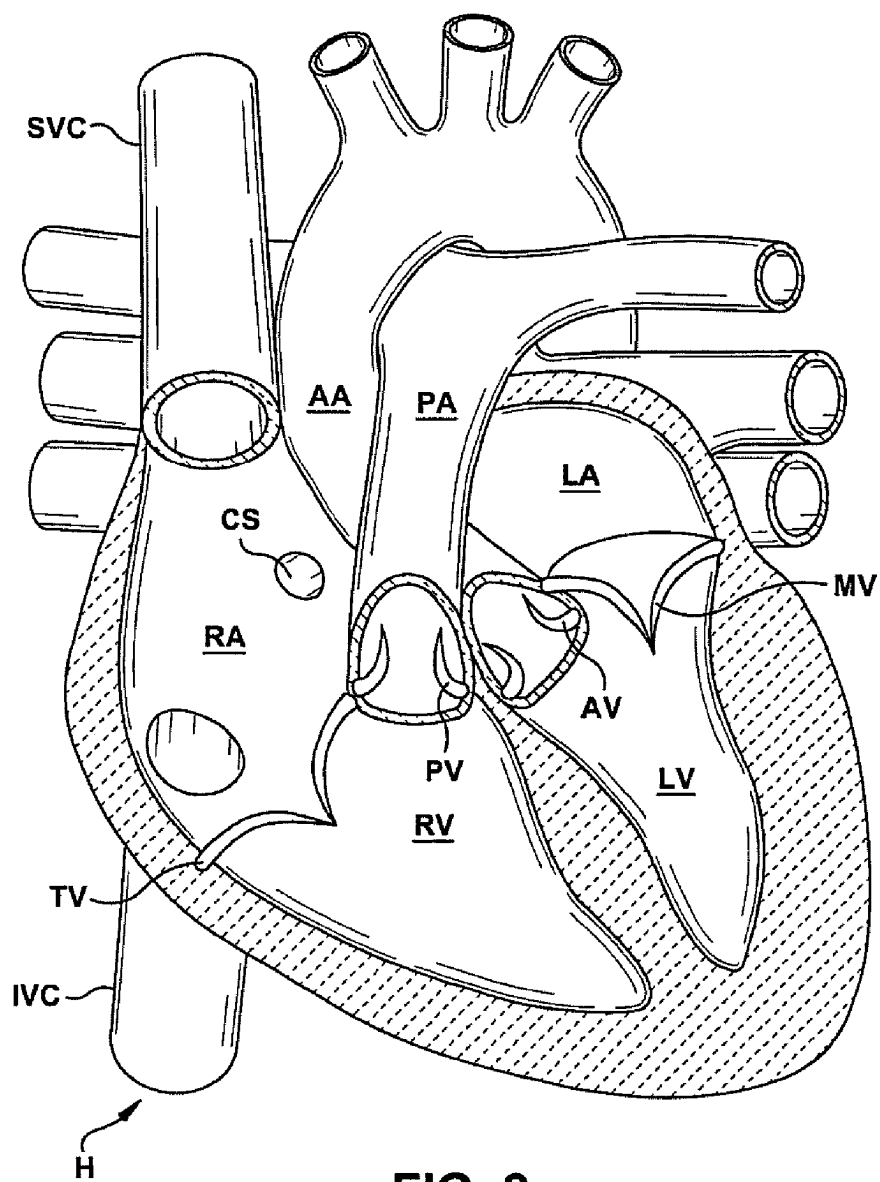


FIG. 2

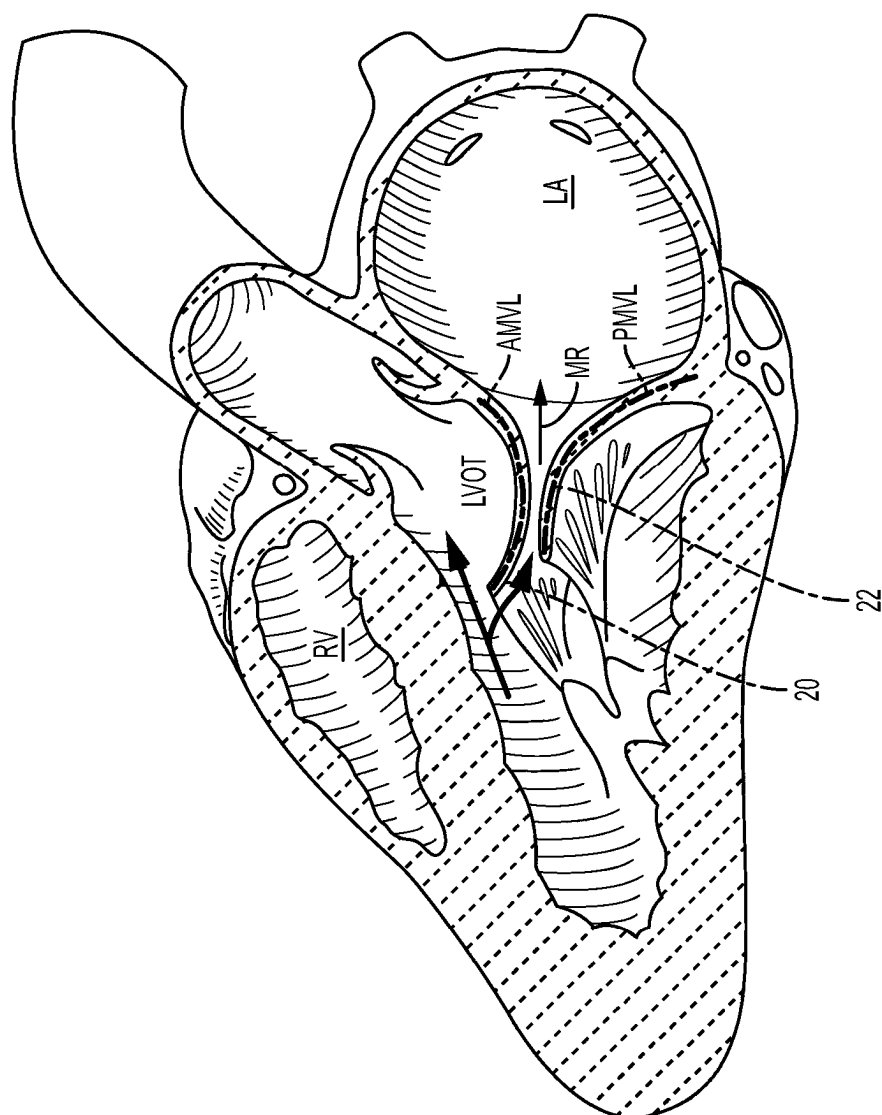


Fig. 2A

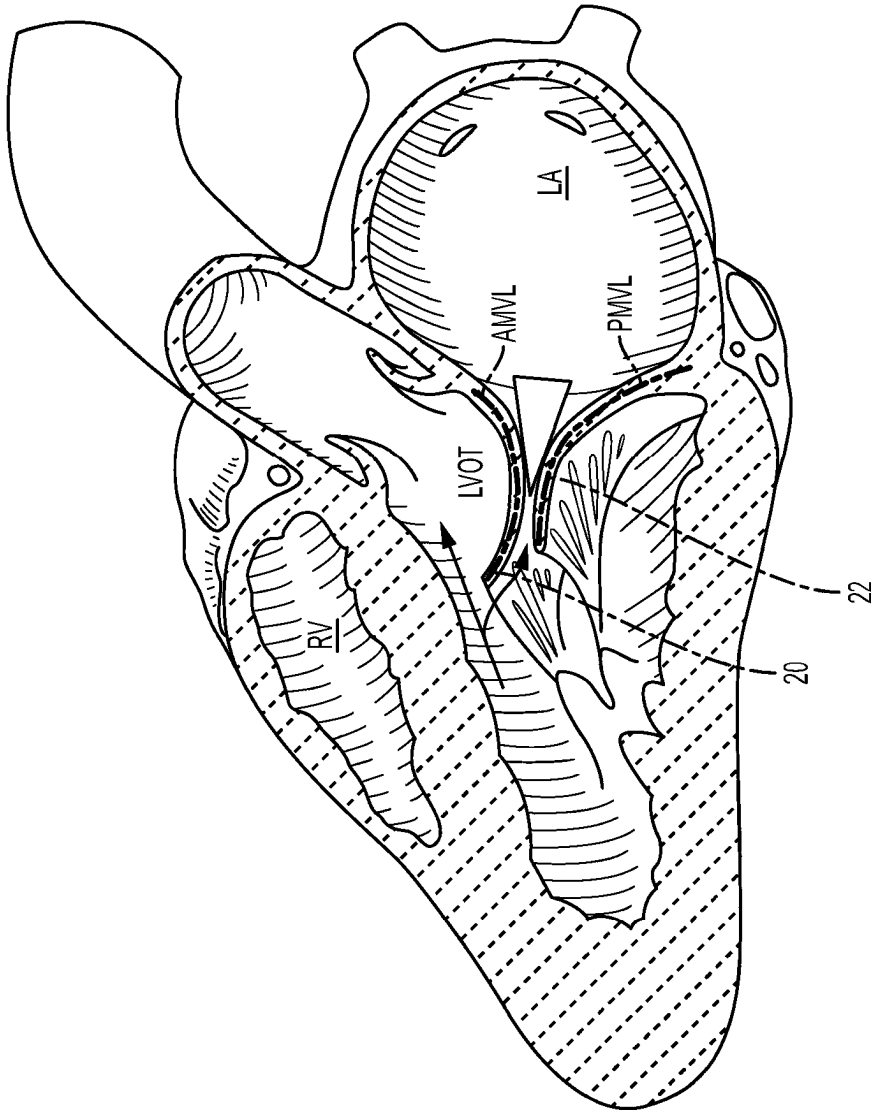


Fig. 2B

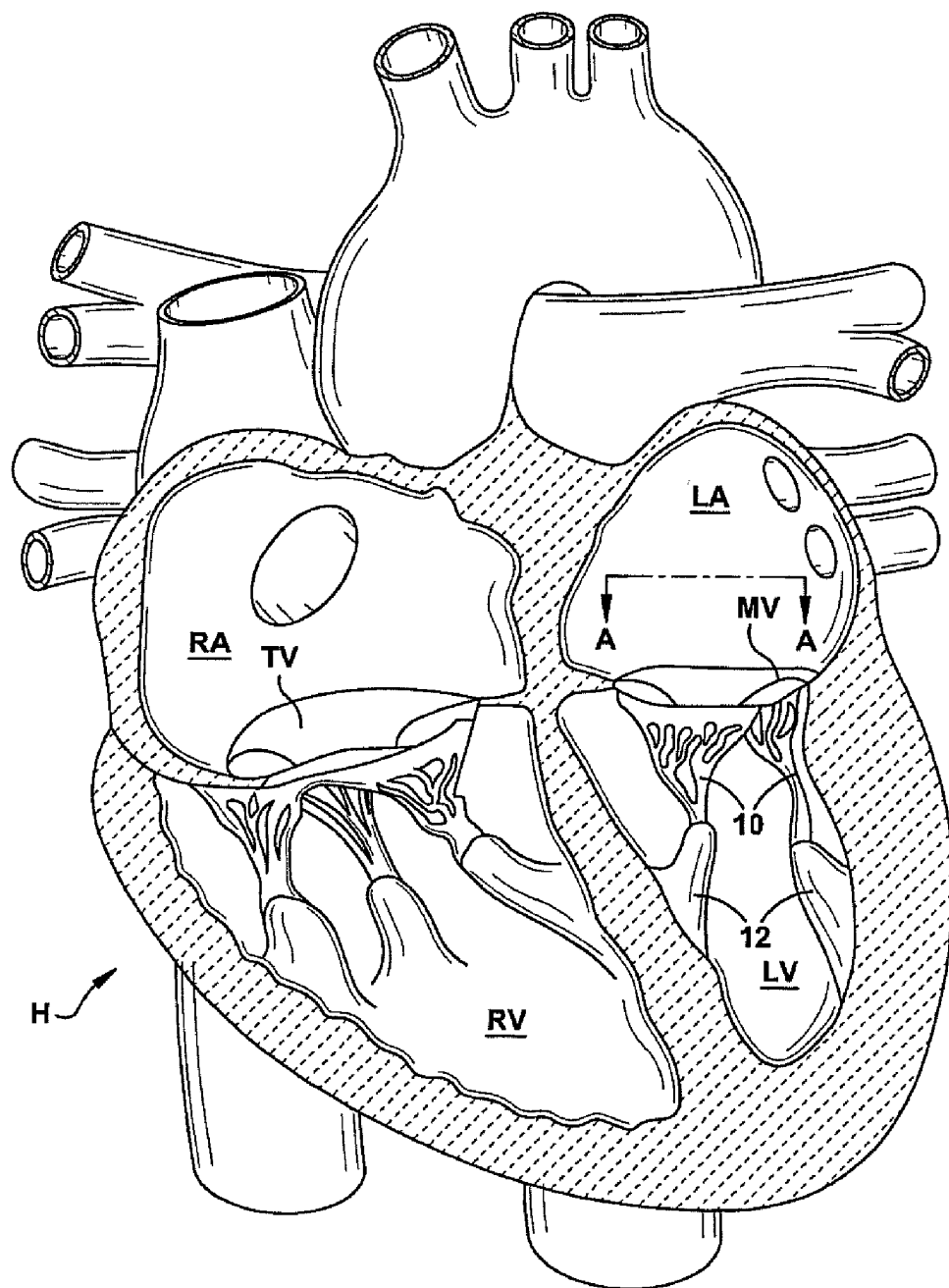


FIG. 3

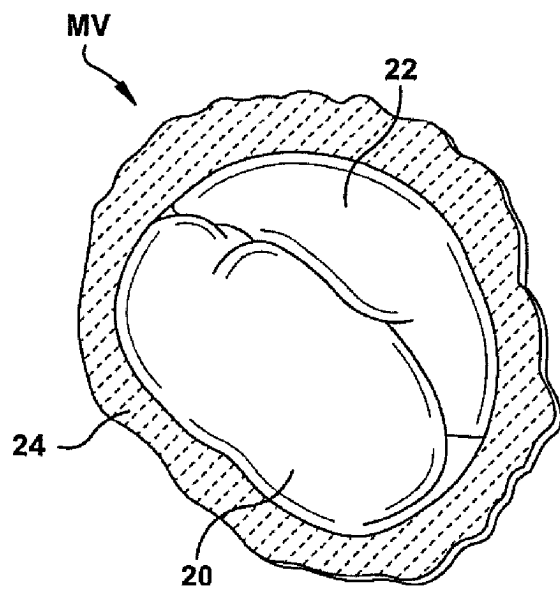


FIG. 4

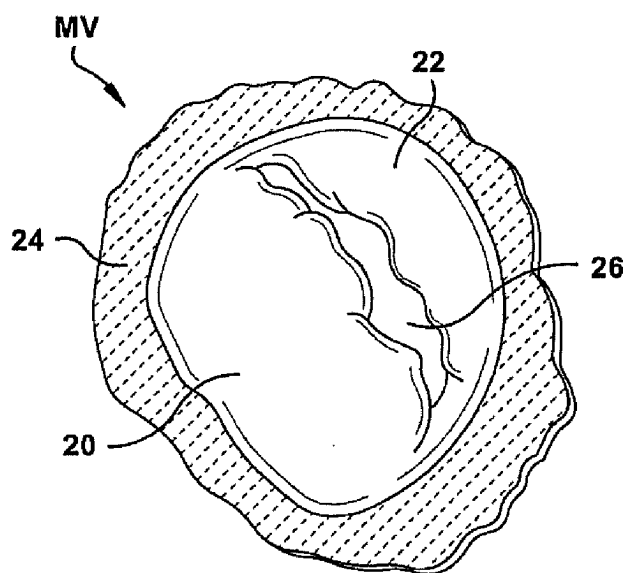


FIG. 5

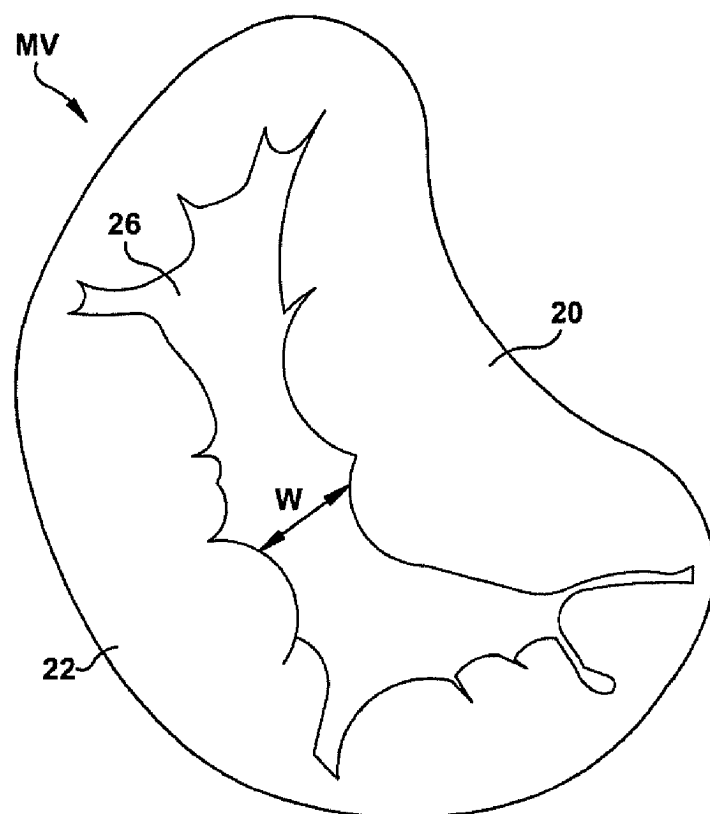


FIG. 6

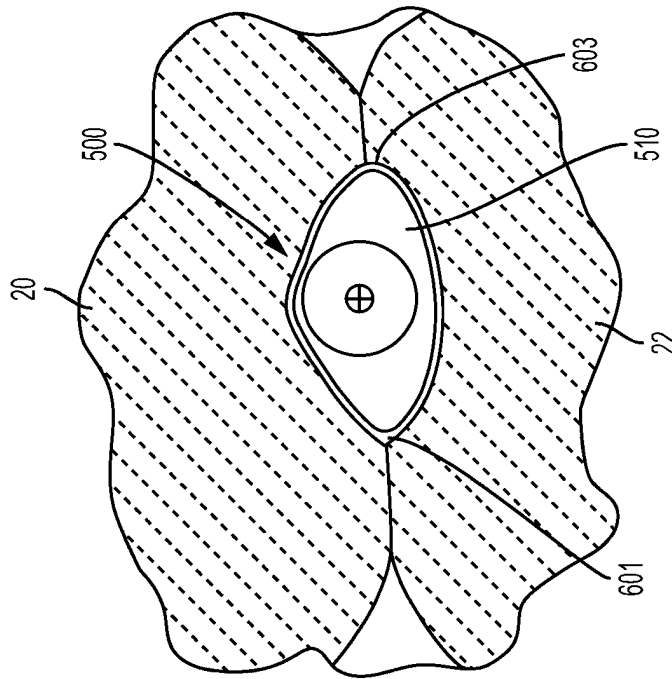


Fig. 6A

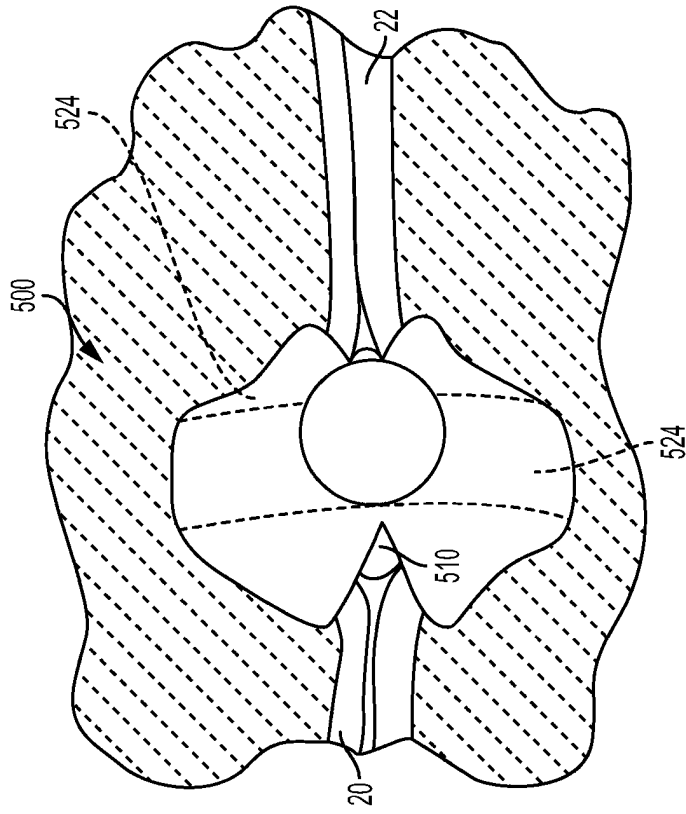


Fig. 6B

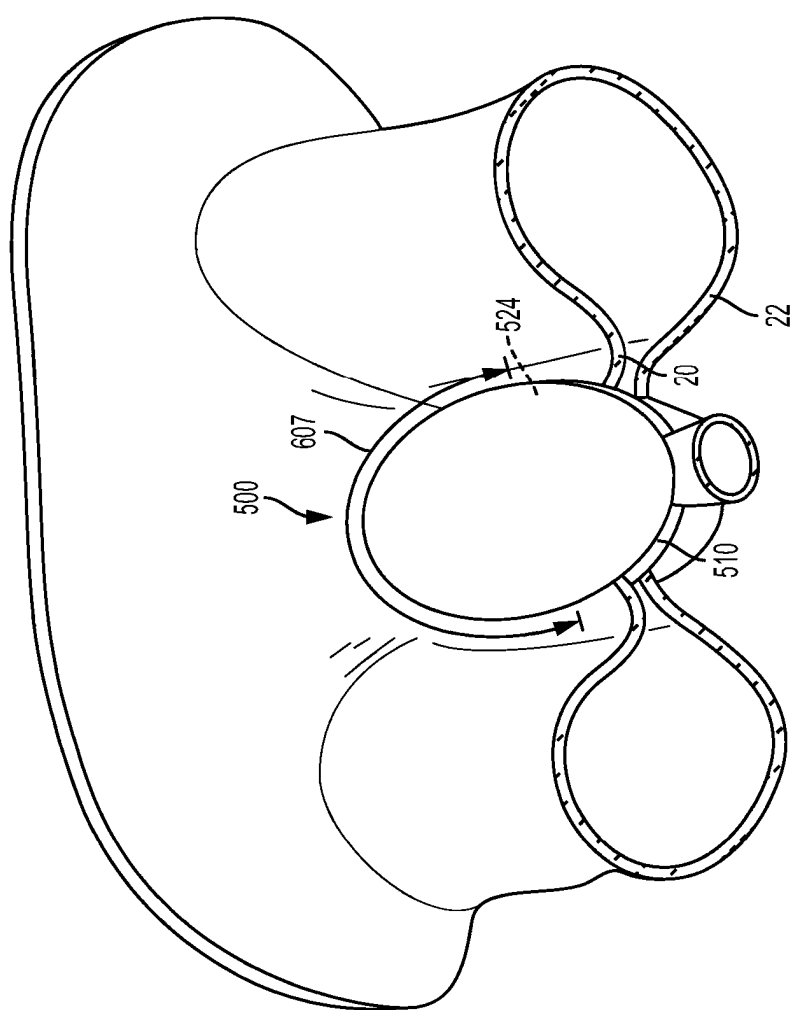


Fig. 6C

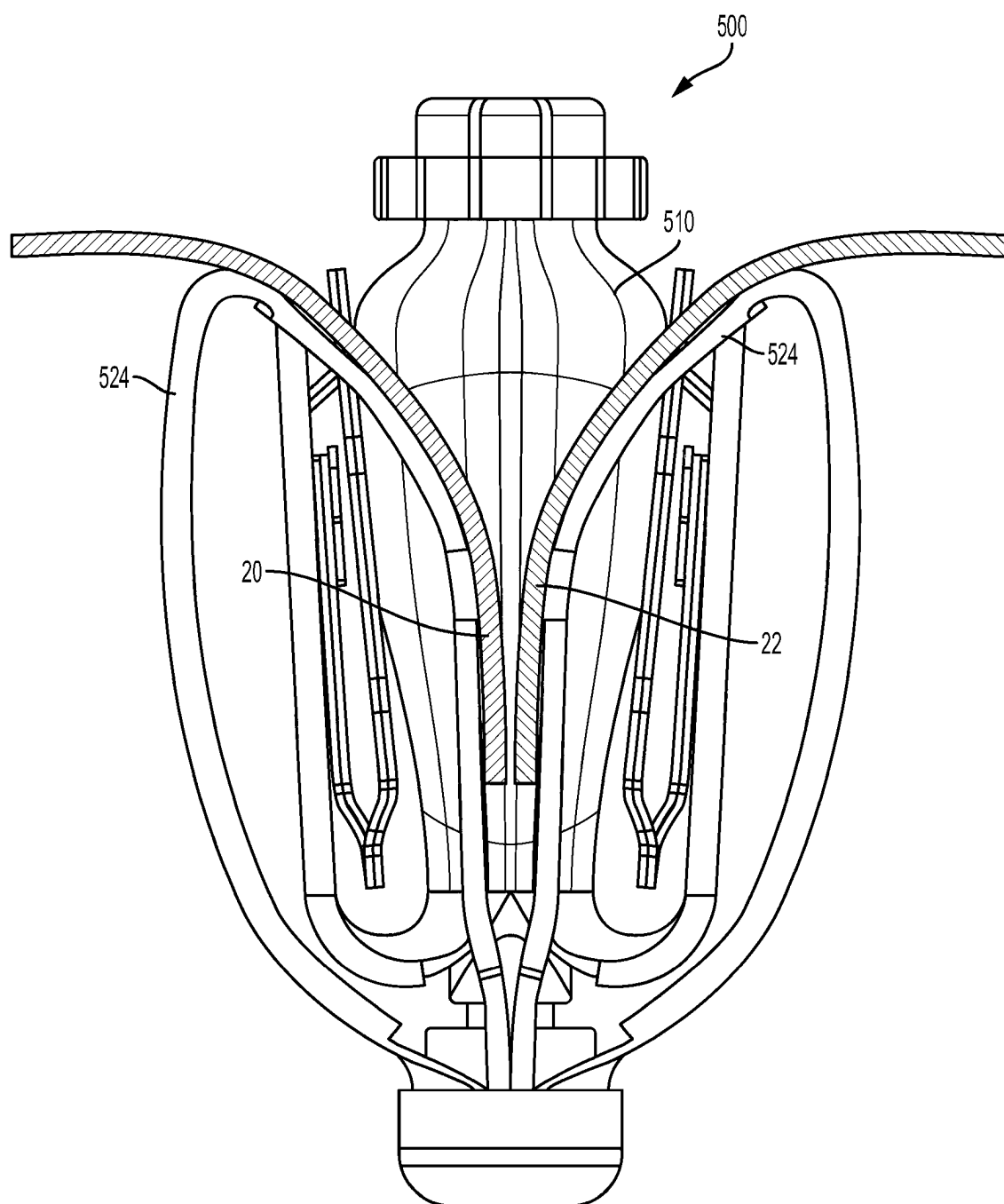


Fig. 6D

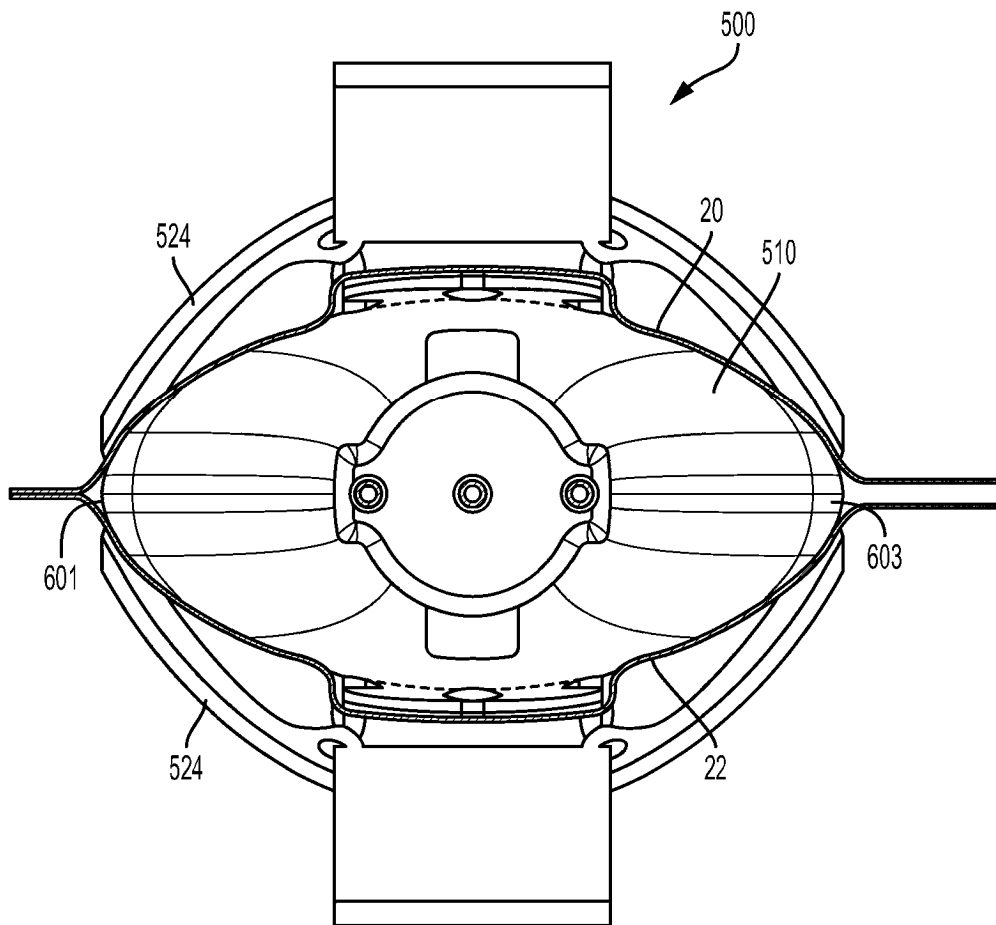


Fig. 6E

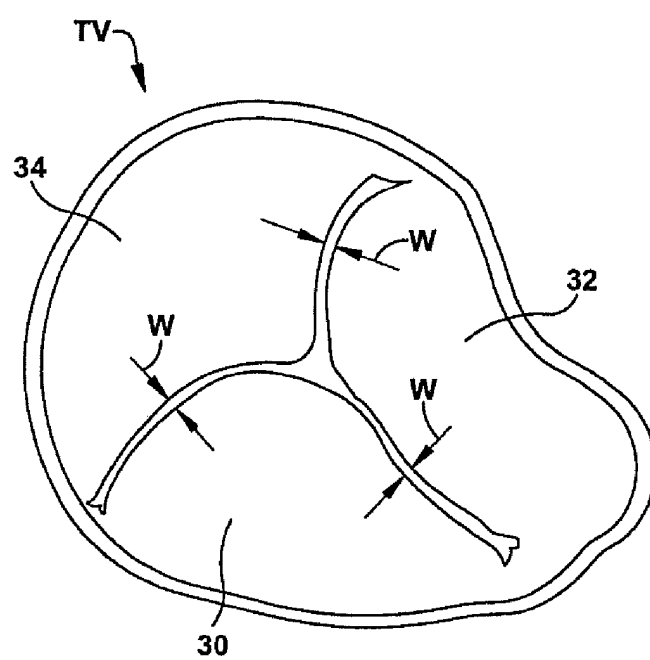


FIG. 7

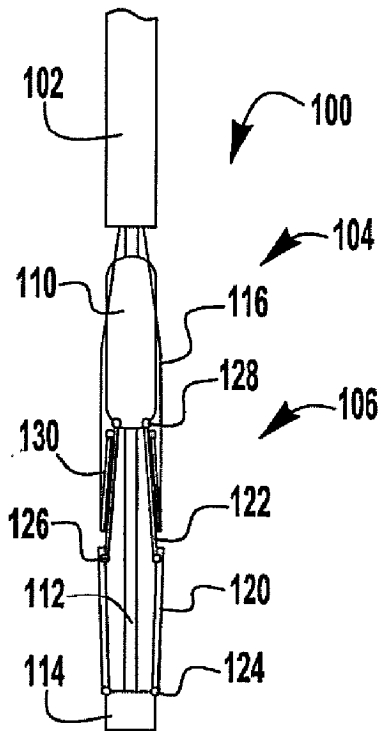


FIG. 8

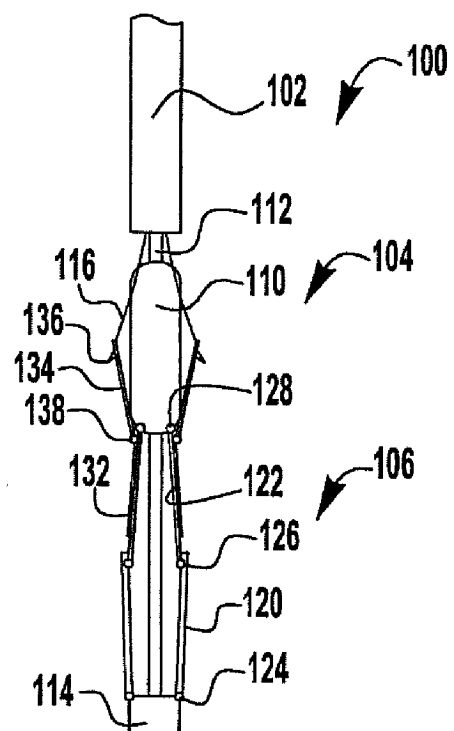


FIG. 9

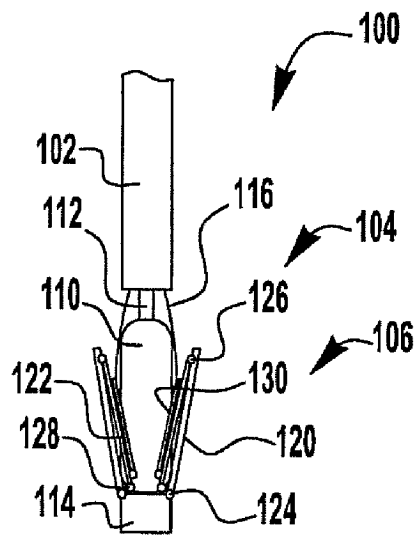
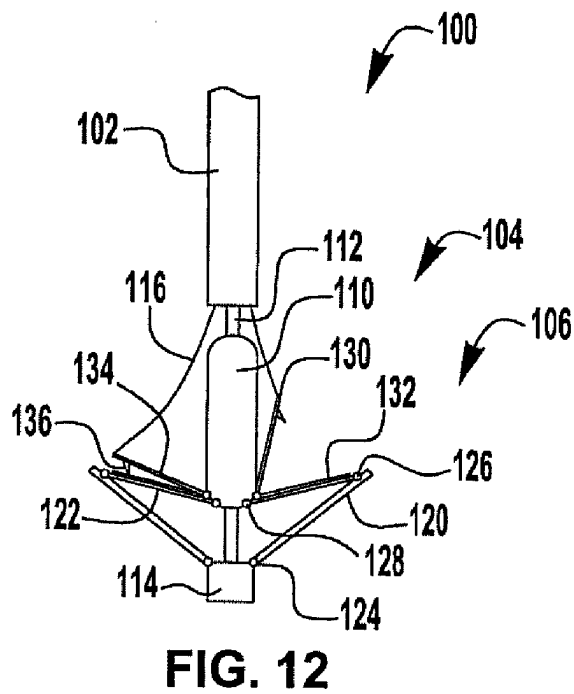
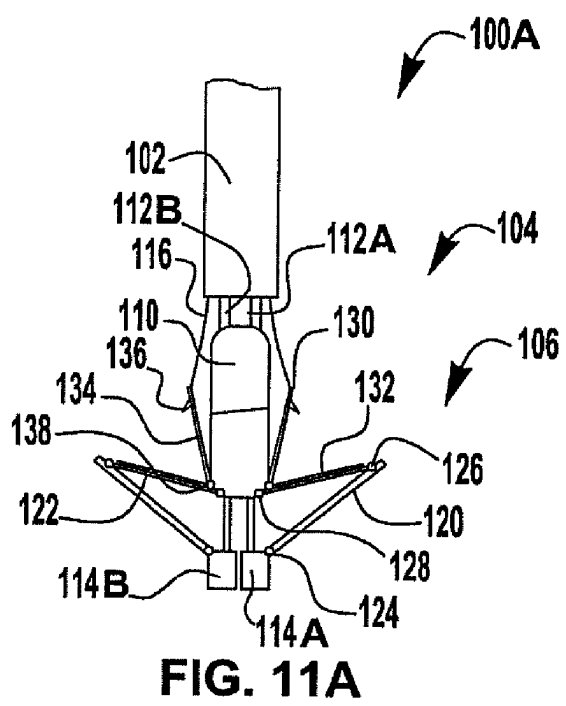
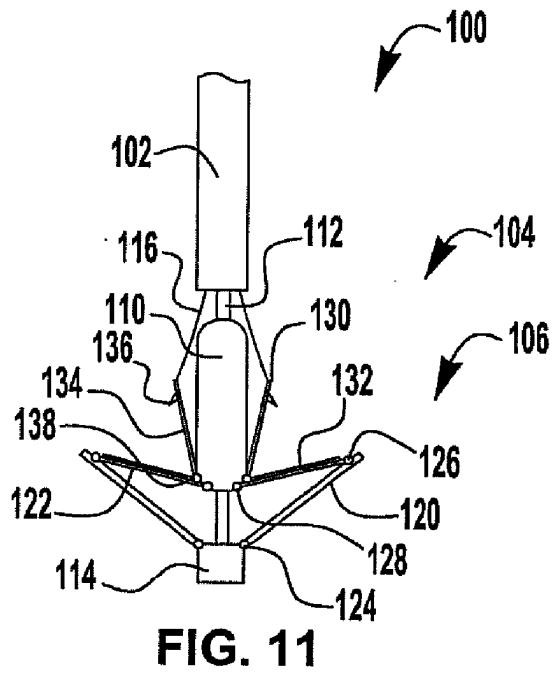


FIG. 10



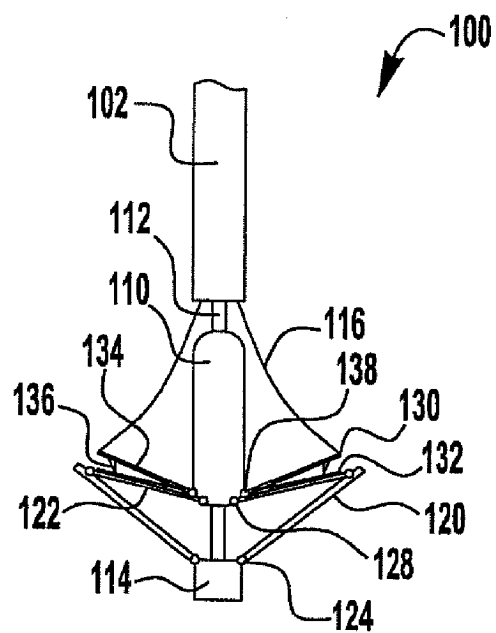


FIG. 13

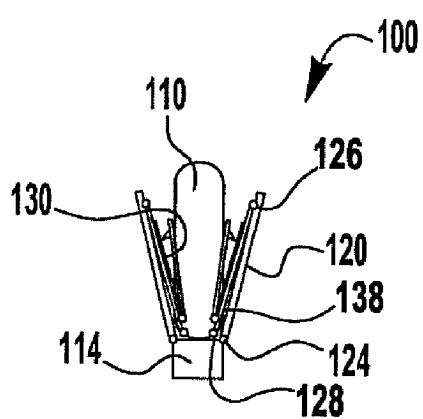


FIG. 14

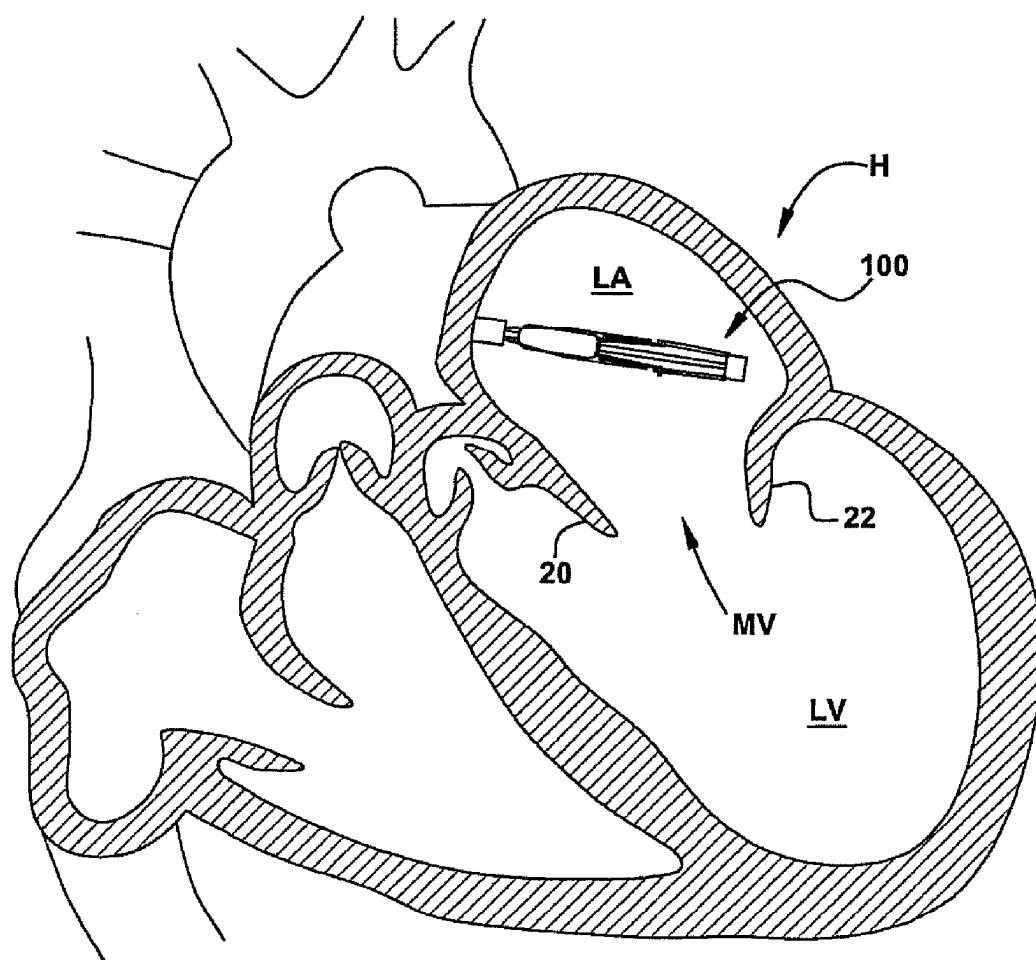


FIG. 15

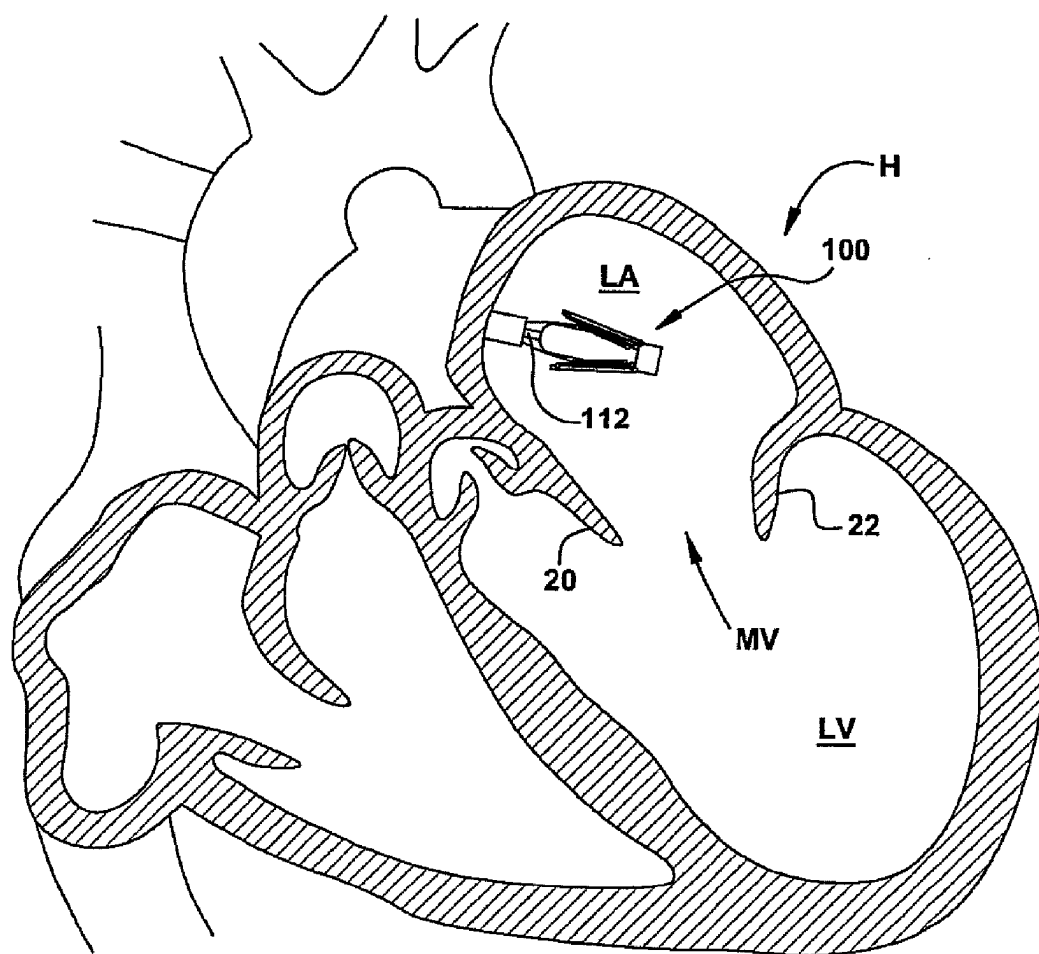


FIG. 16

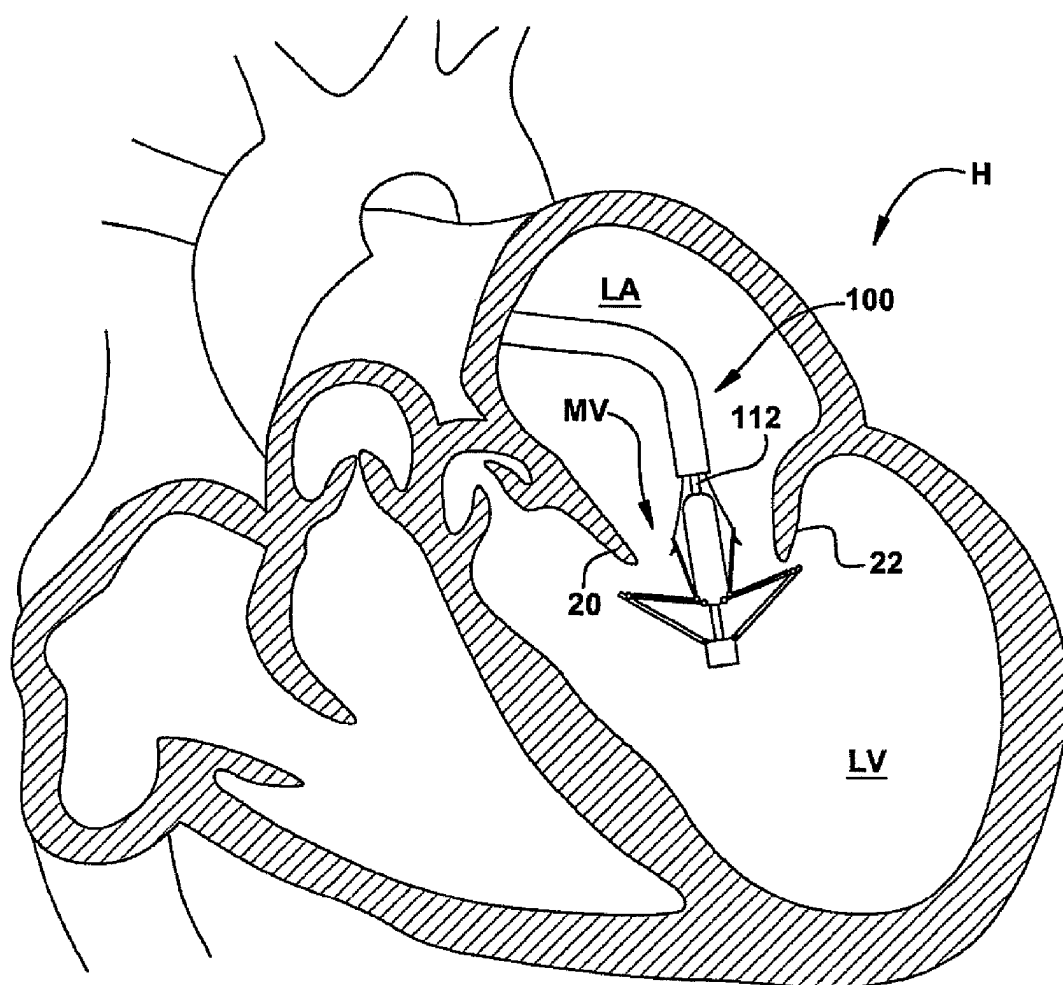


FIG. 17

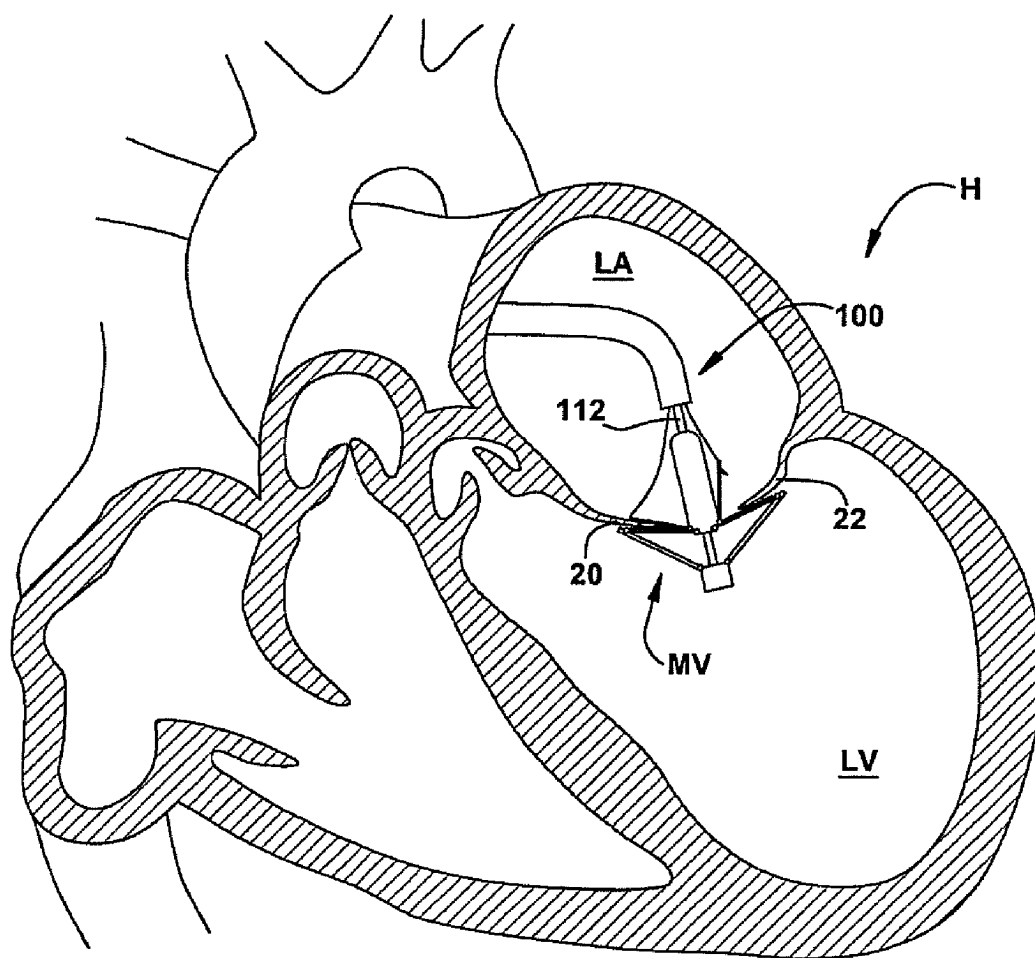


FIG. 18

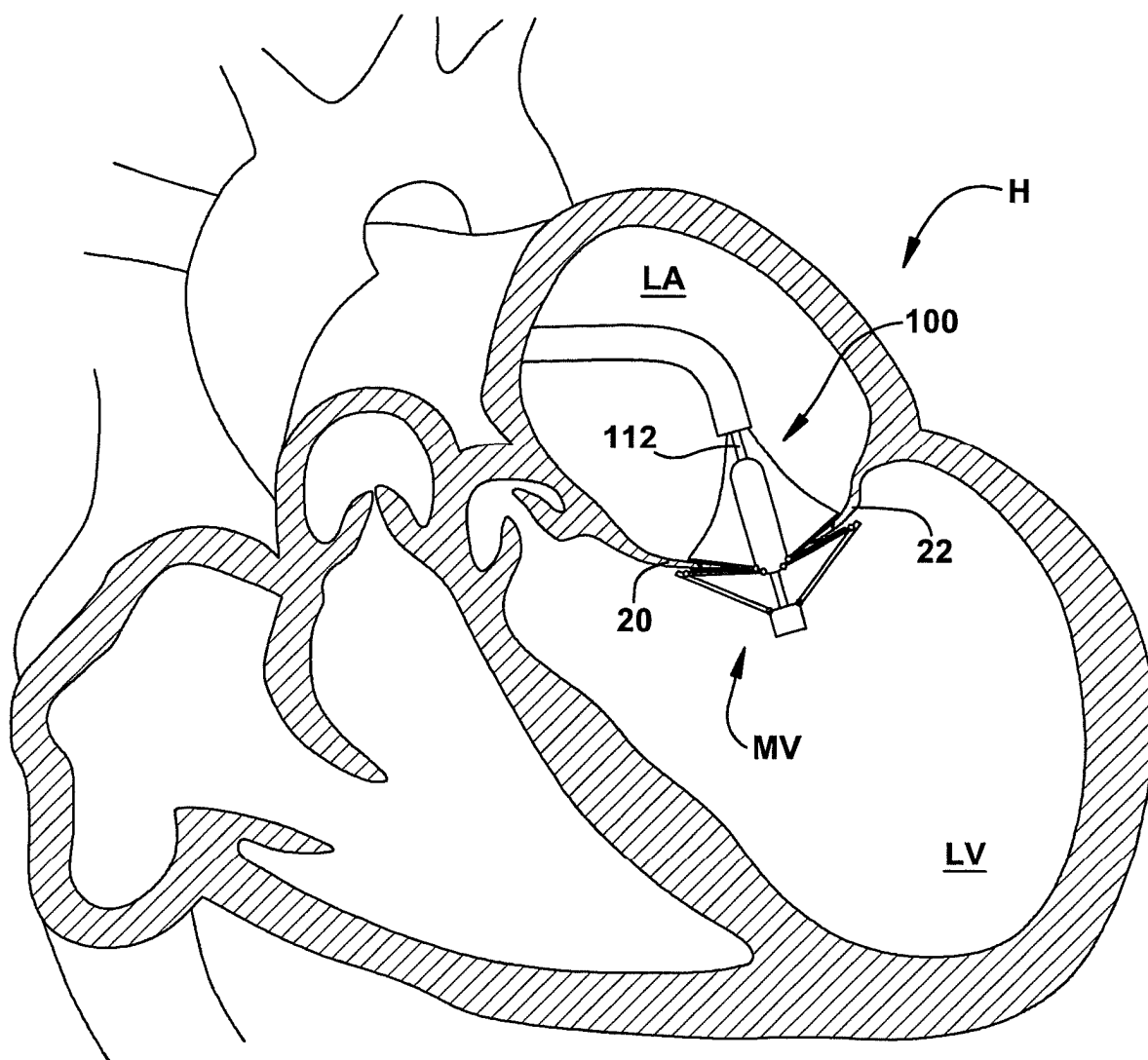


FIG. 19

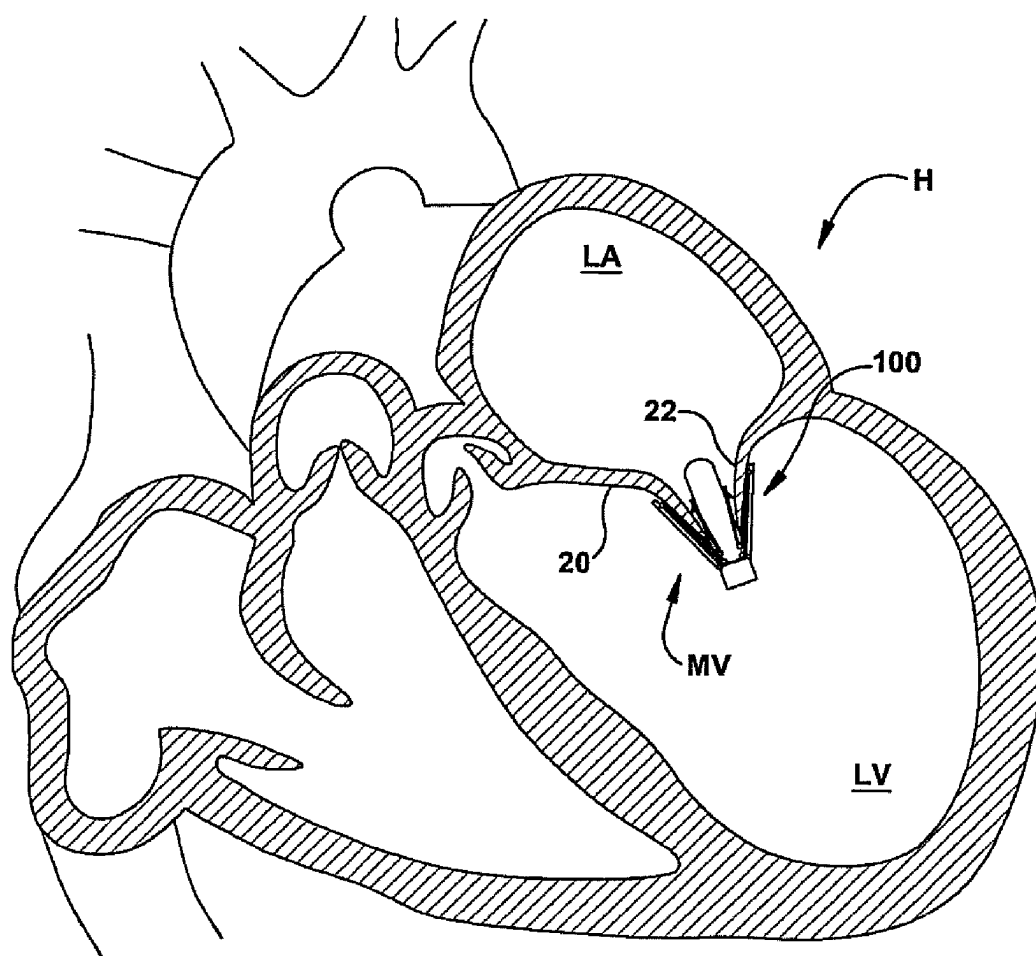


FIG. 20

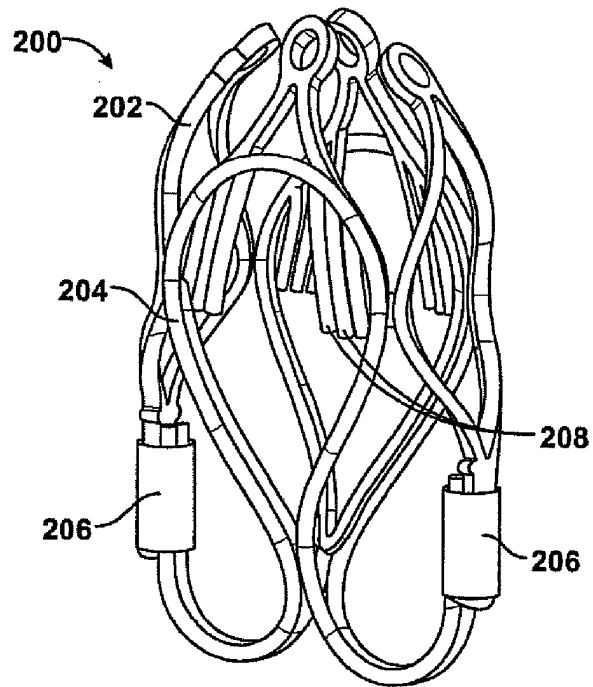


FIG. 21

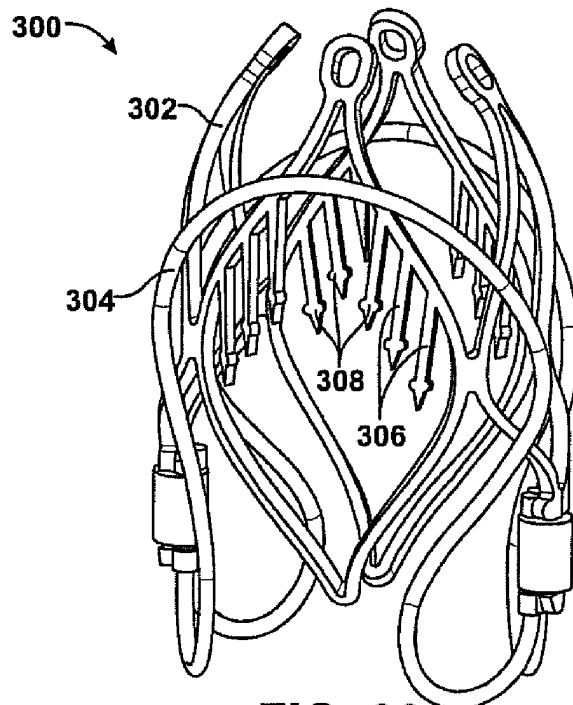


FIG. 22

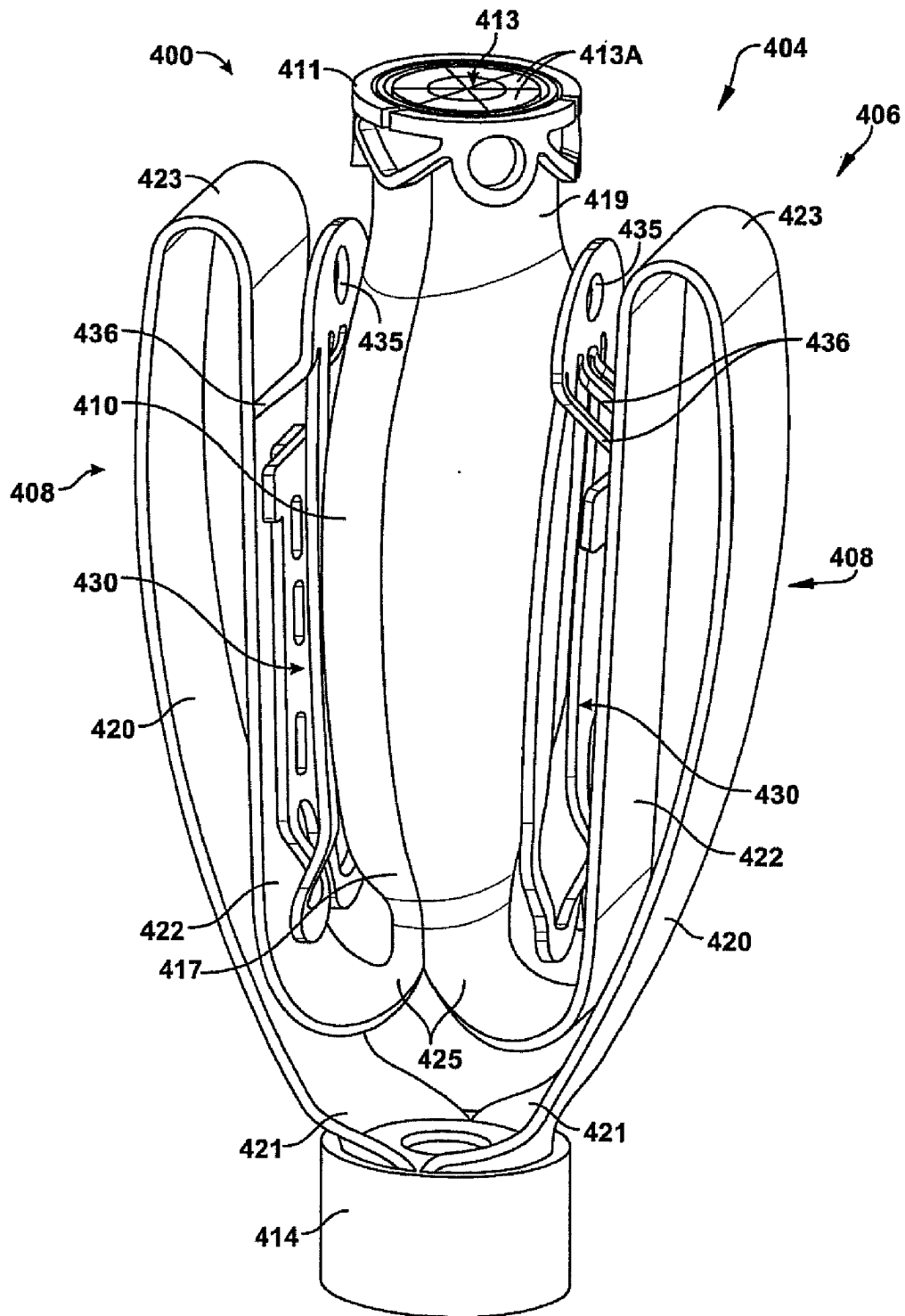


FIG. 23

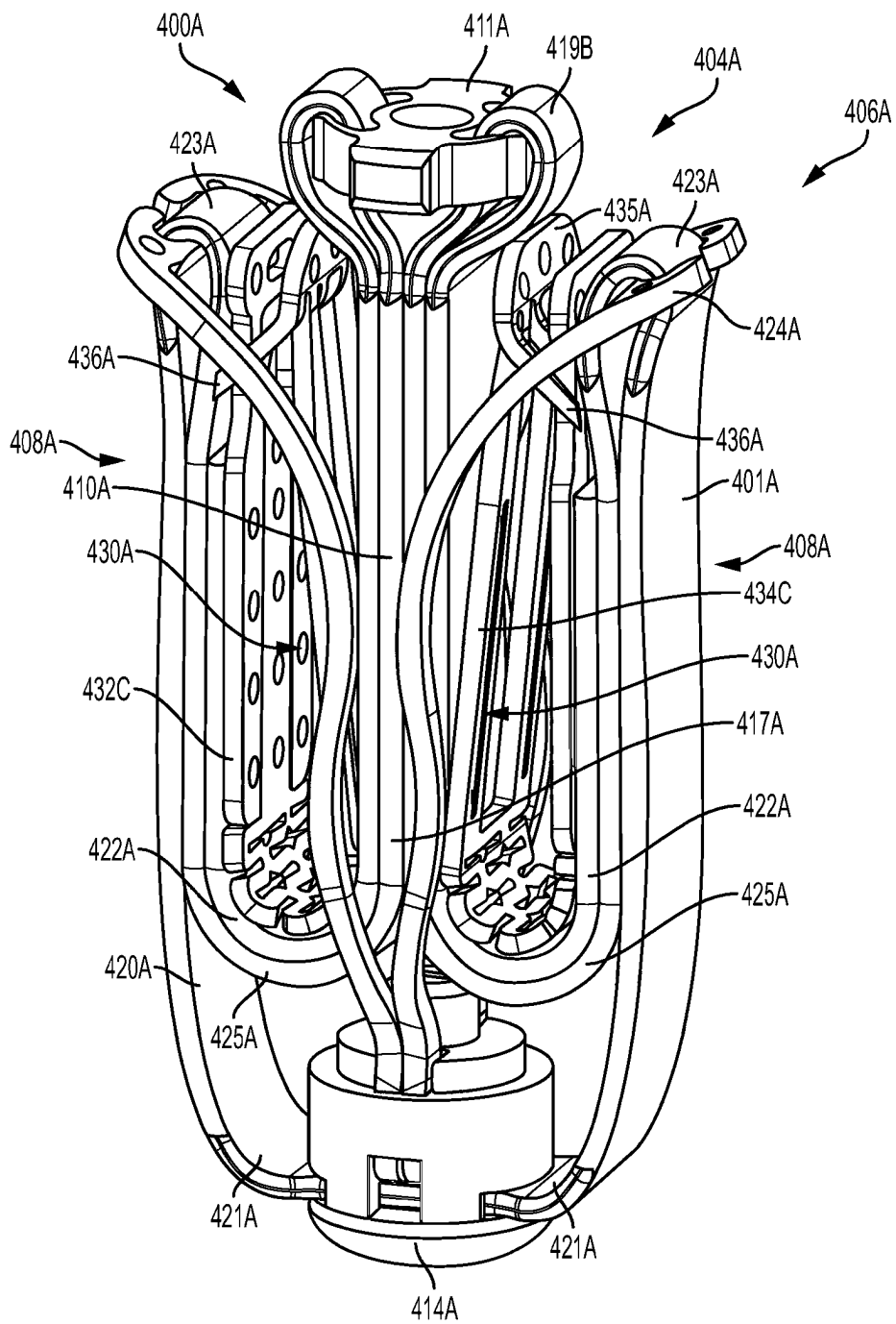


Fig. 23A

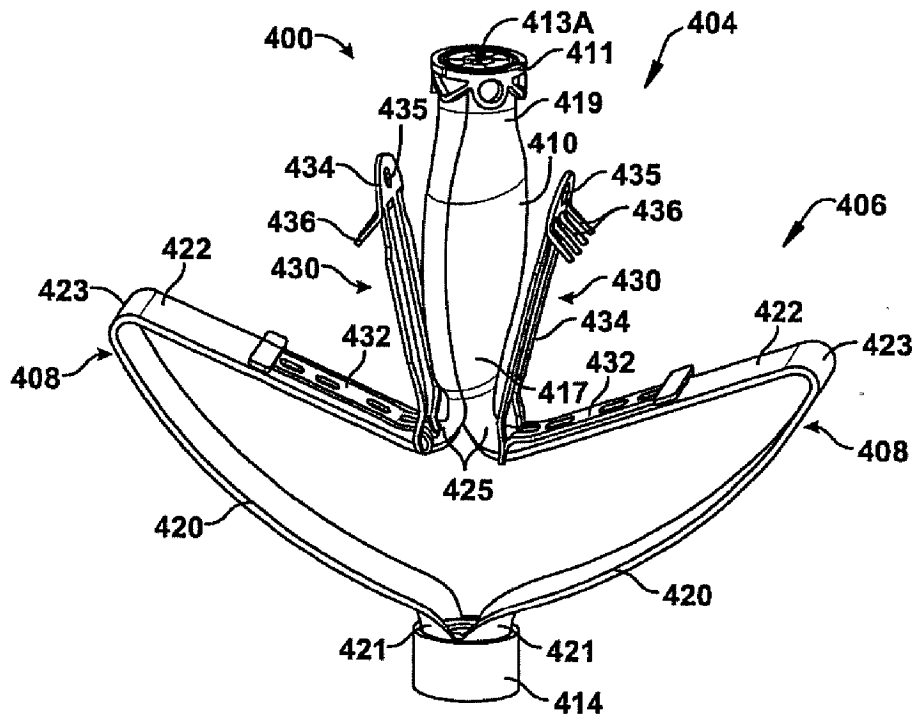


FIG. 24

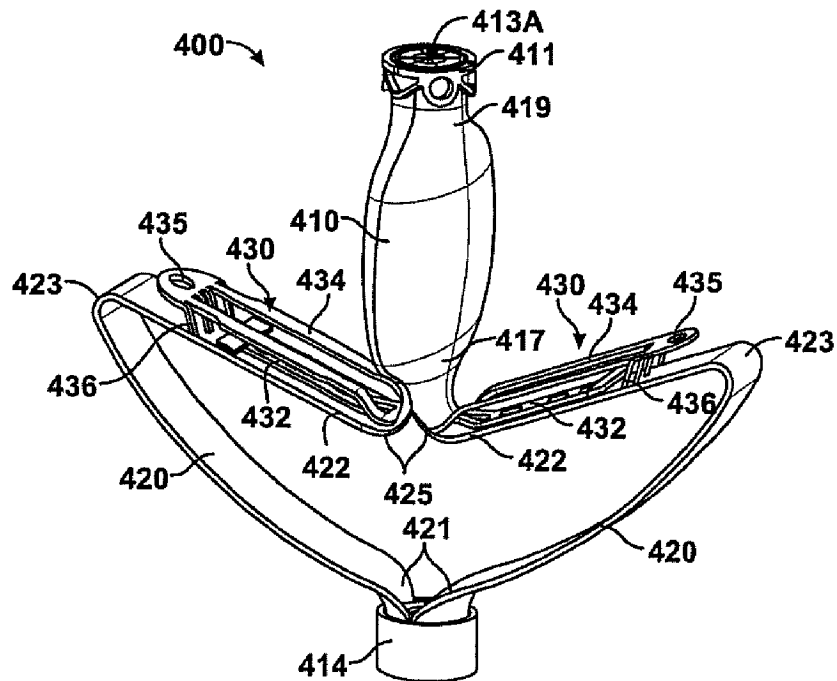


FIG. 25

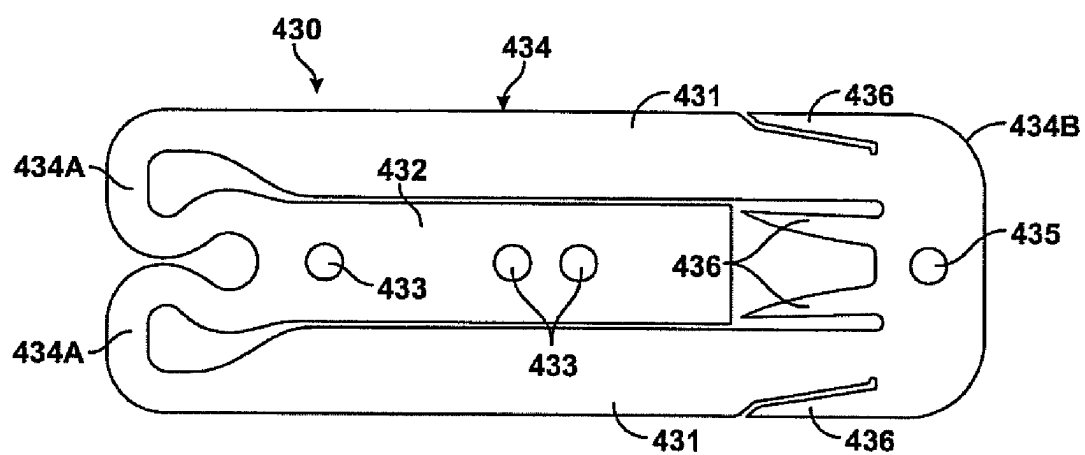


FIG. 26

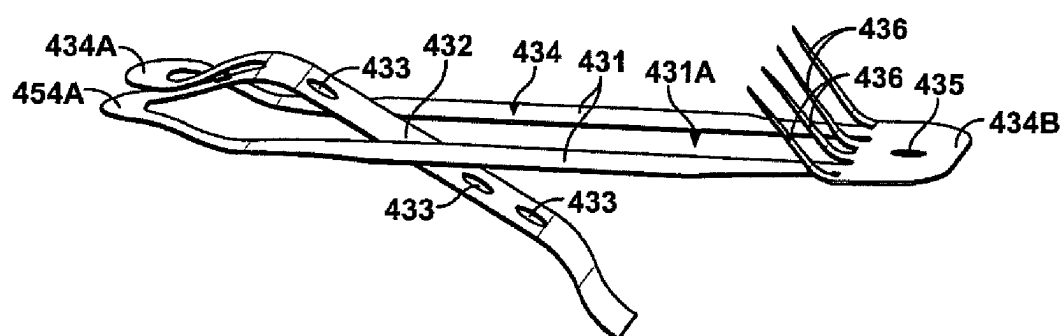


FIG. 27

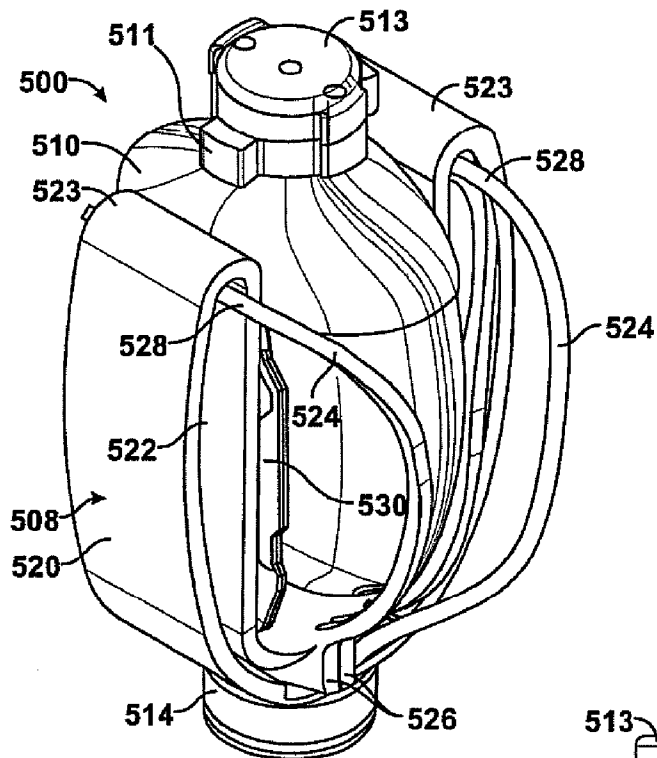


FIG. 28

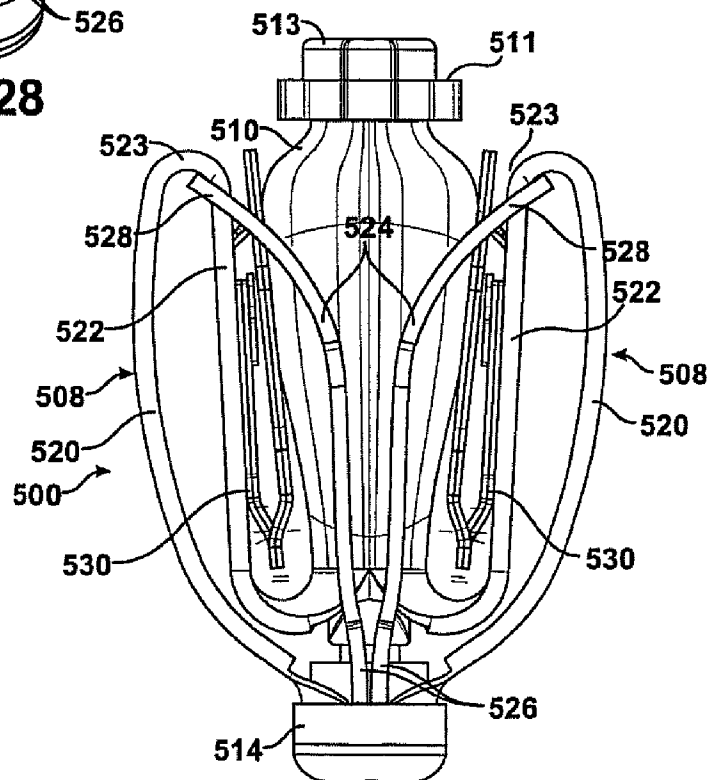


FIG. 29

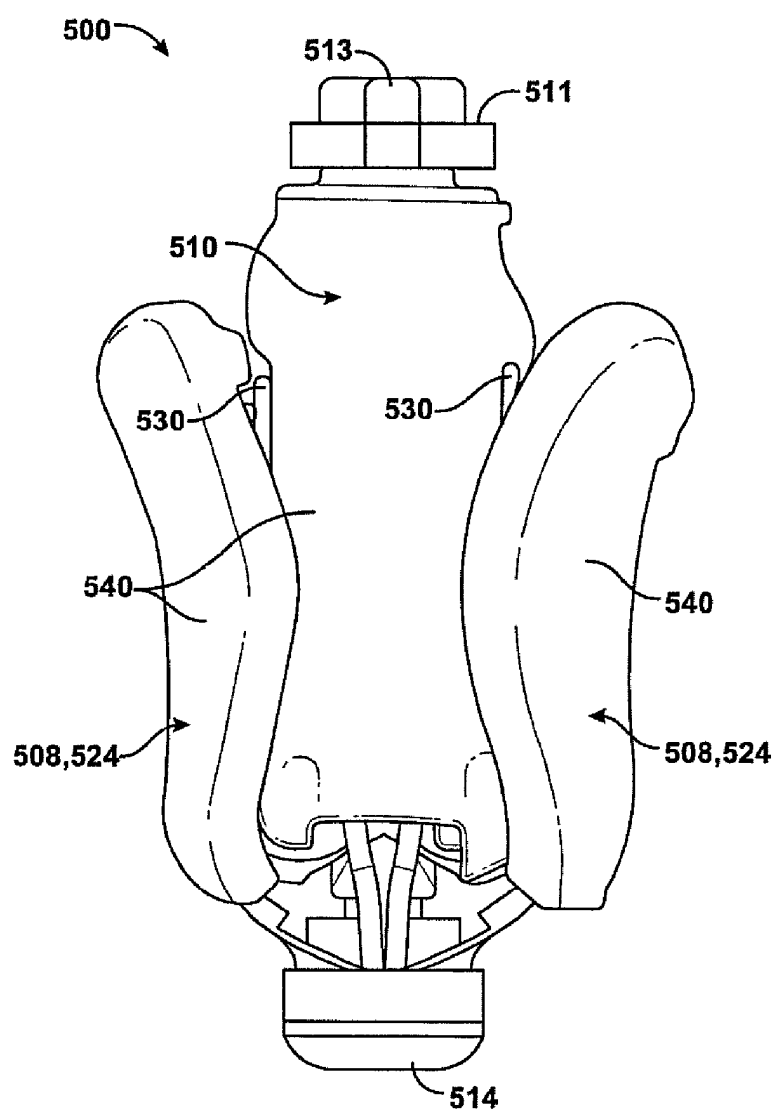


FIG. 30

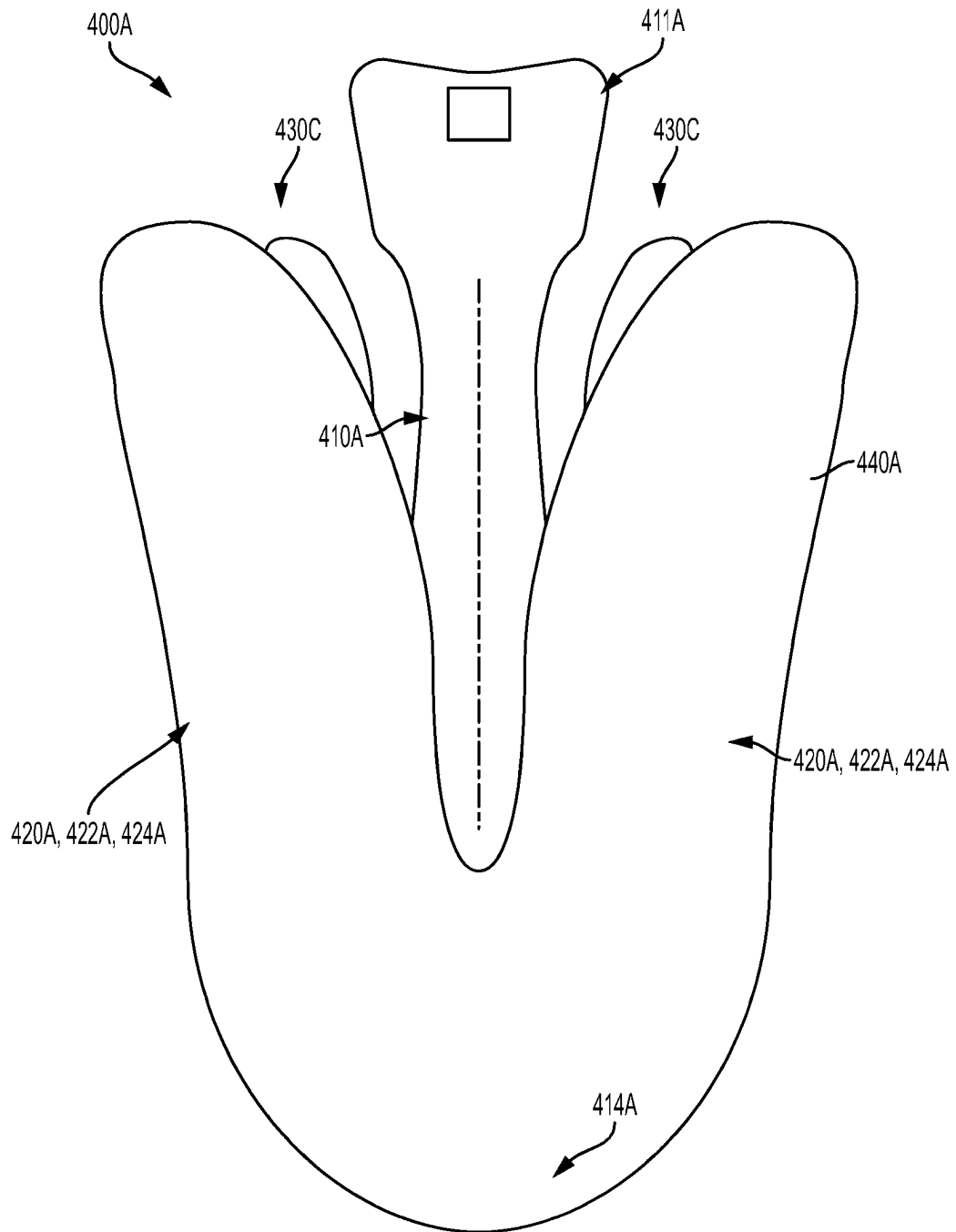
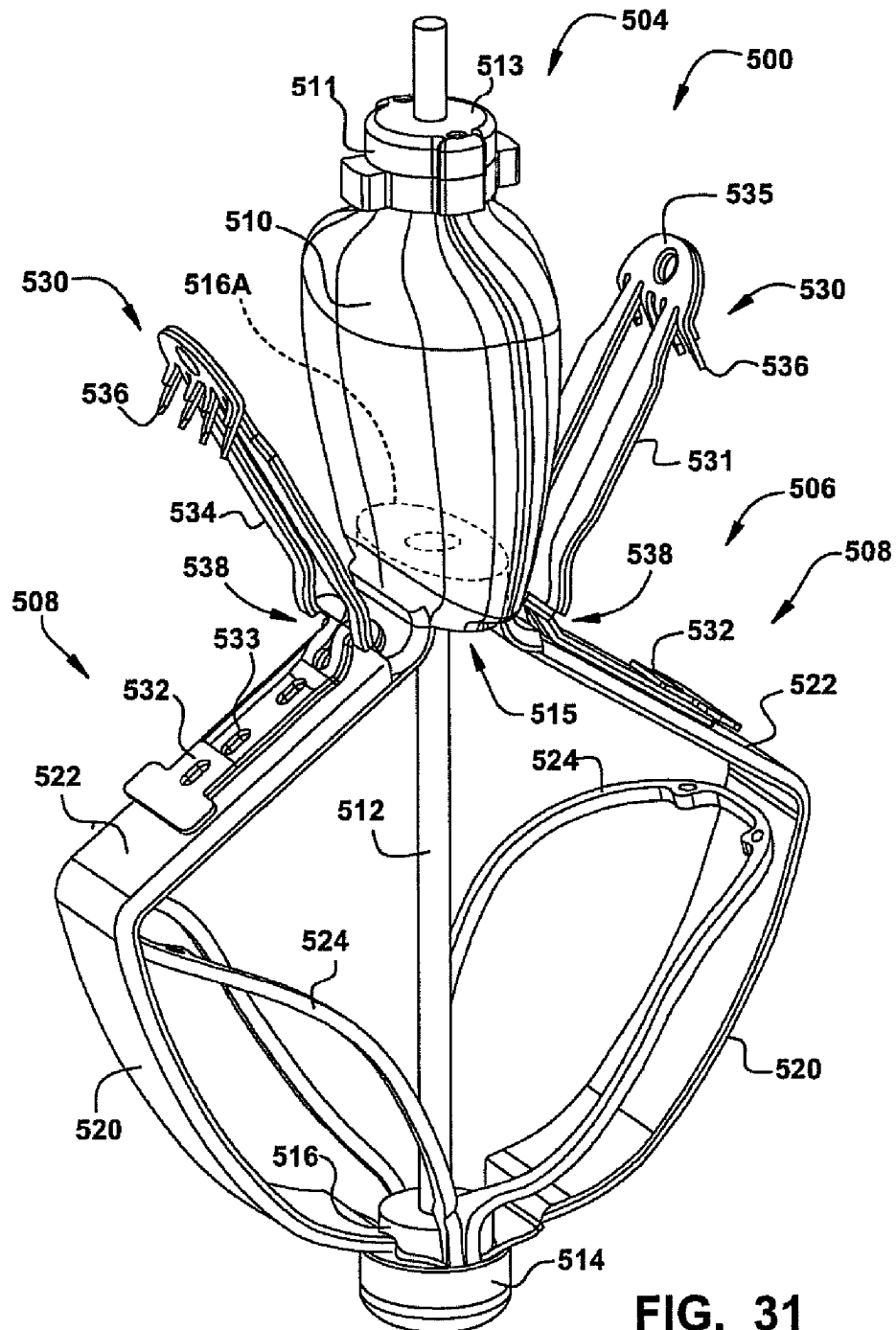
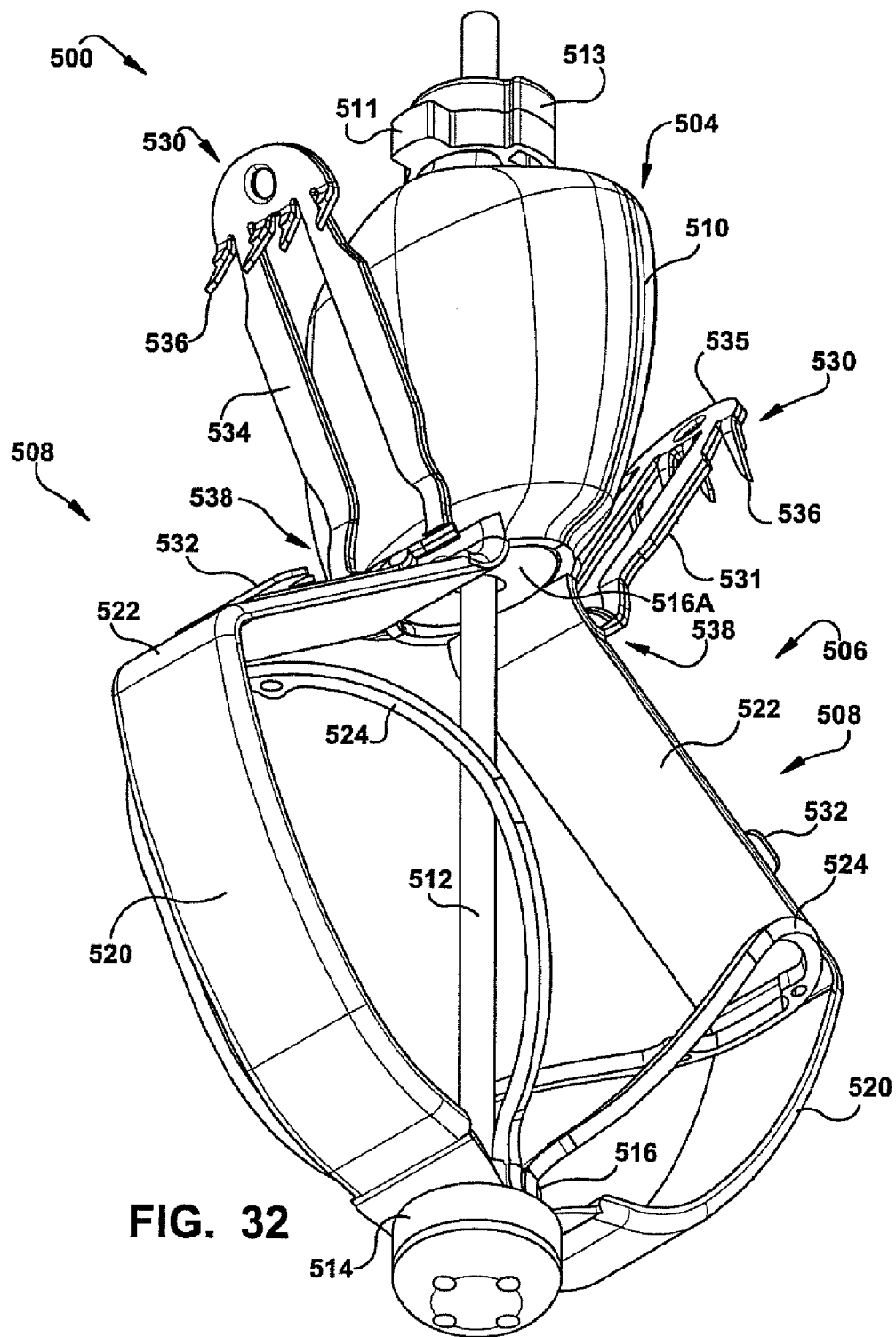


Fig. 30A





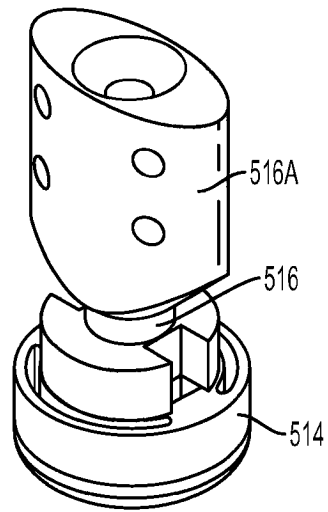


Fig. 32A

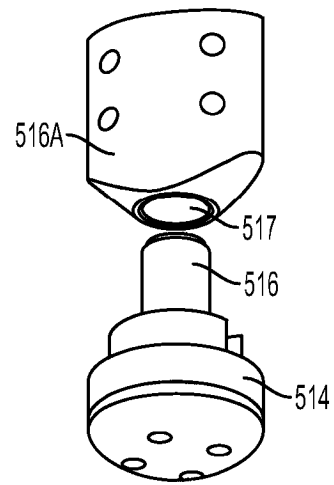


Fig. 32B

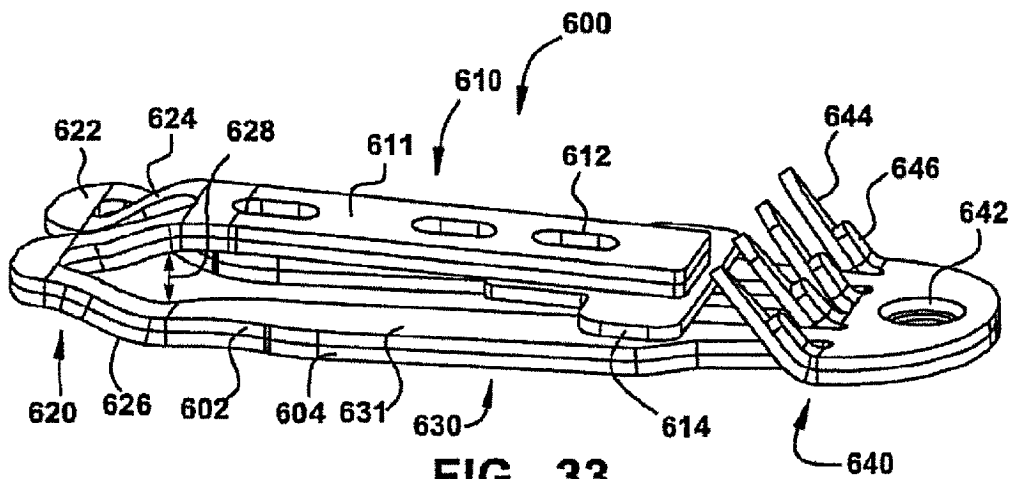


FIG. 33

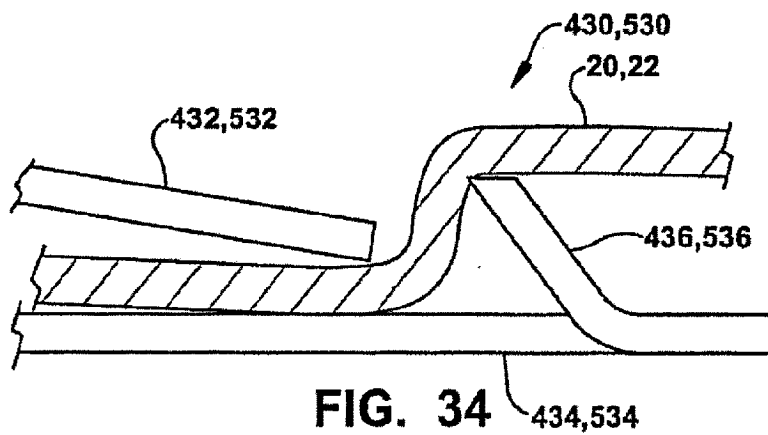


FIG. 34

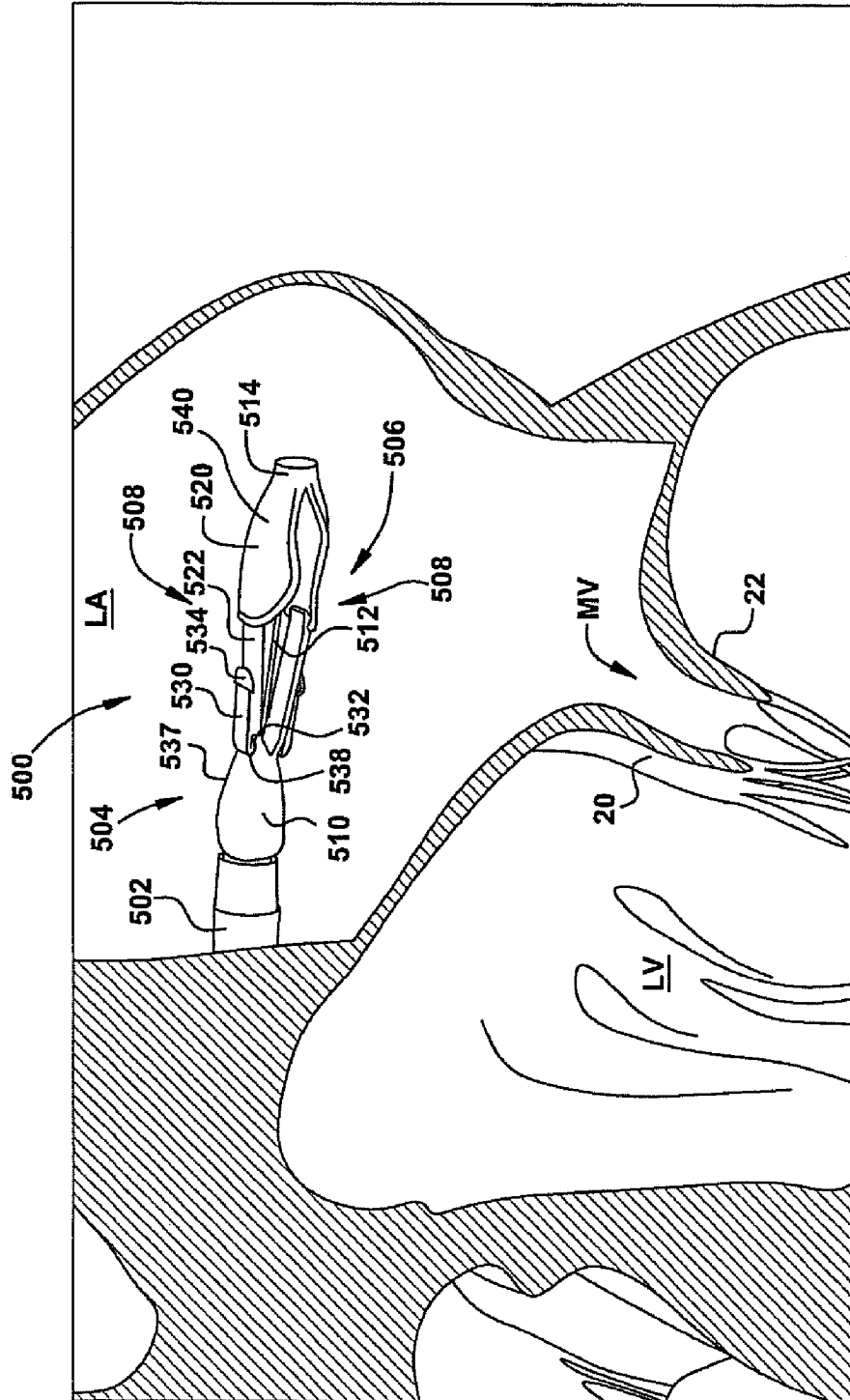


FIG. 35

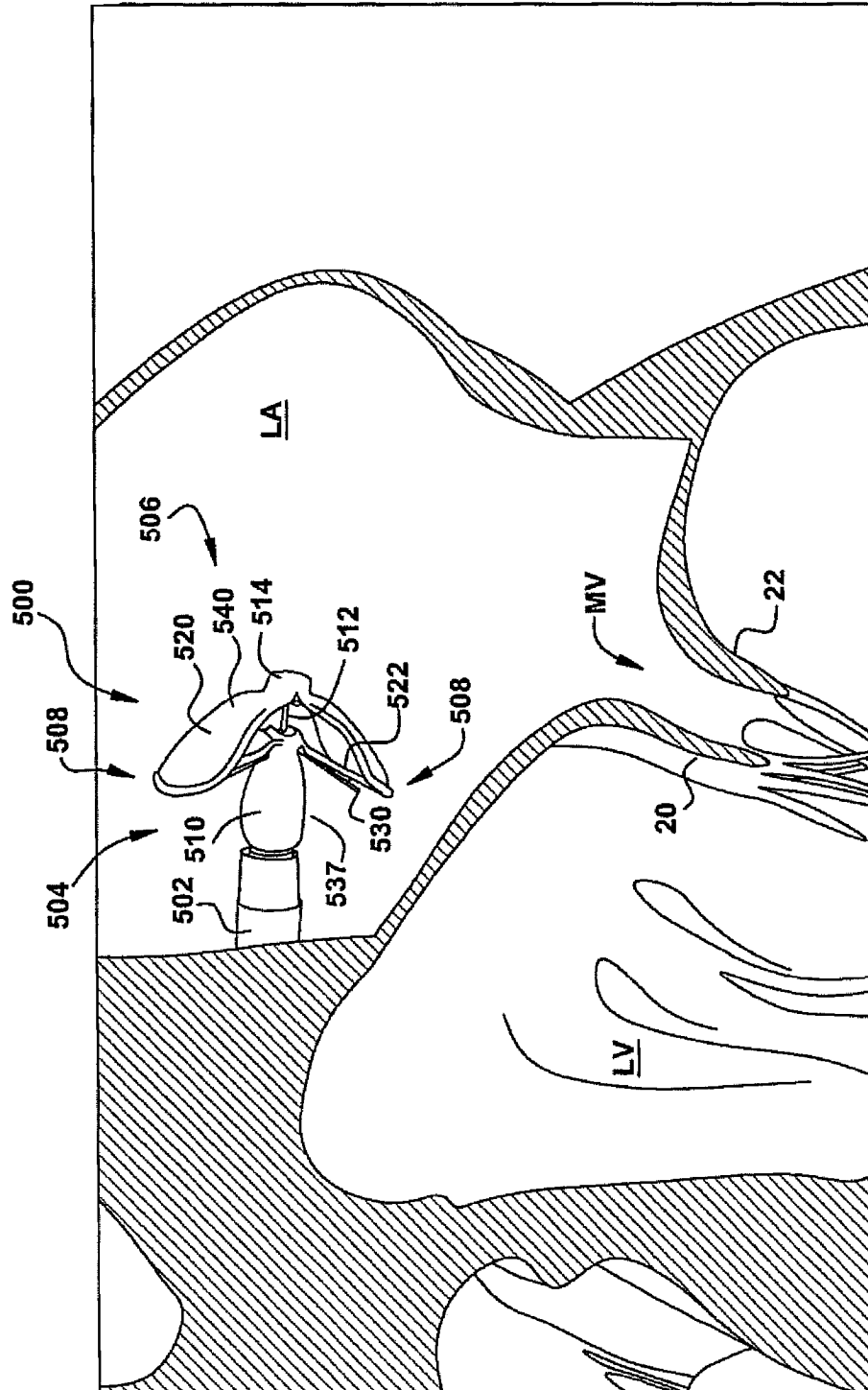


FIG. 36

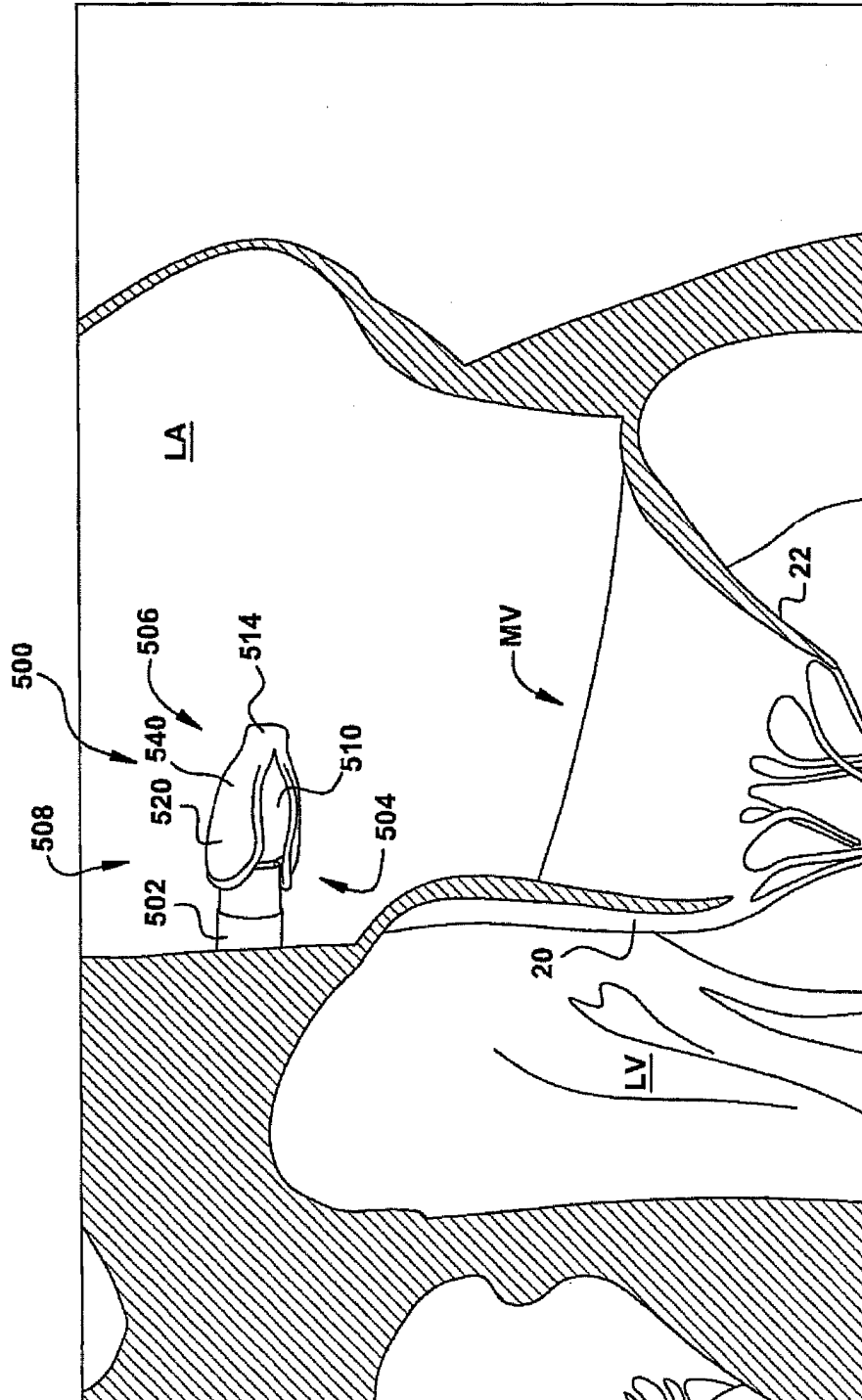


FIG. 37

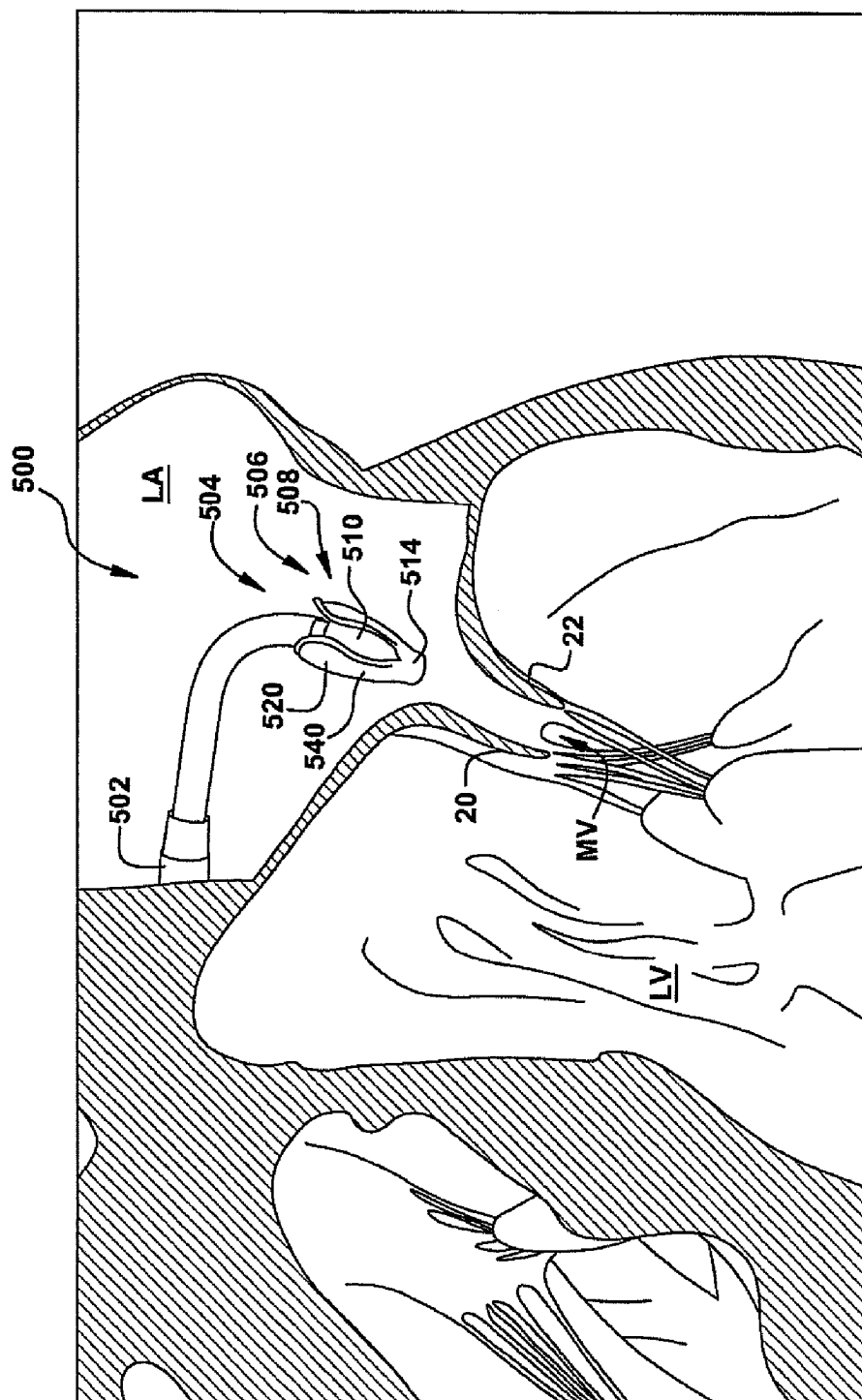


FIG. 38

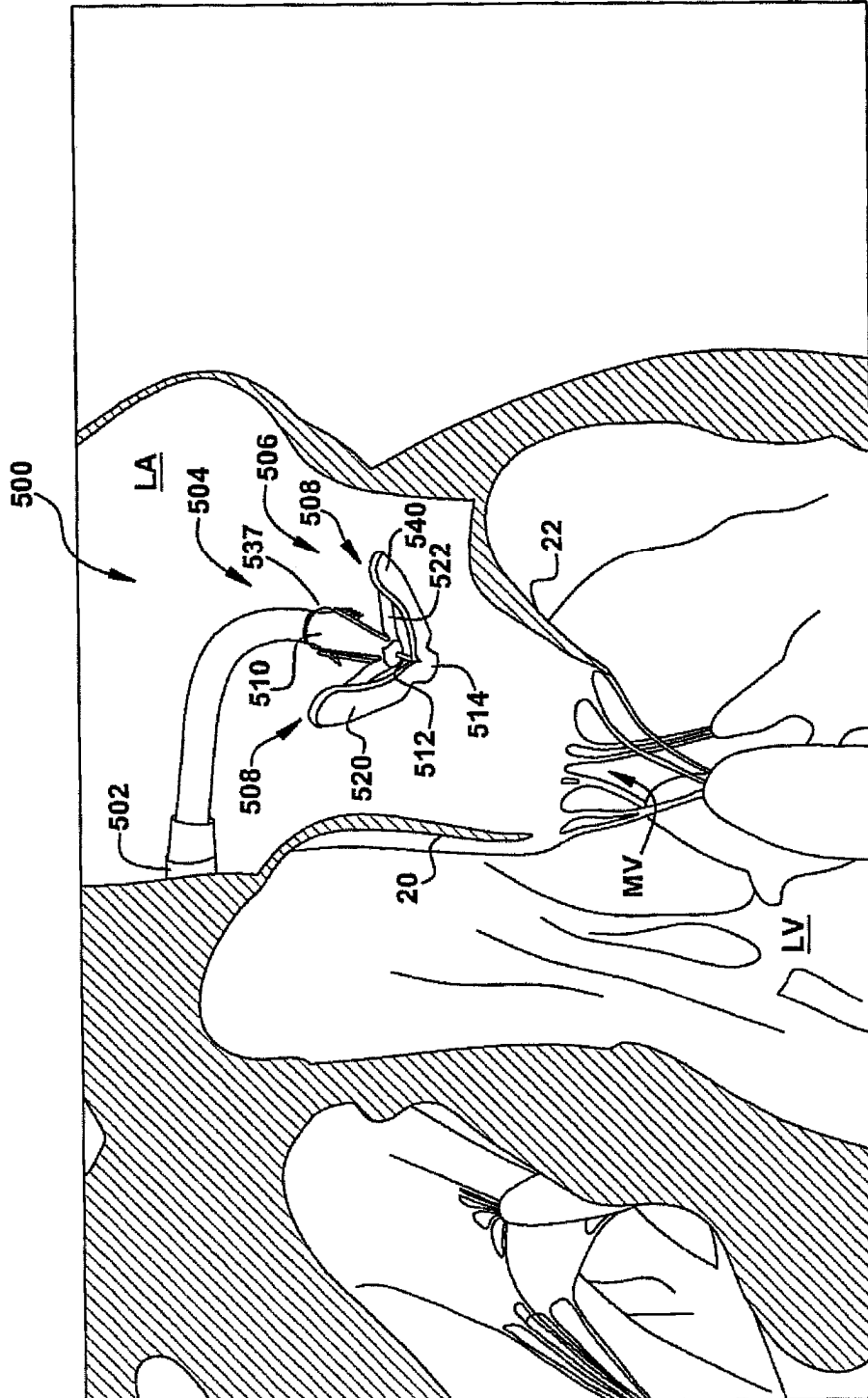


FIG. 39

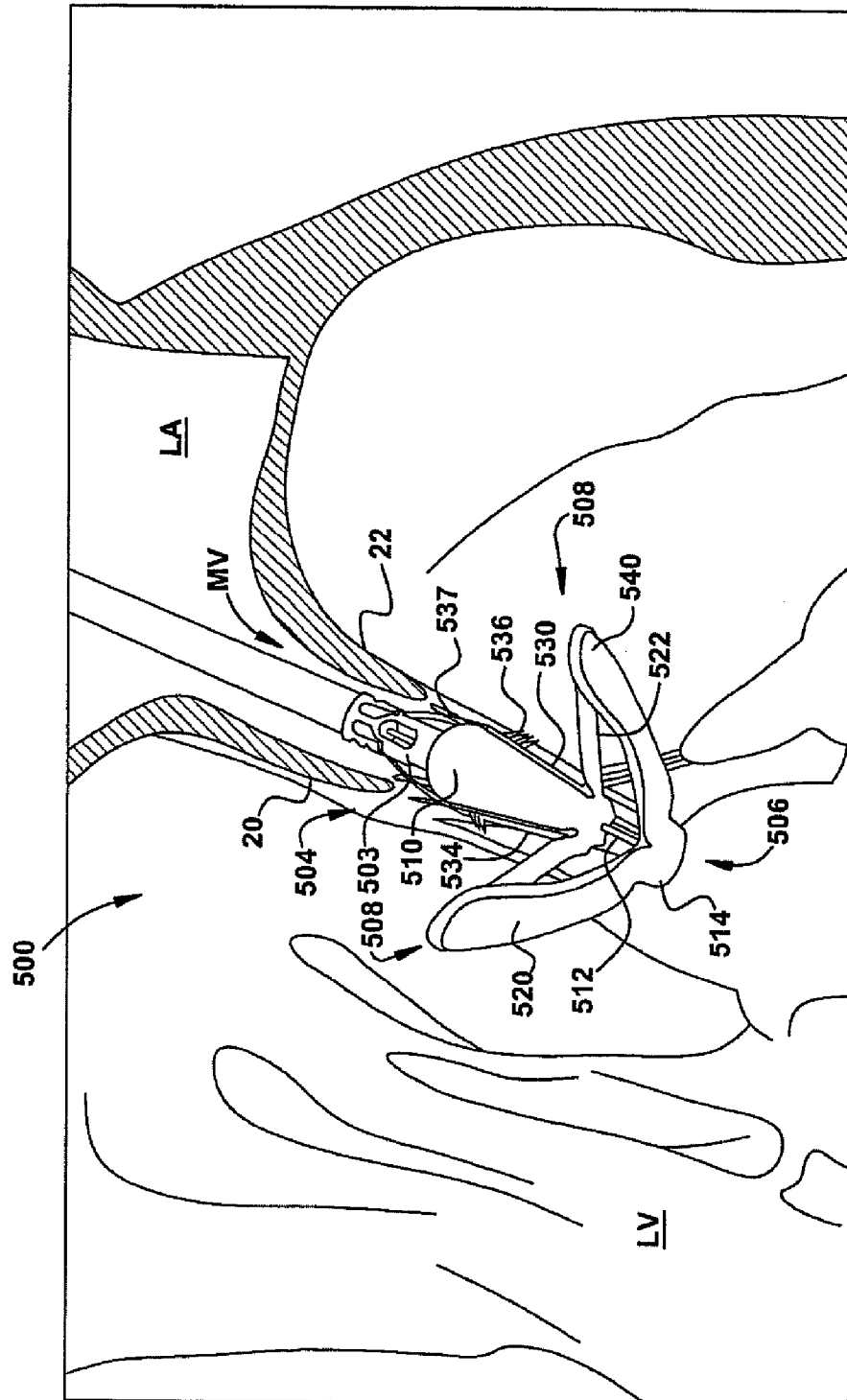


FIG. 40

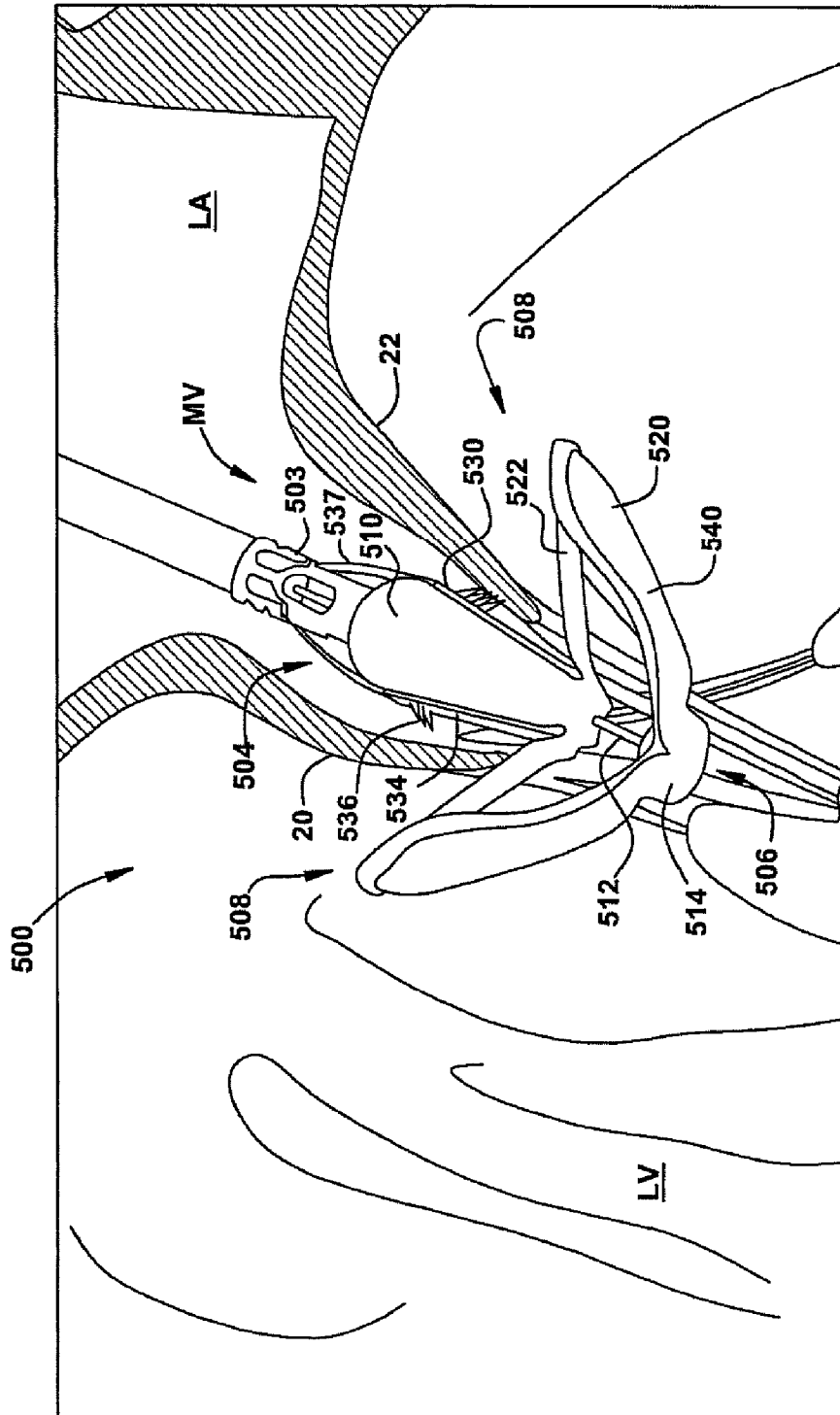


FIG. 41

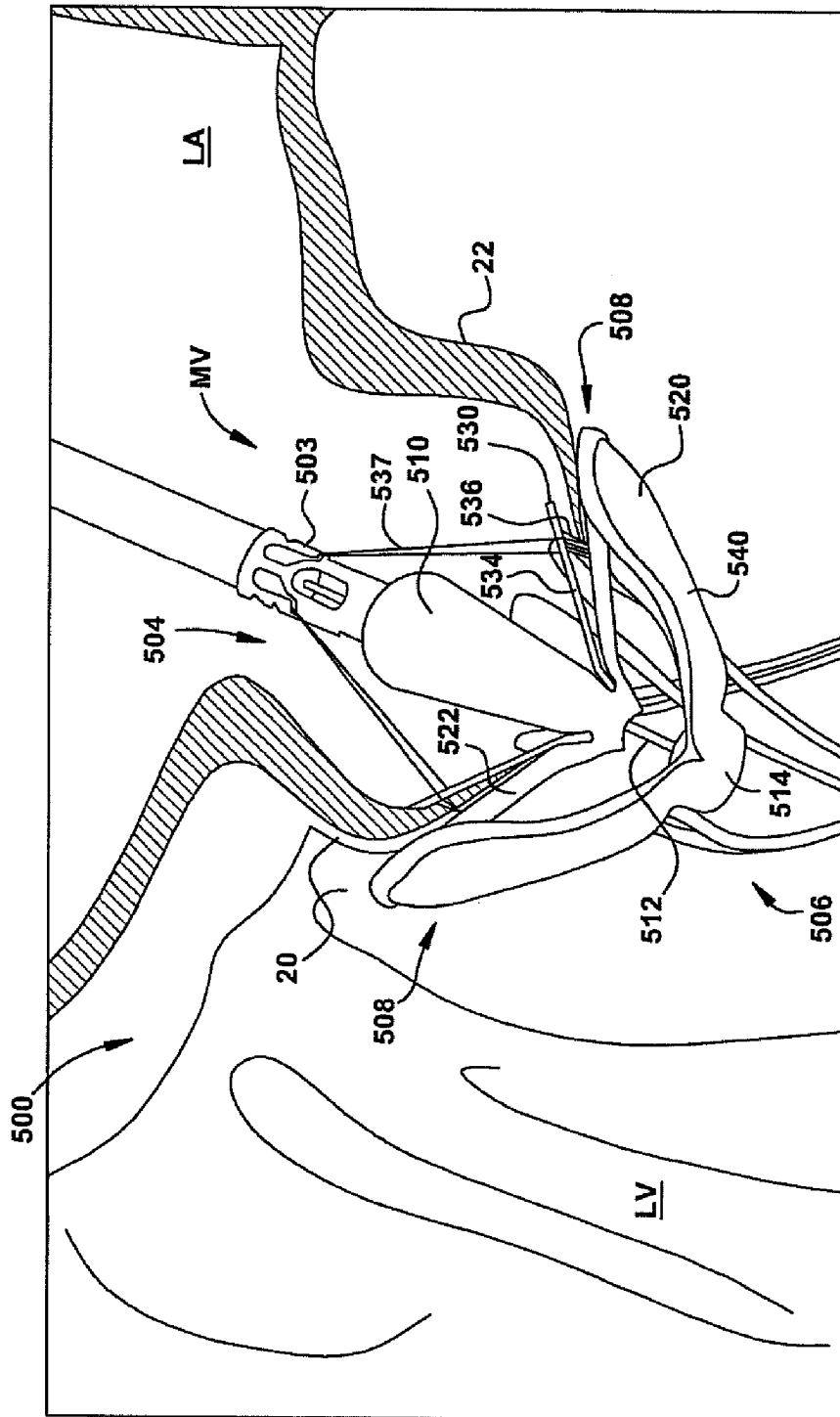


FIG. 42

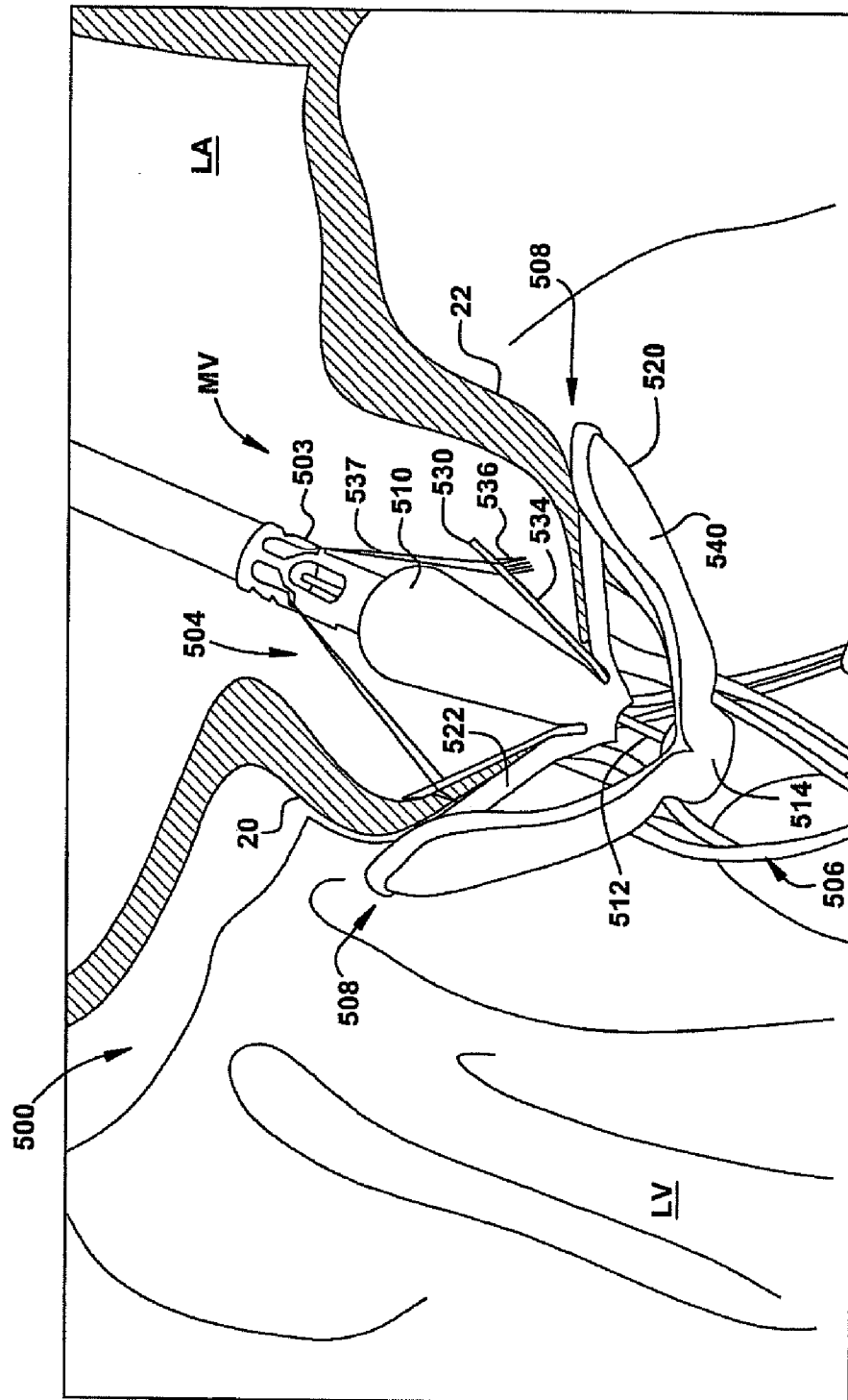


FIG. 43

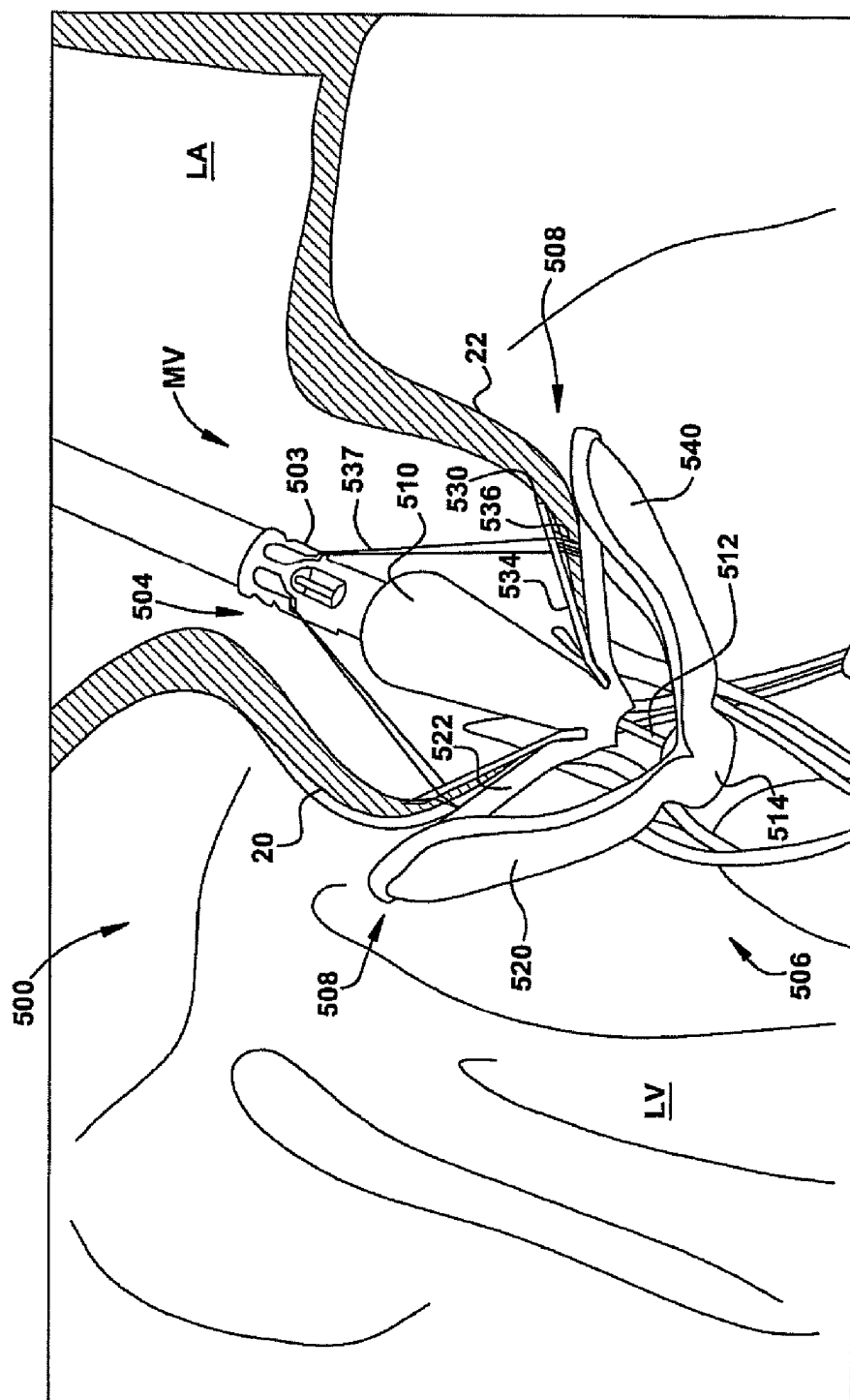


FIG. 44

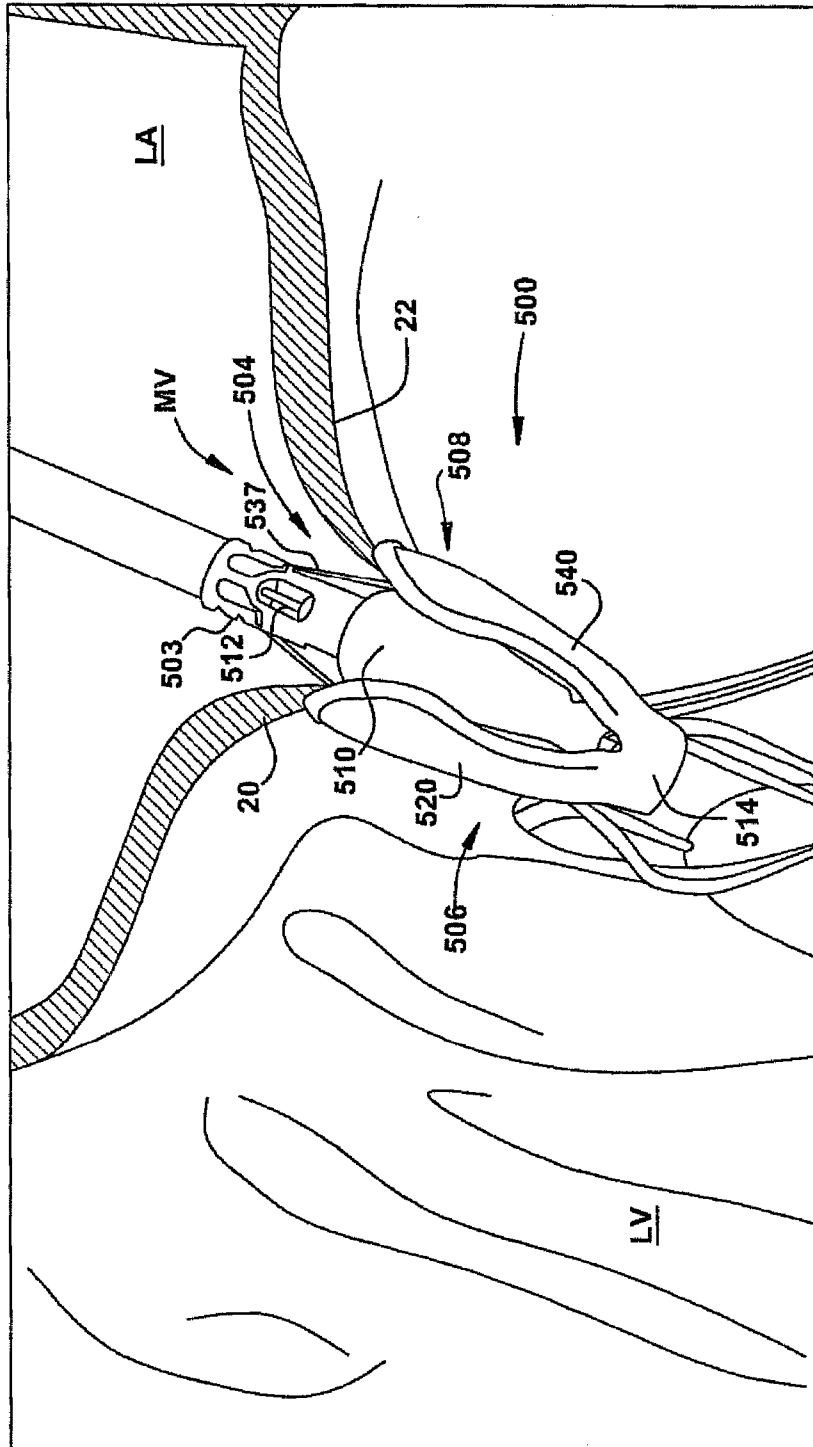


FIG. 45

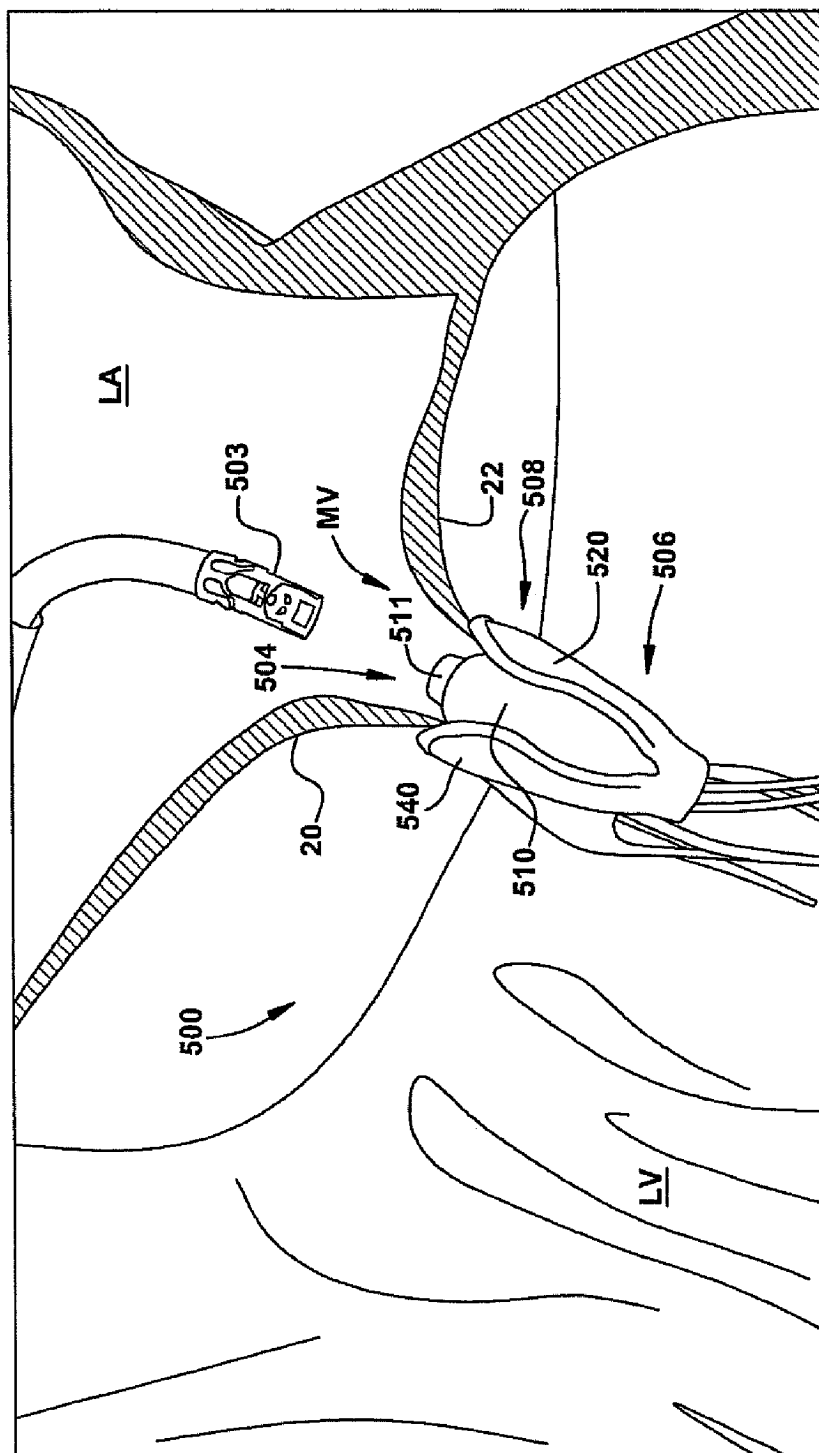


FIG. 46

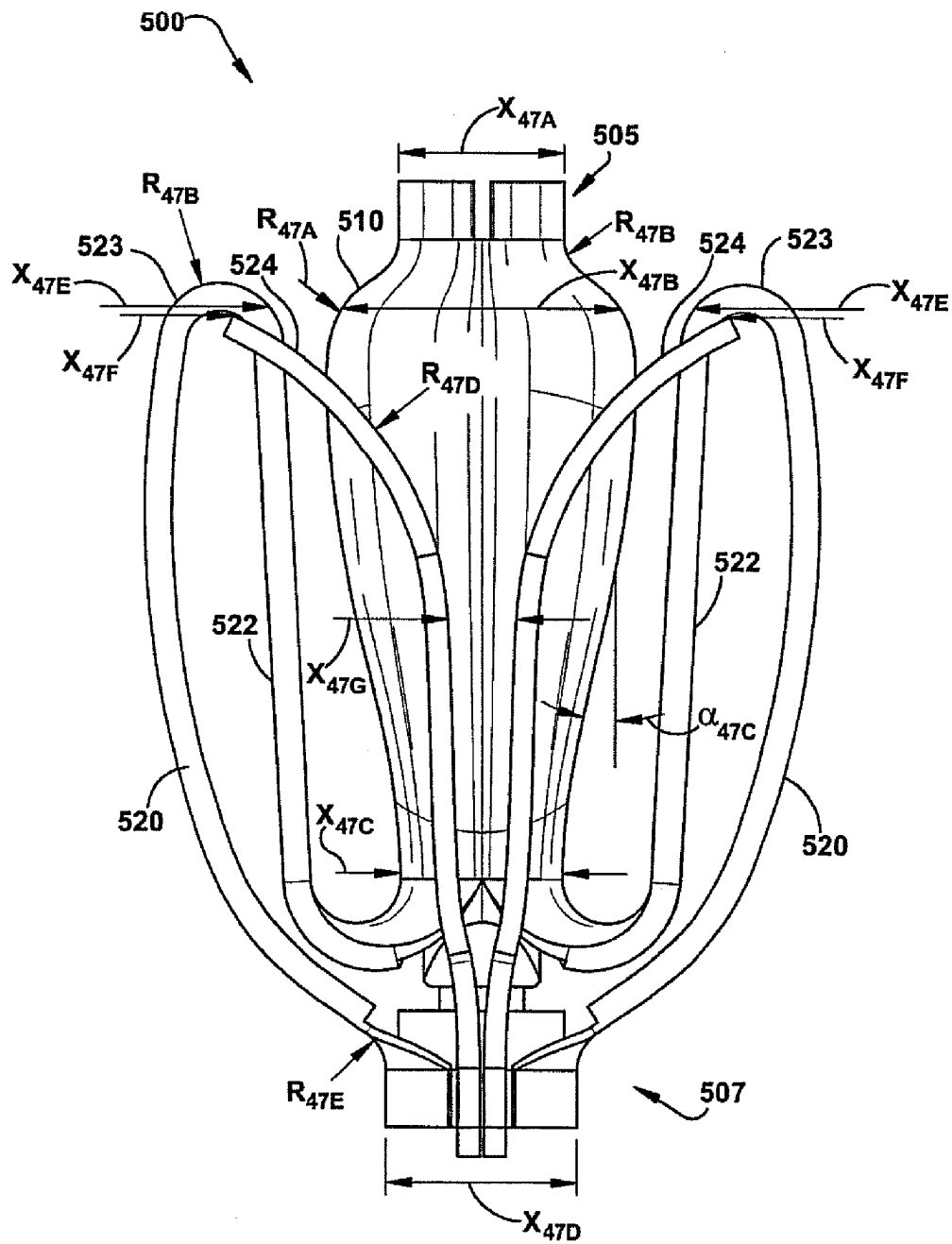


Fig. 47

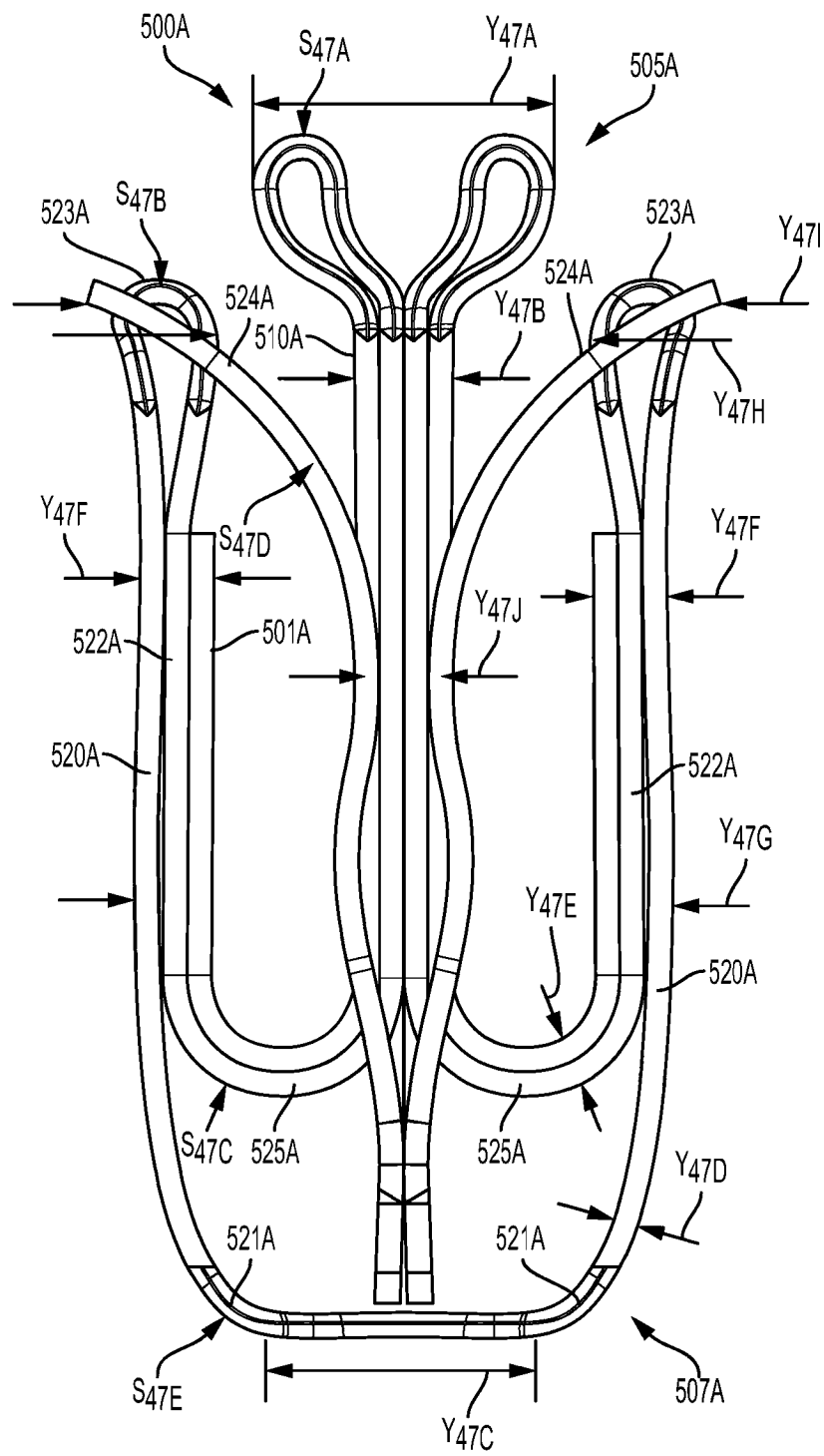


Fig. 47A

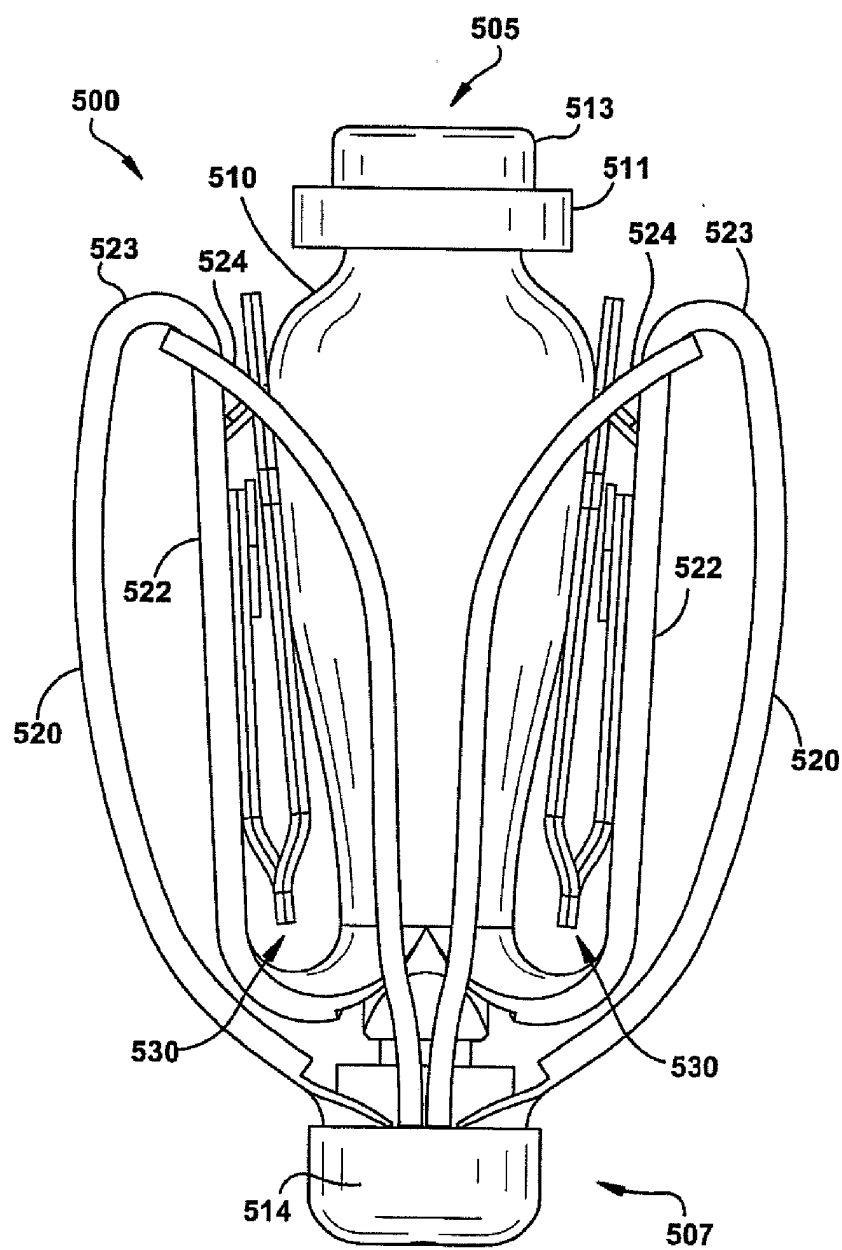


Fig. 48

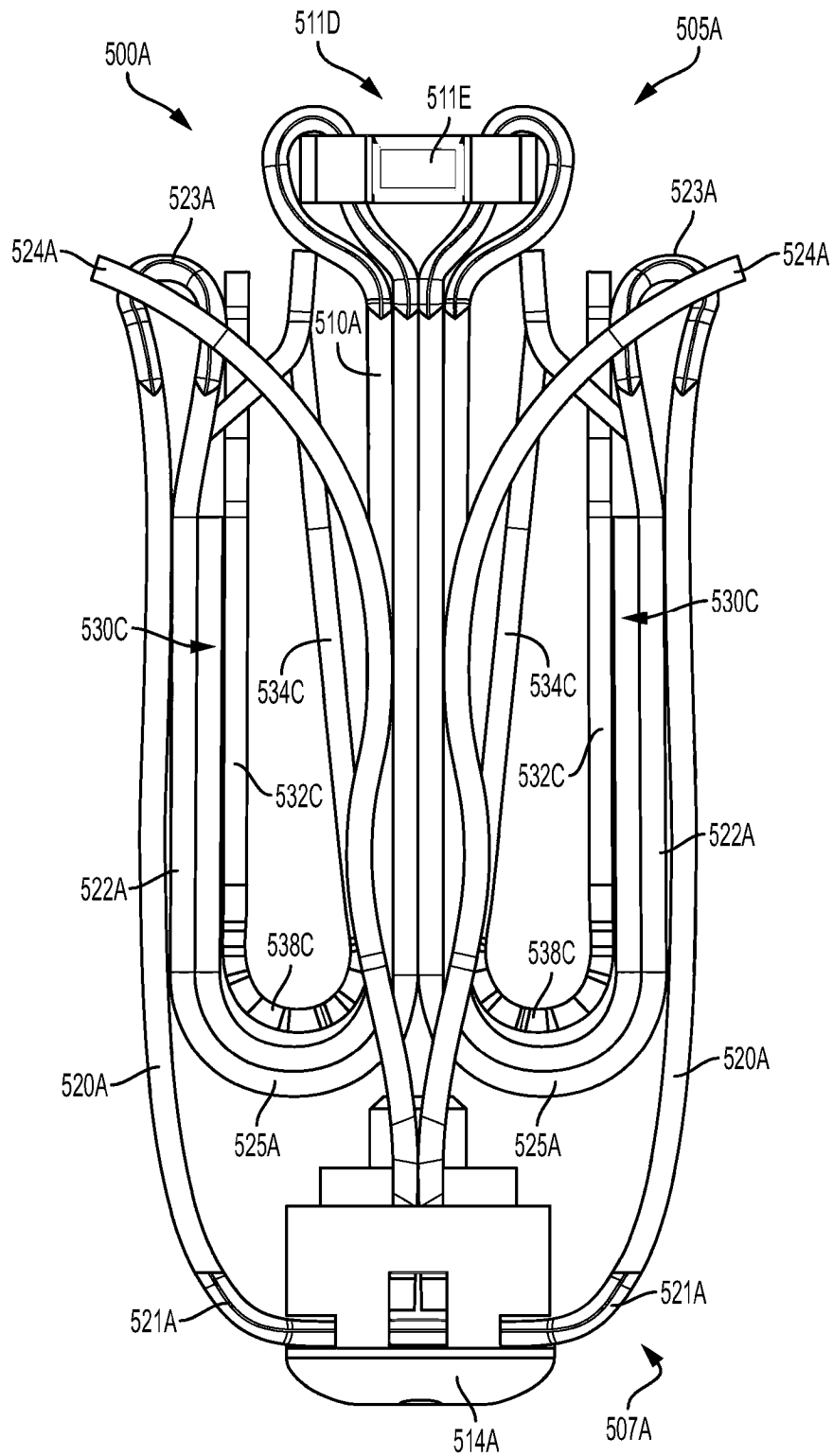


Fig. 48A

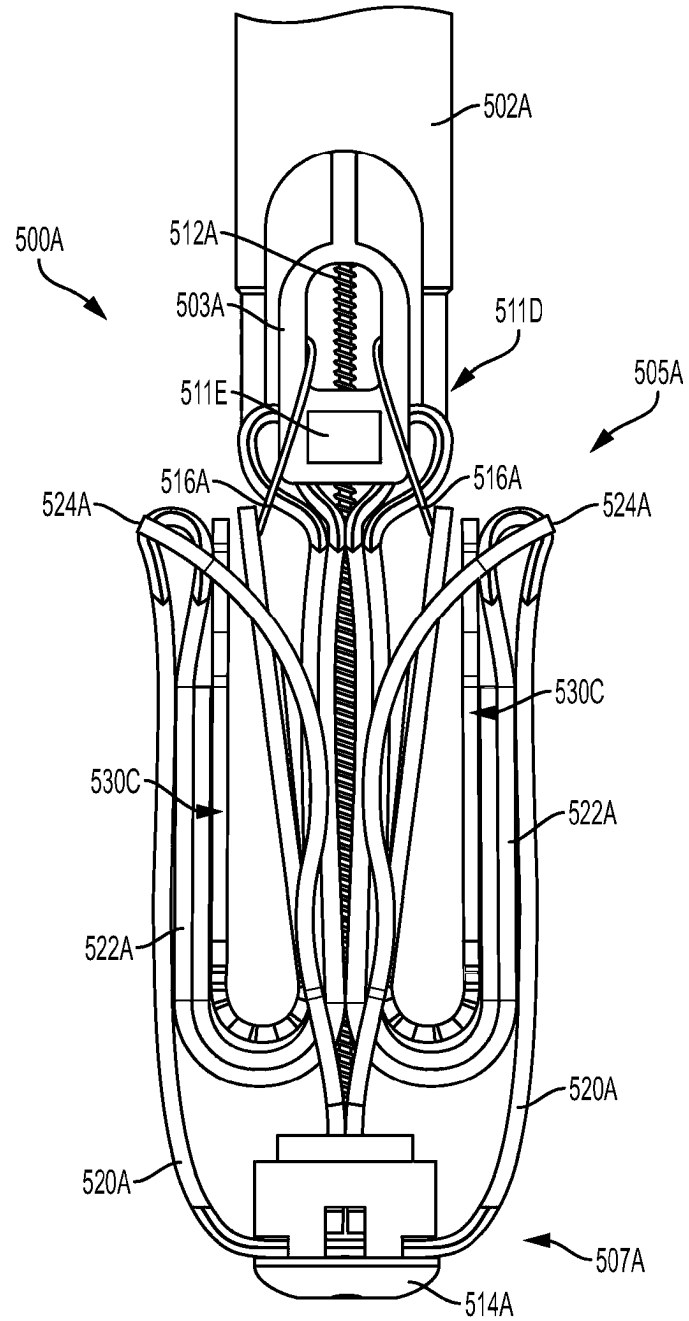


Fig. 48B

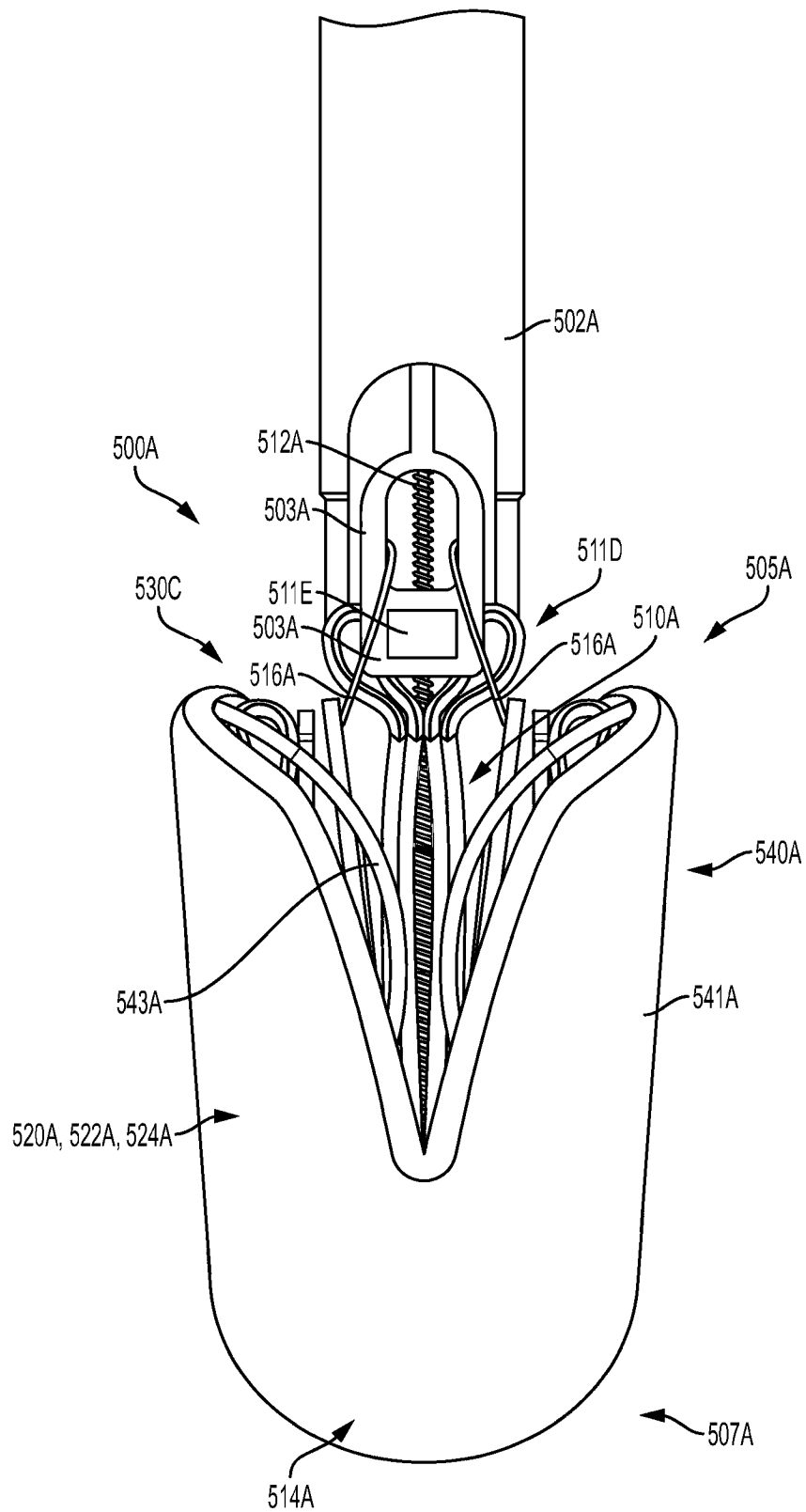


Fig. 48C

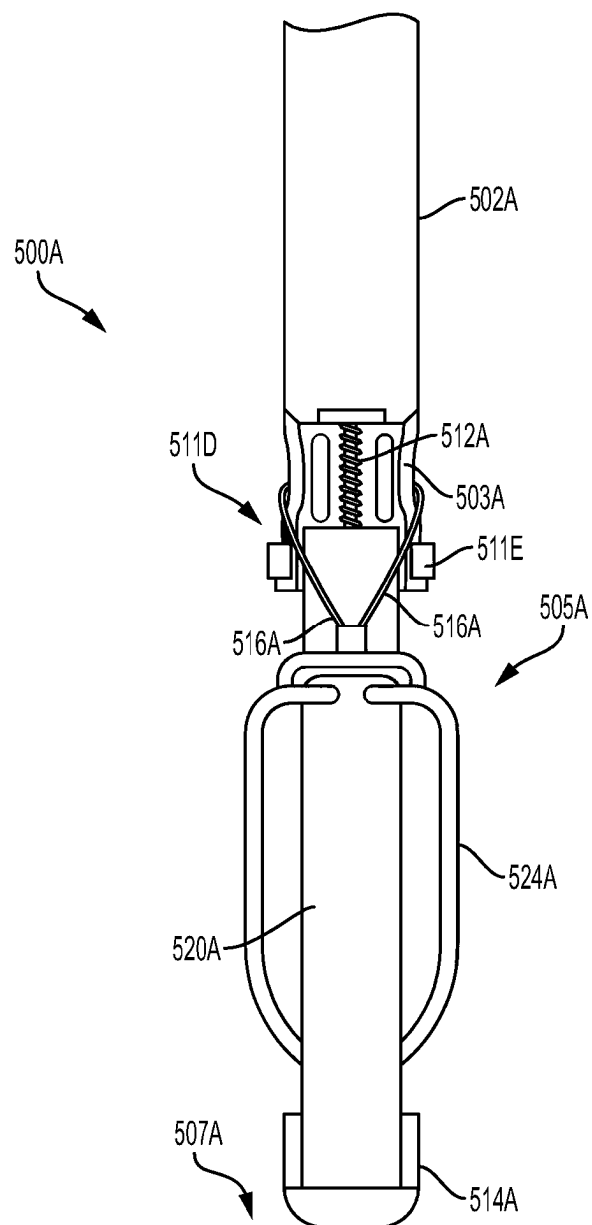


Fig. 48D

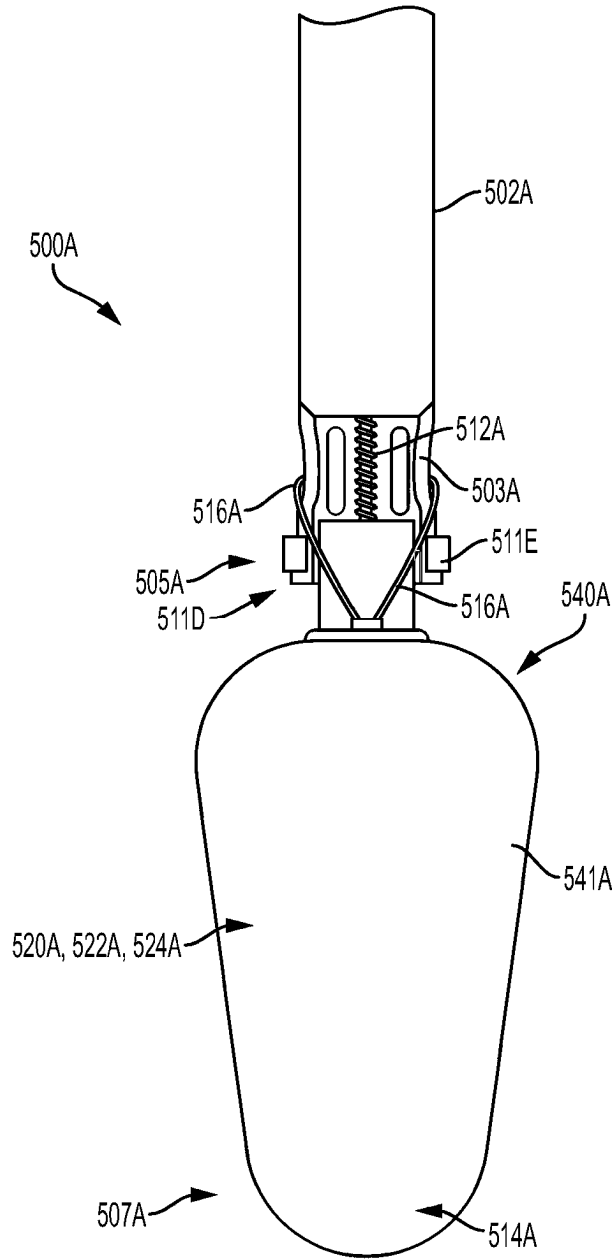
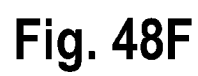


Fig. 48E



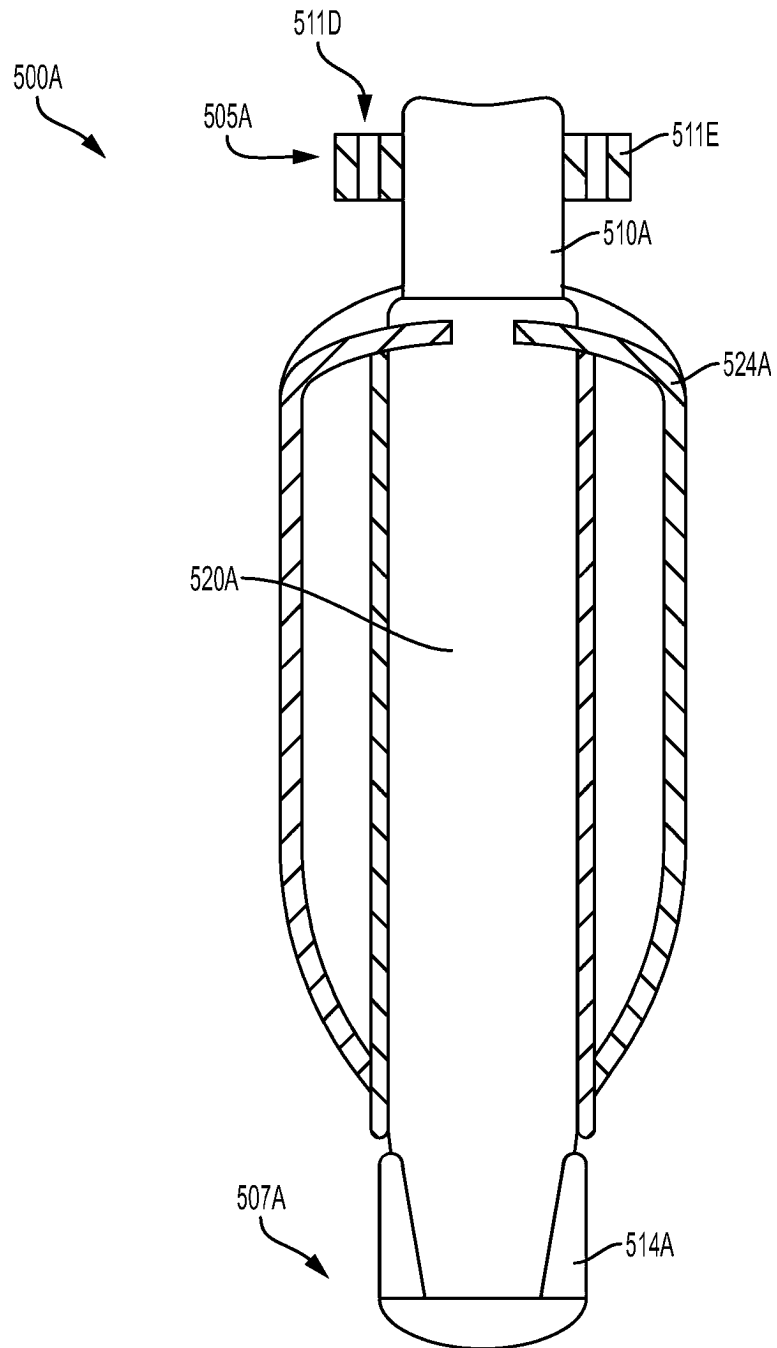


Fig. 48G

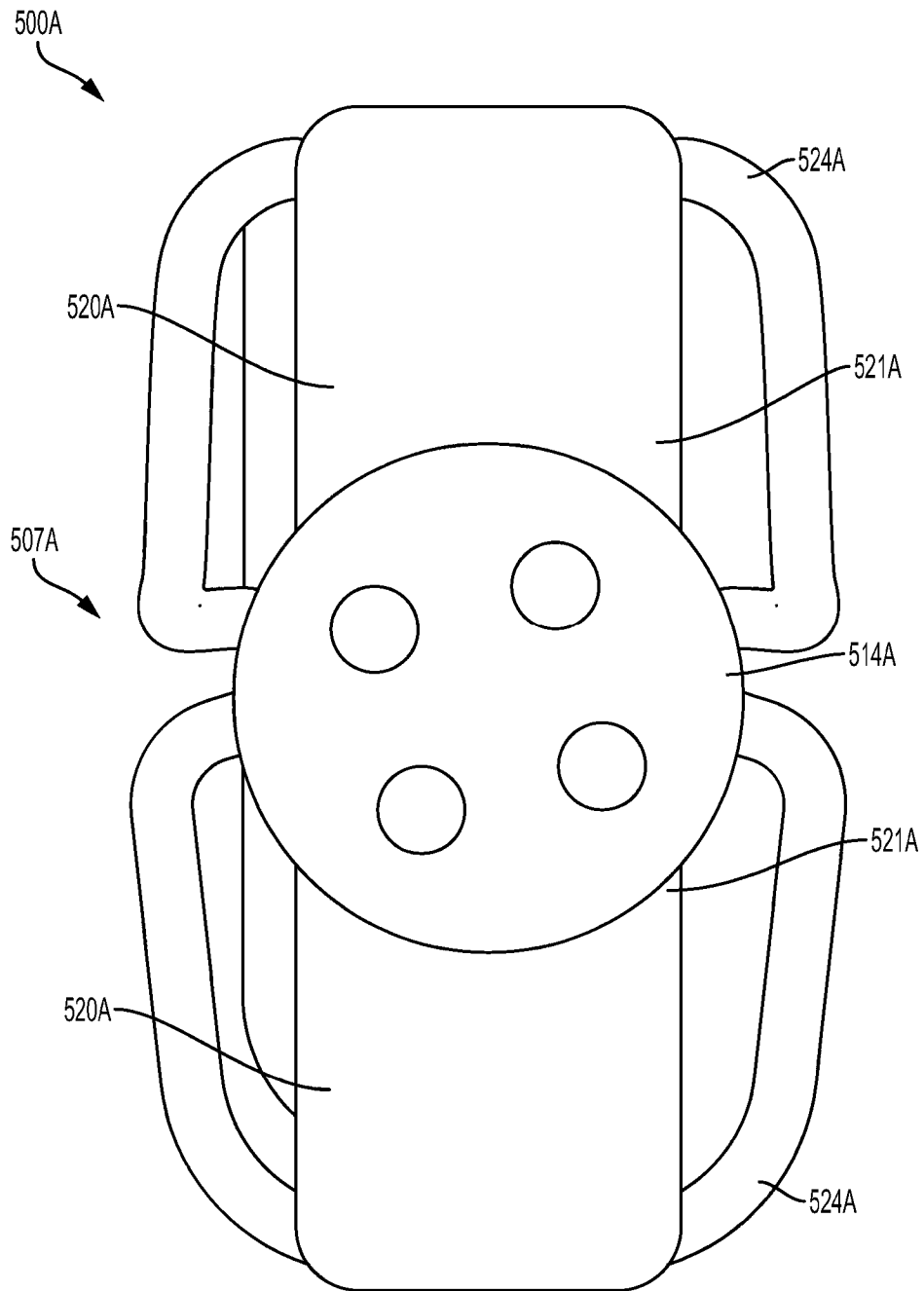


Fig. 48H

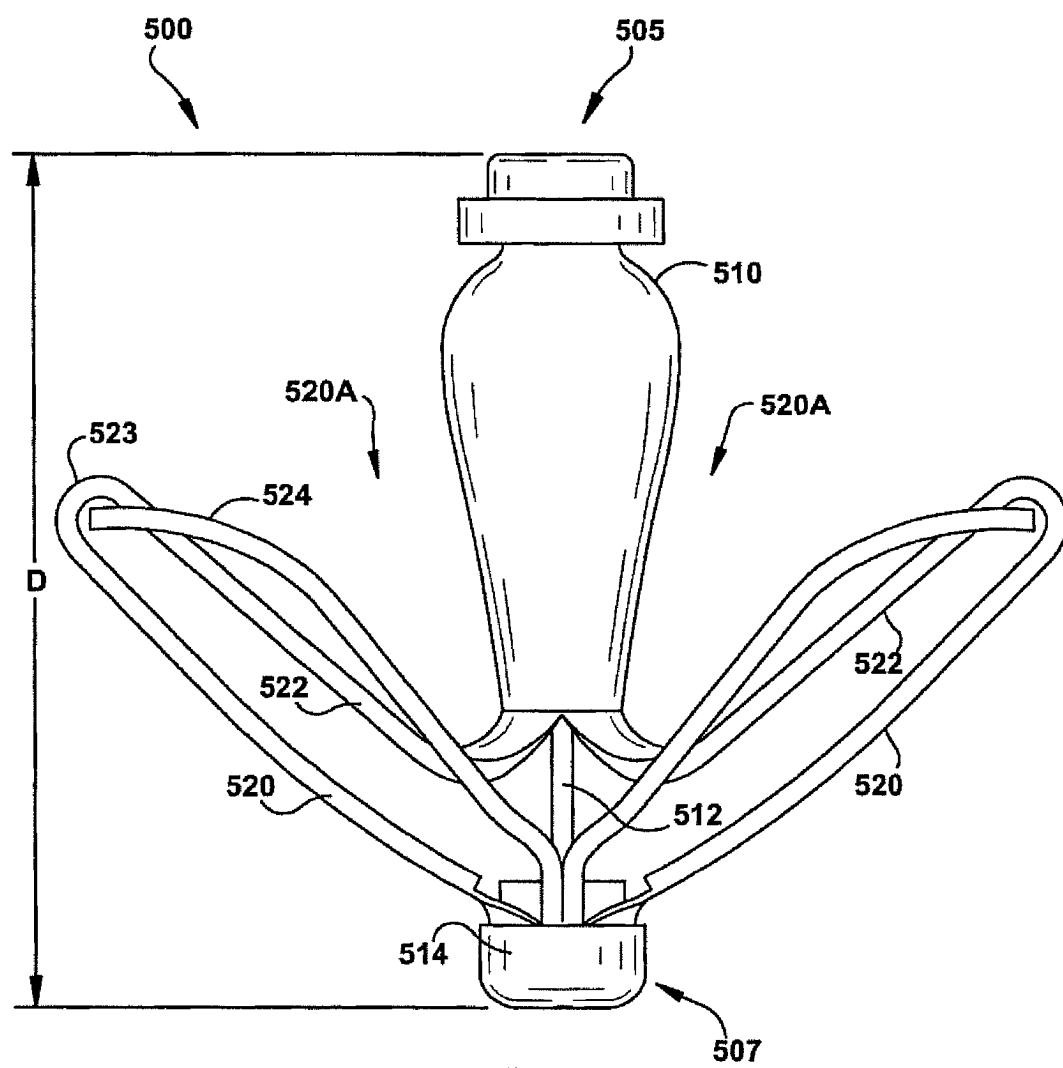


Fig. 49

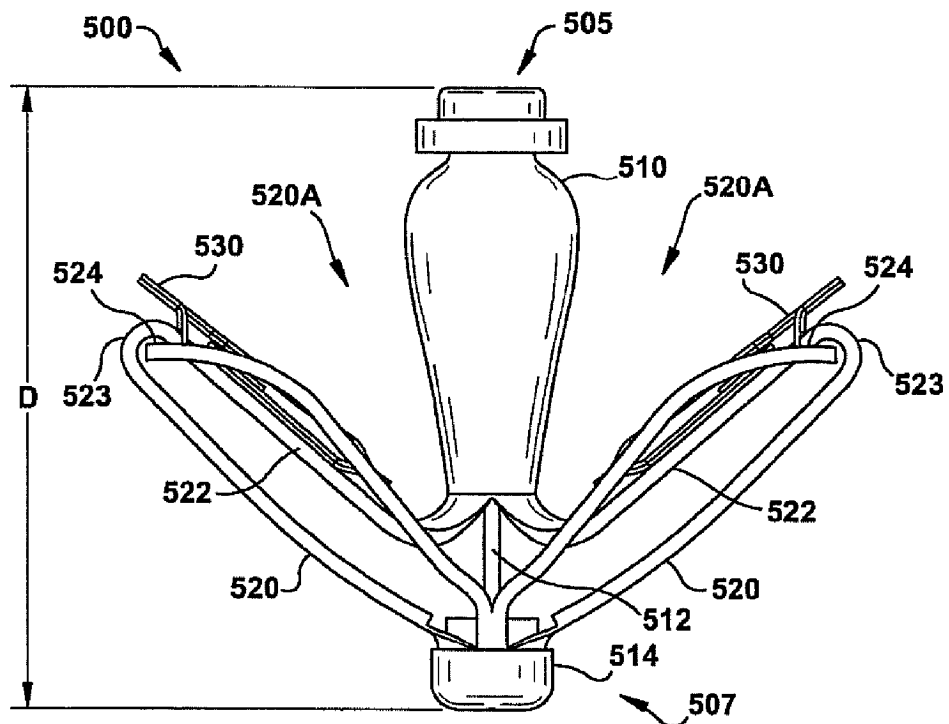


Fig. 50

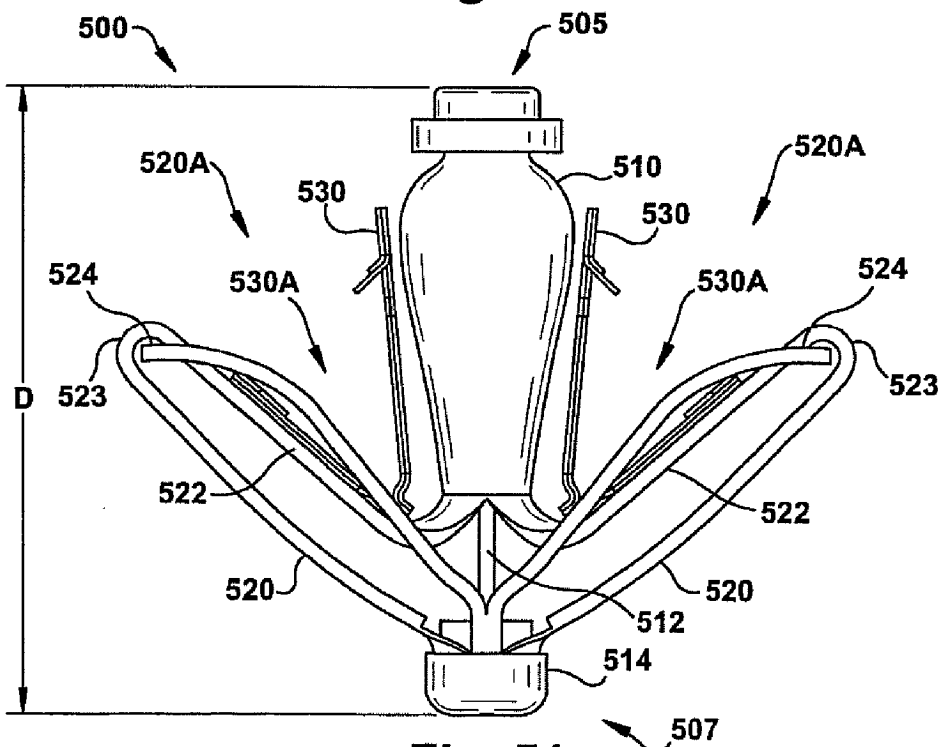


Fig. 51

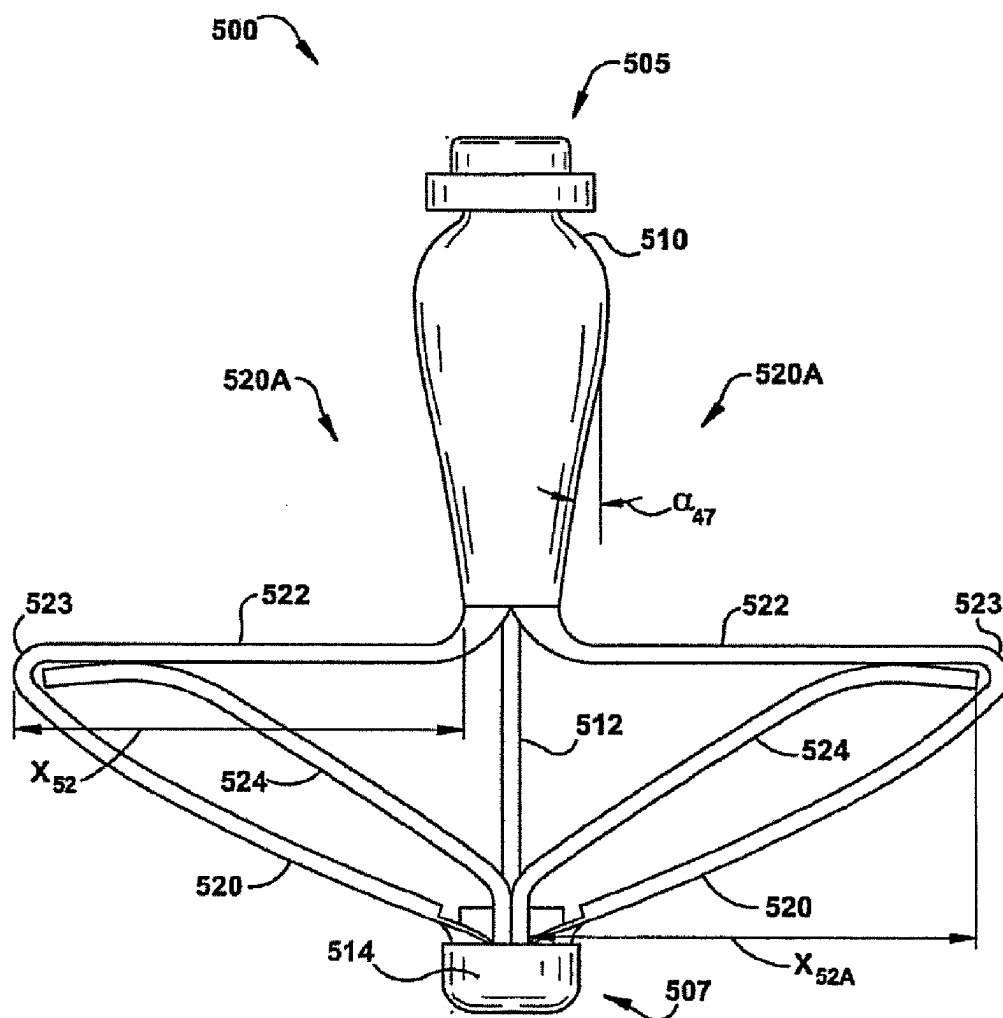
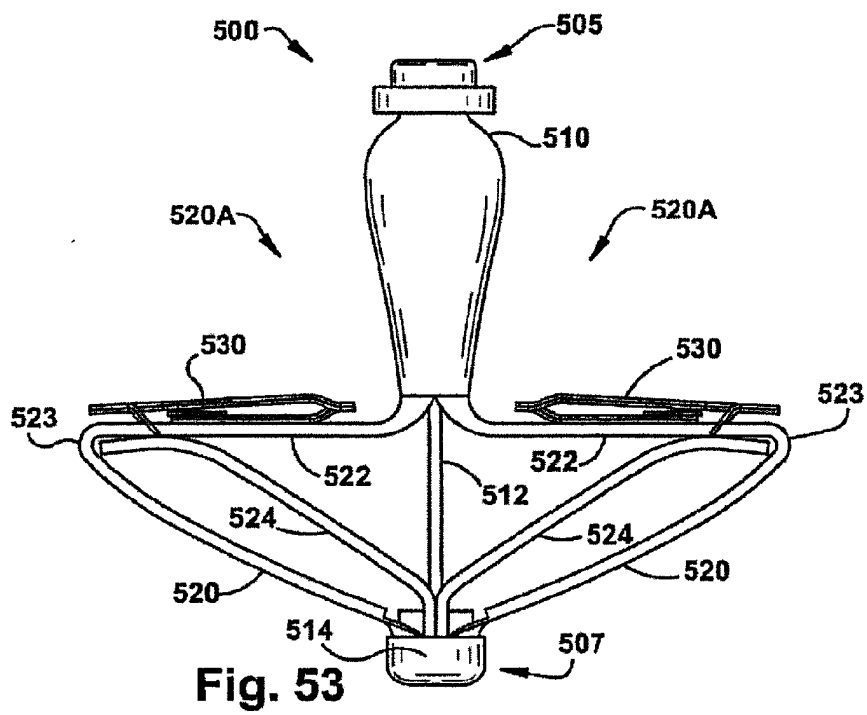


Fig. 52



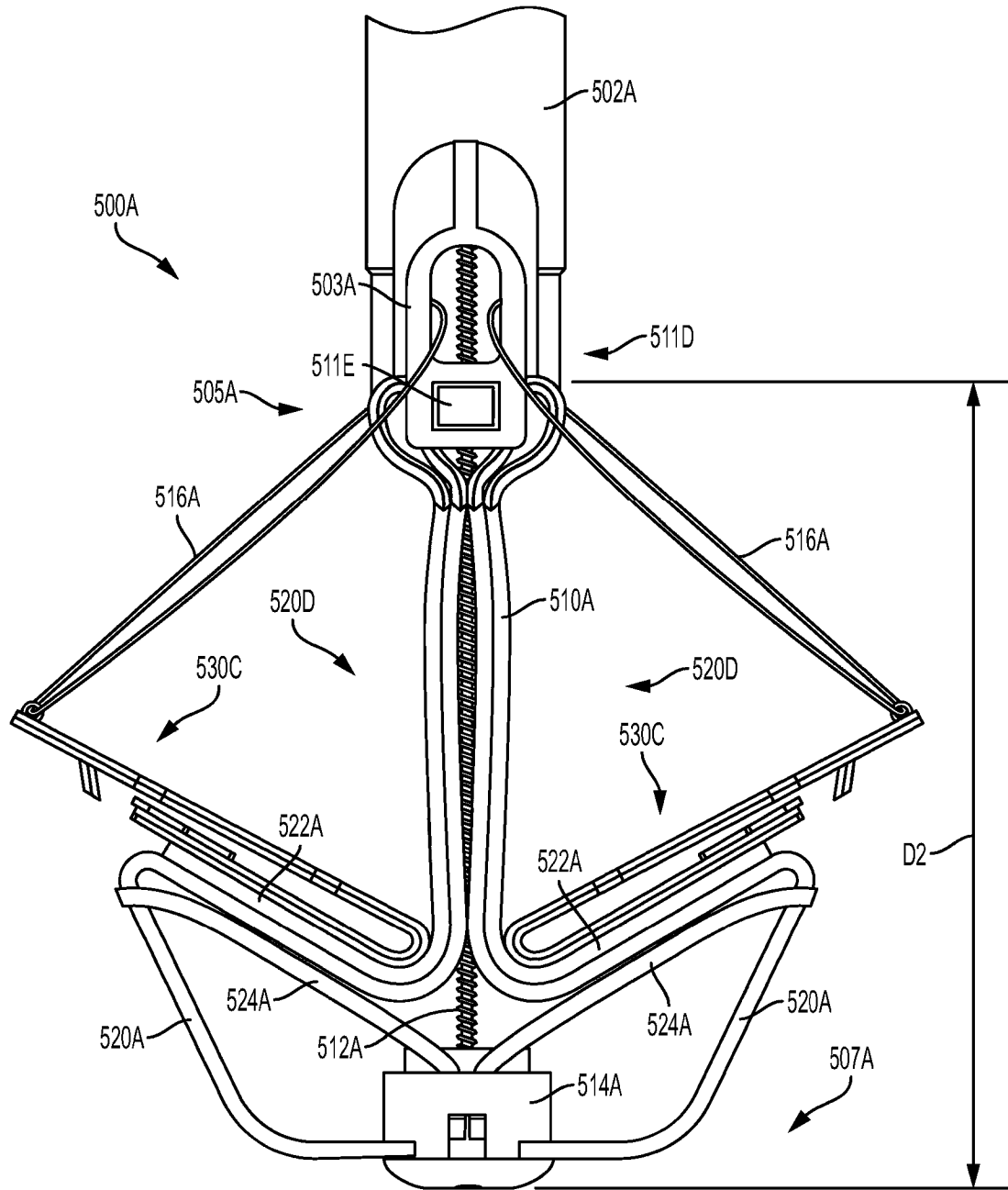


Fig. 53A

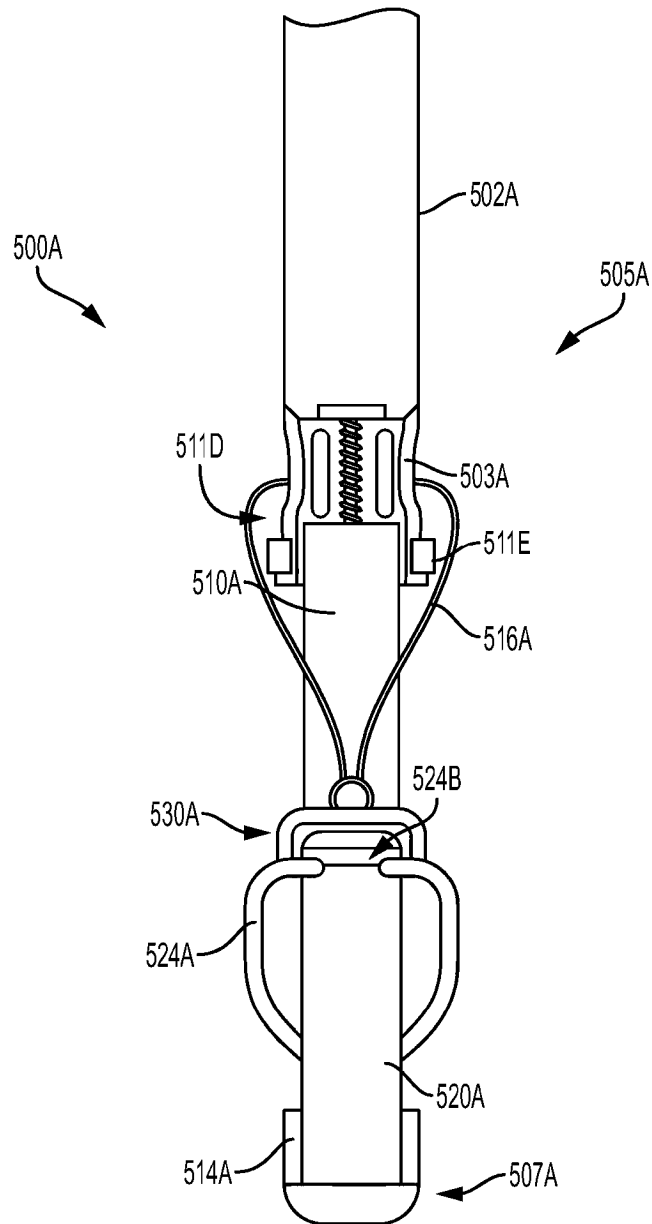


Fig. 53B

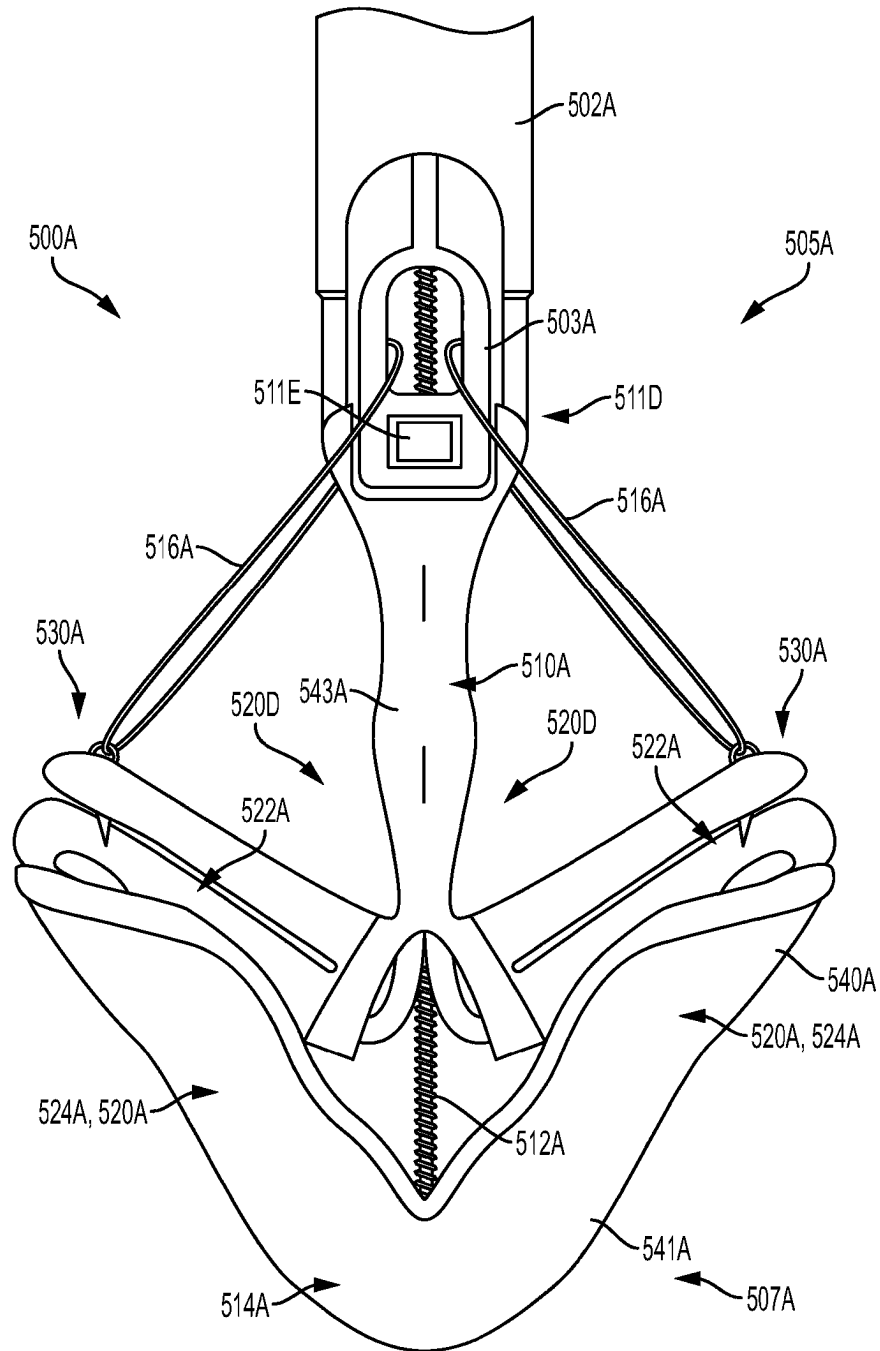


Fig. 53C

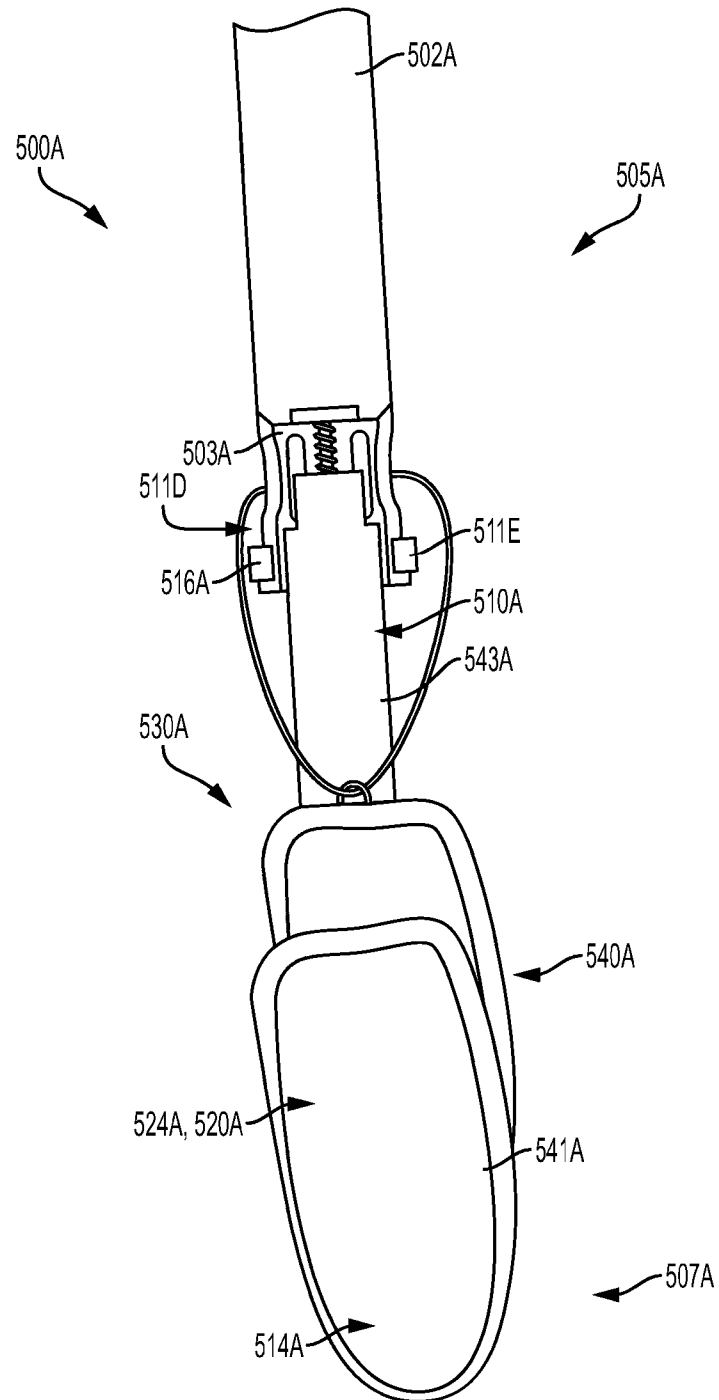
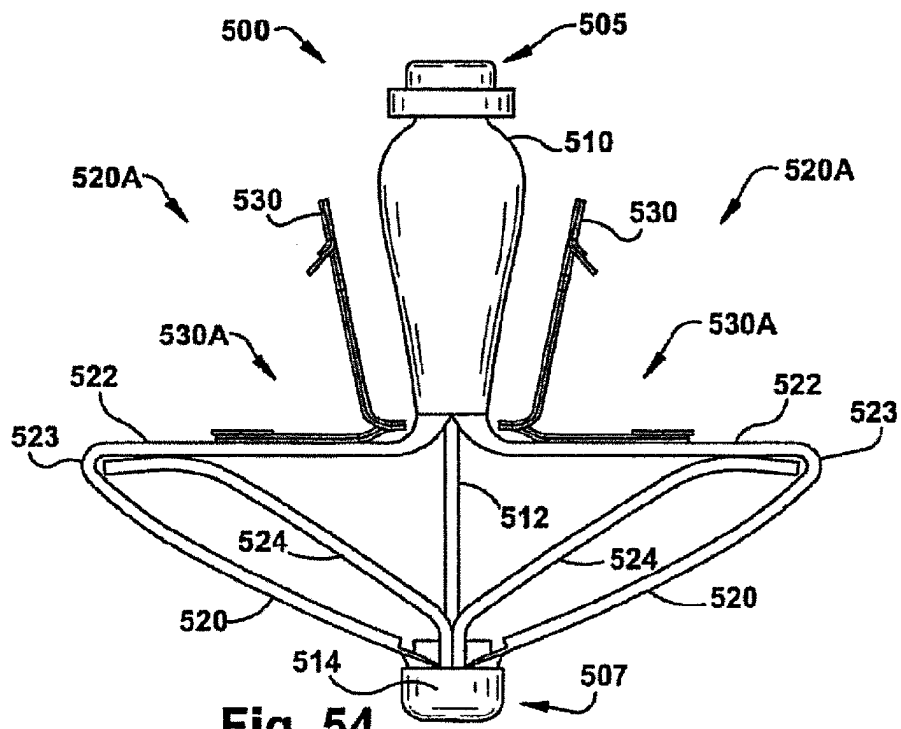


Fig. 53D



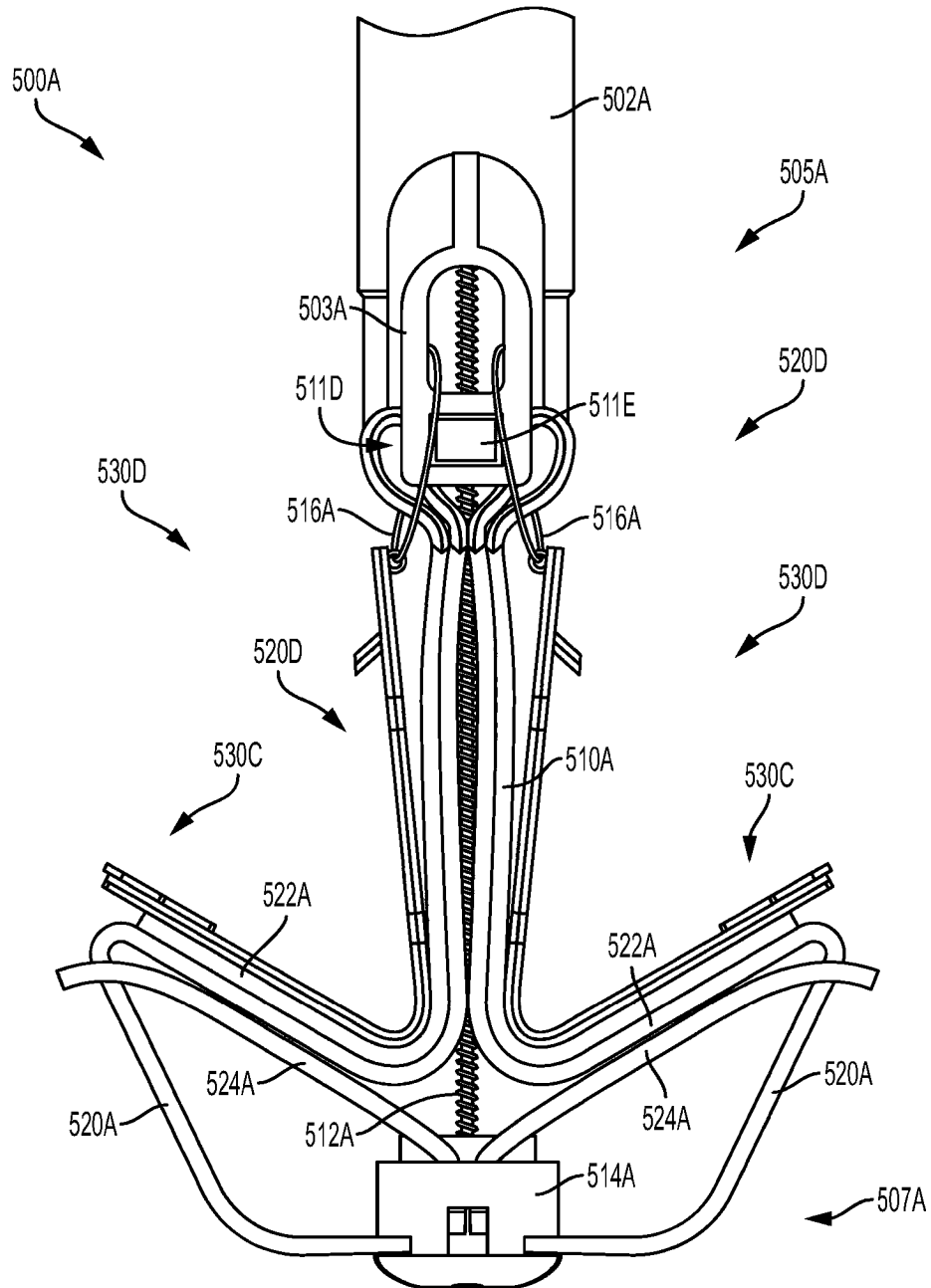


Fig. 54A

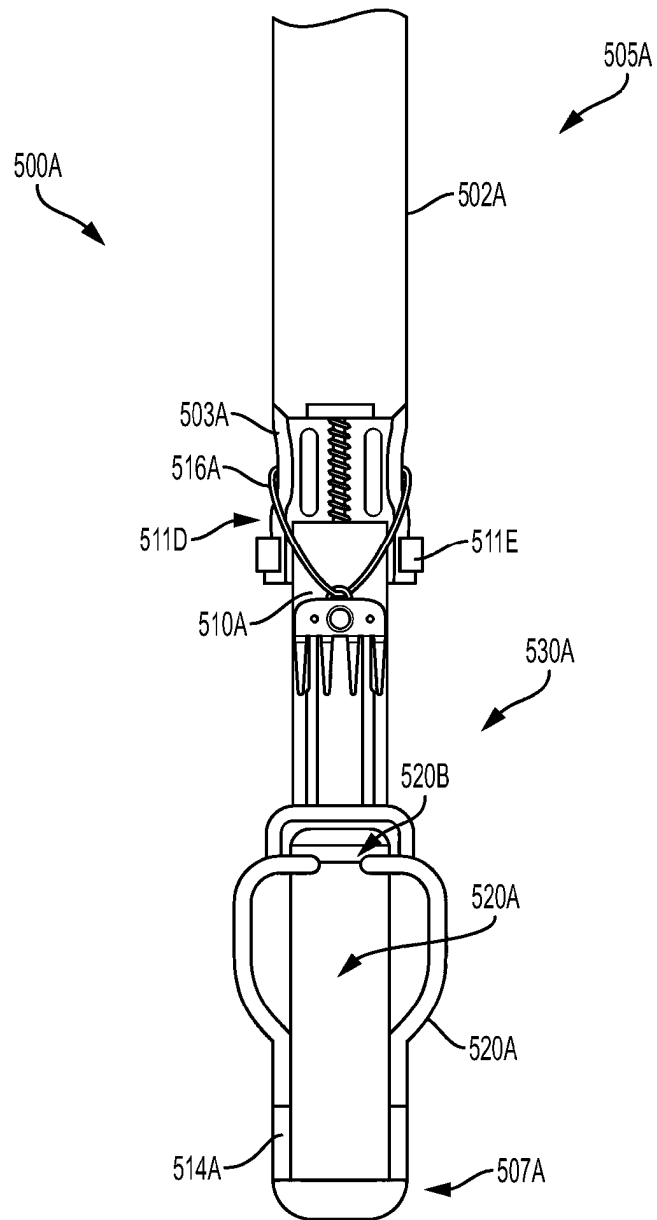


Fig. 54B

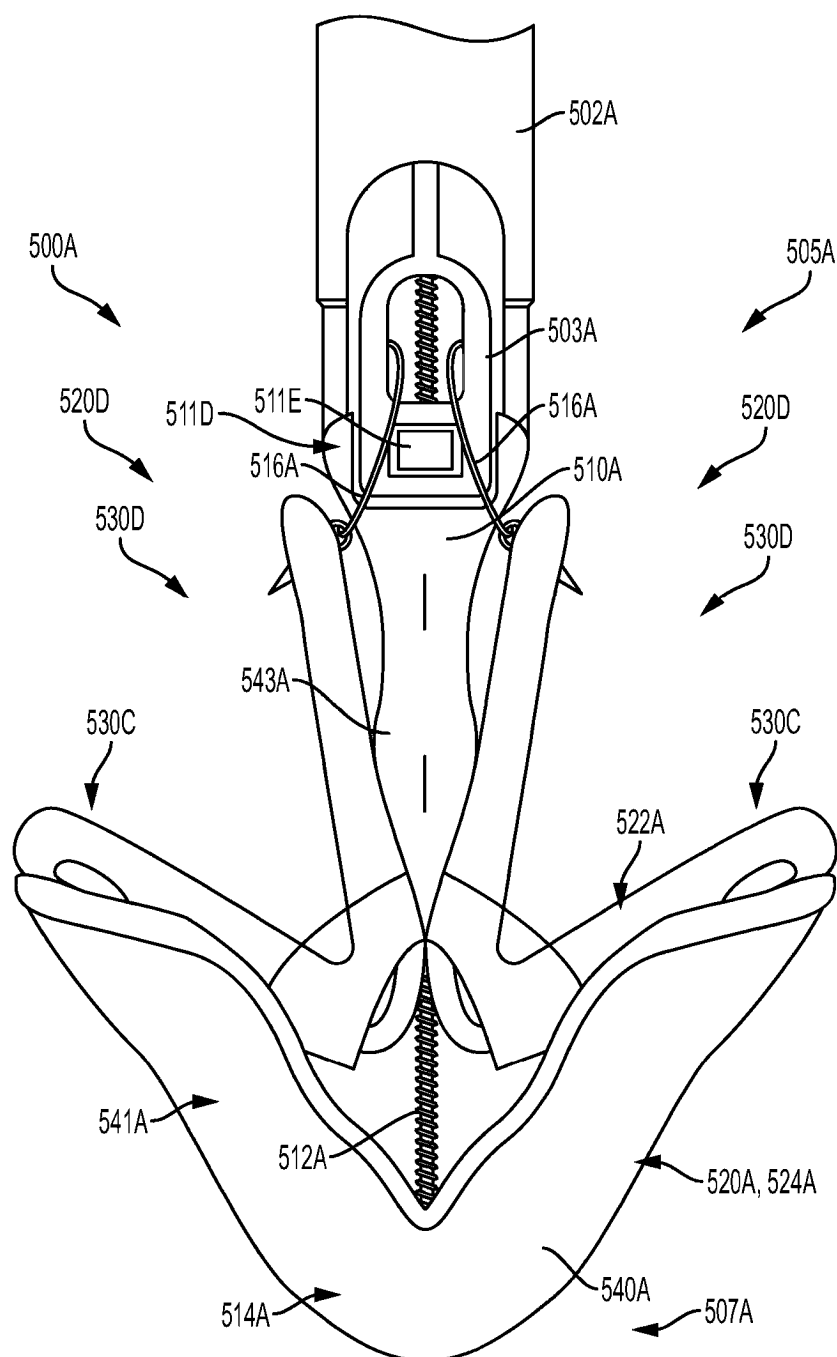


Fig. 54C

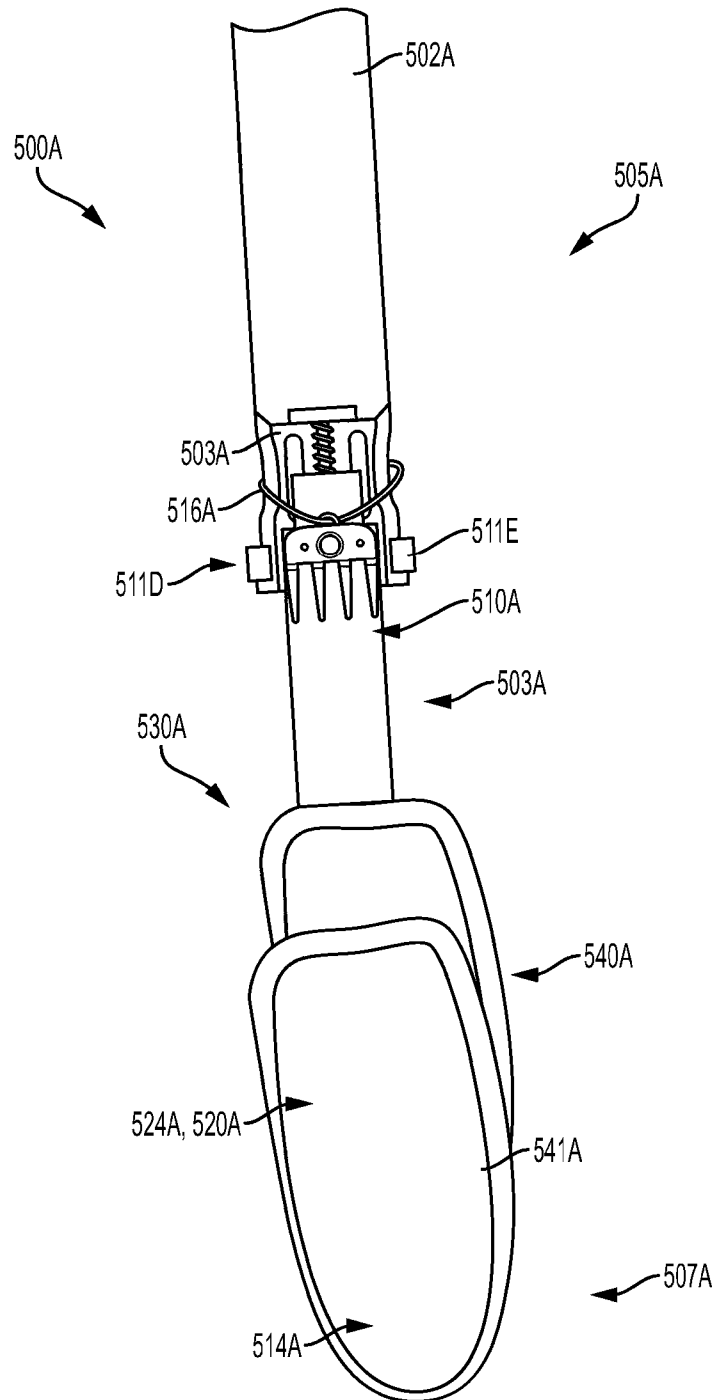


Fig. 54D

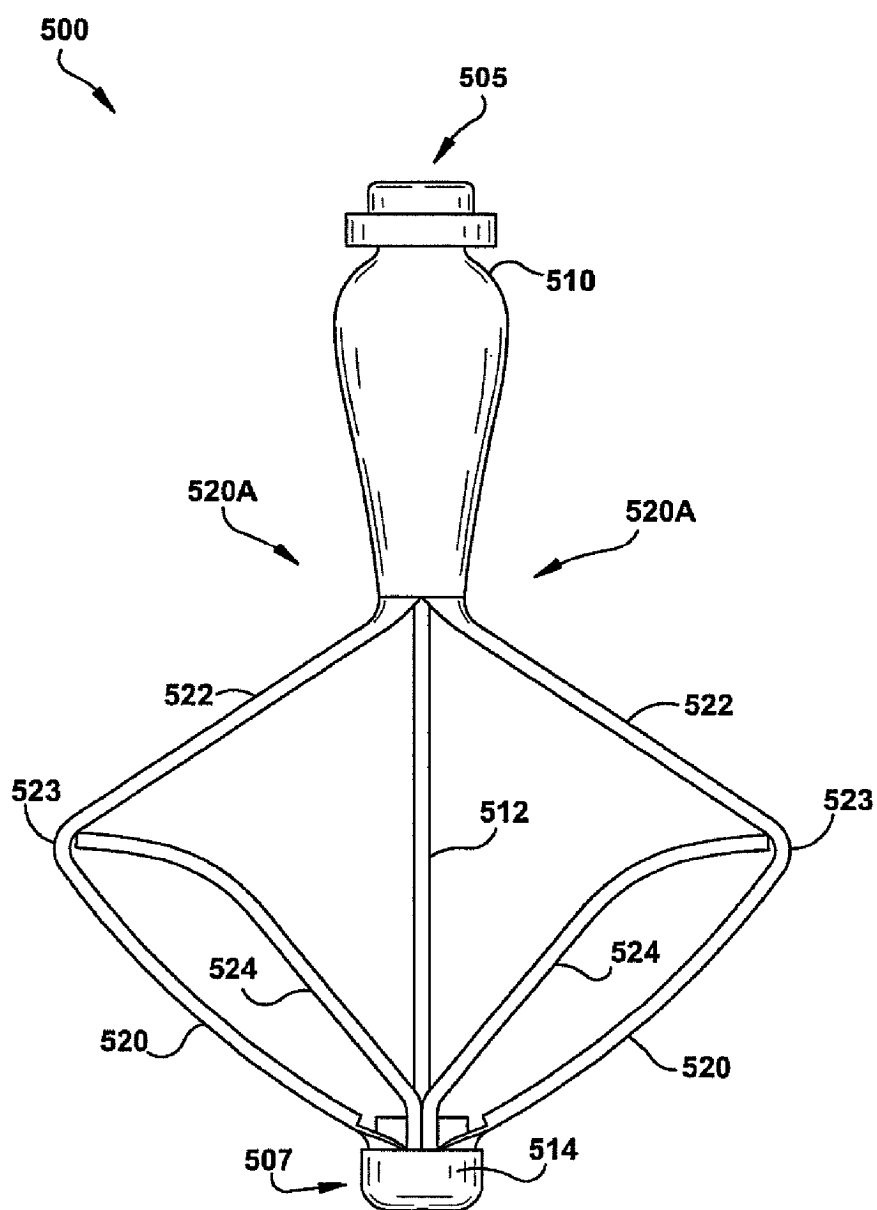


Fig. 55

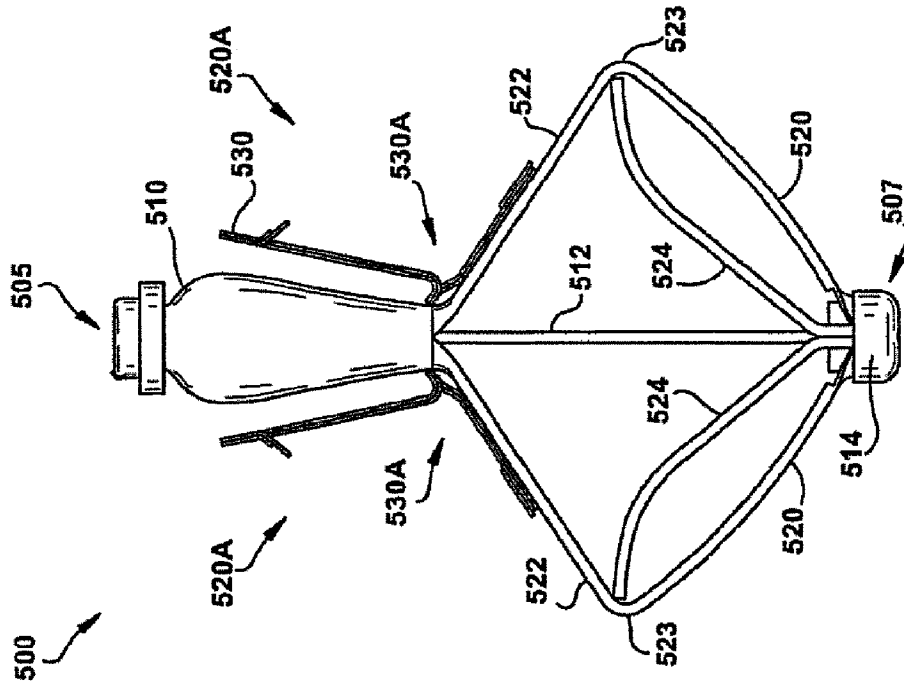


Fig. 57

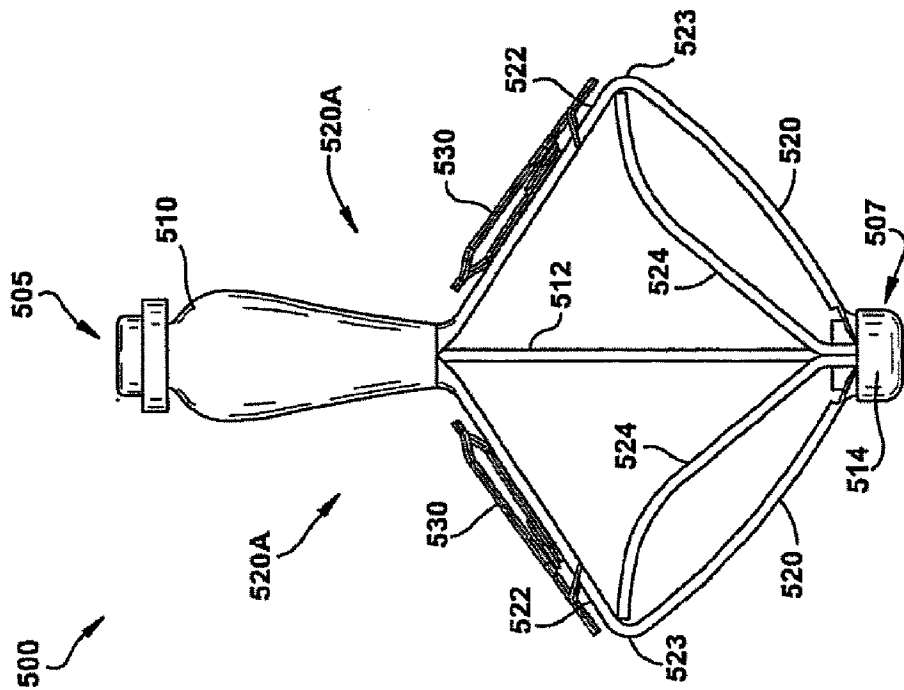


Fig. 56

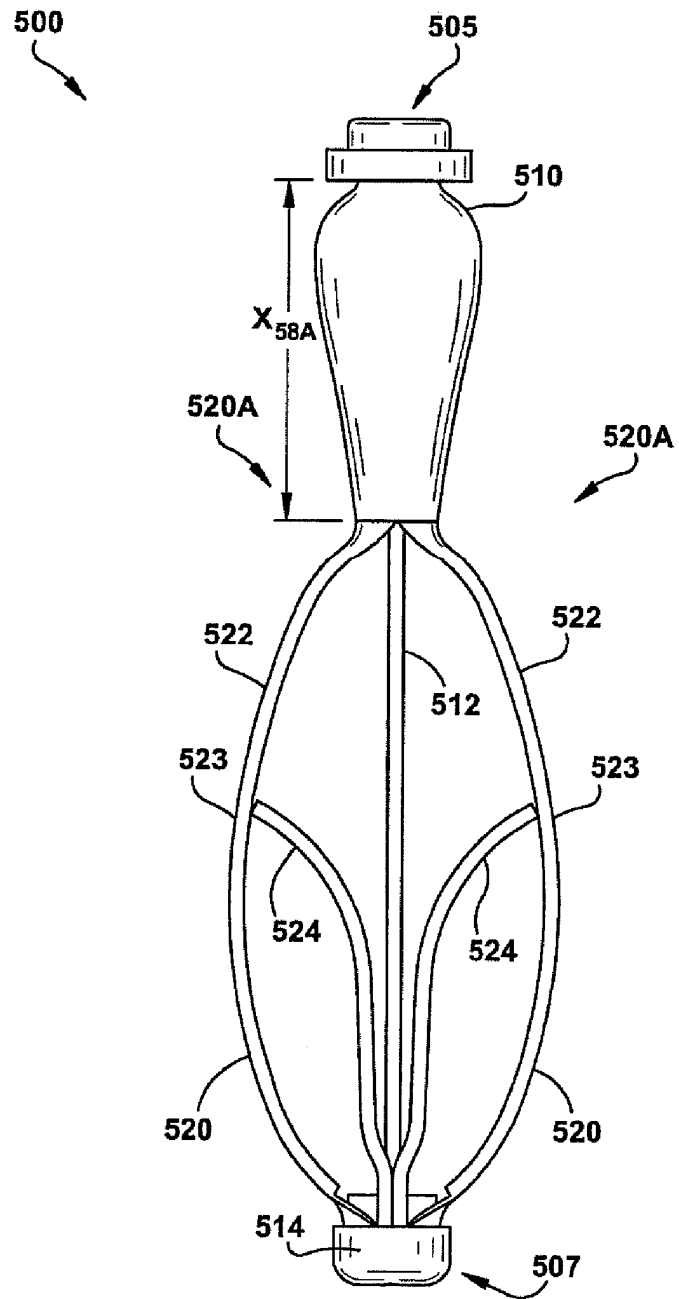


Fig. 58

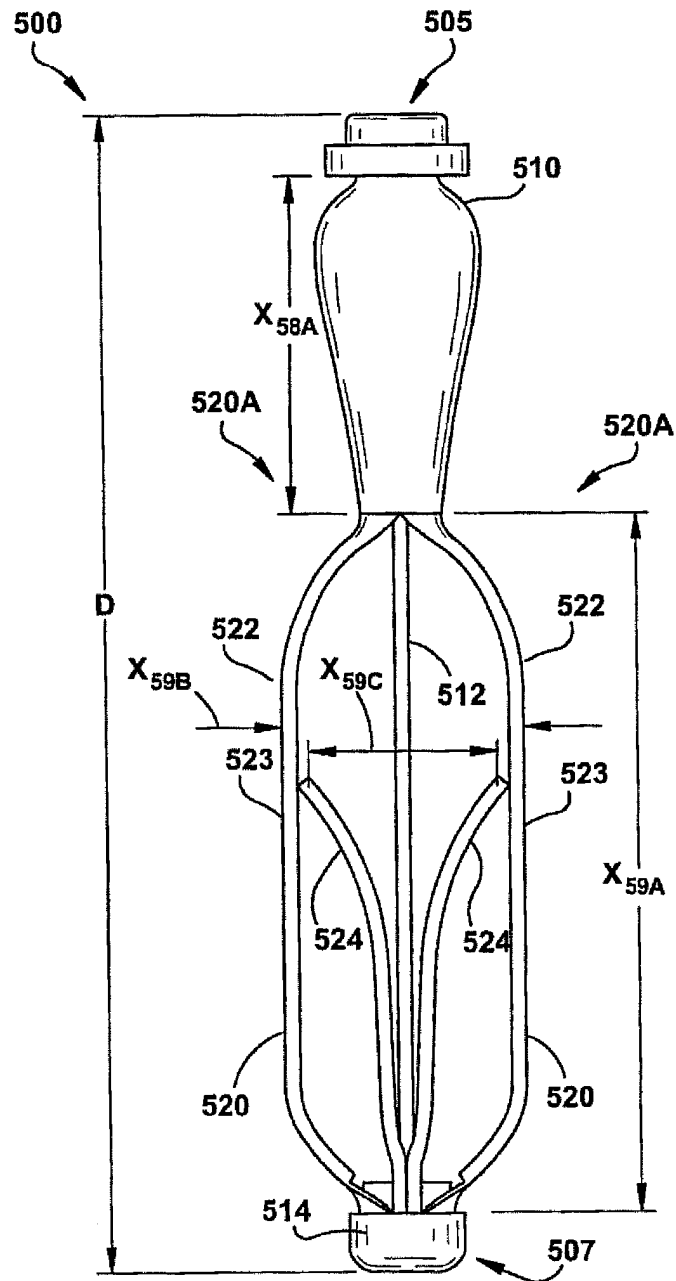


Fig. 59

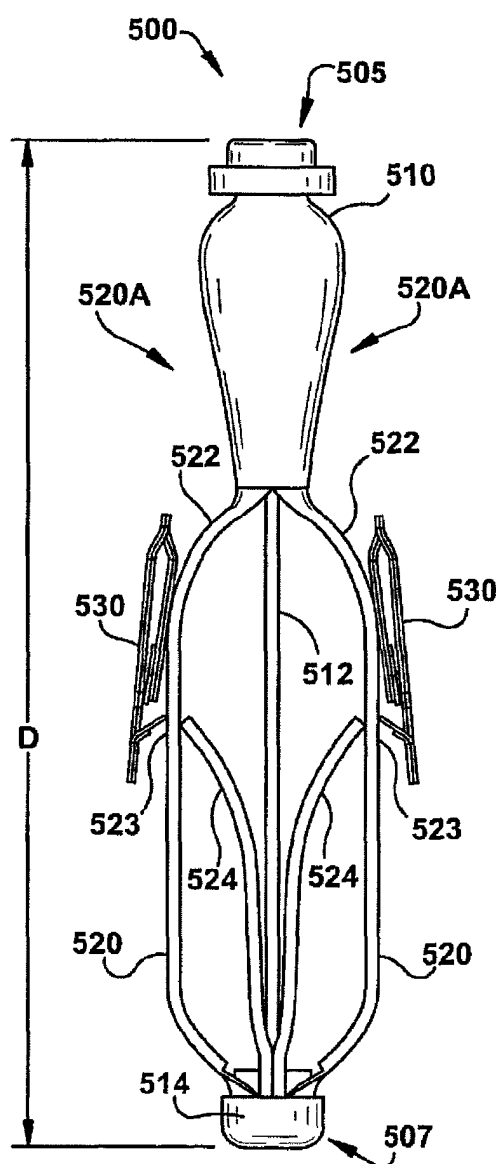


Fig. 60

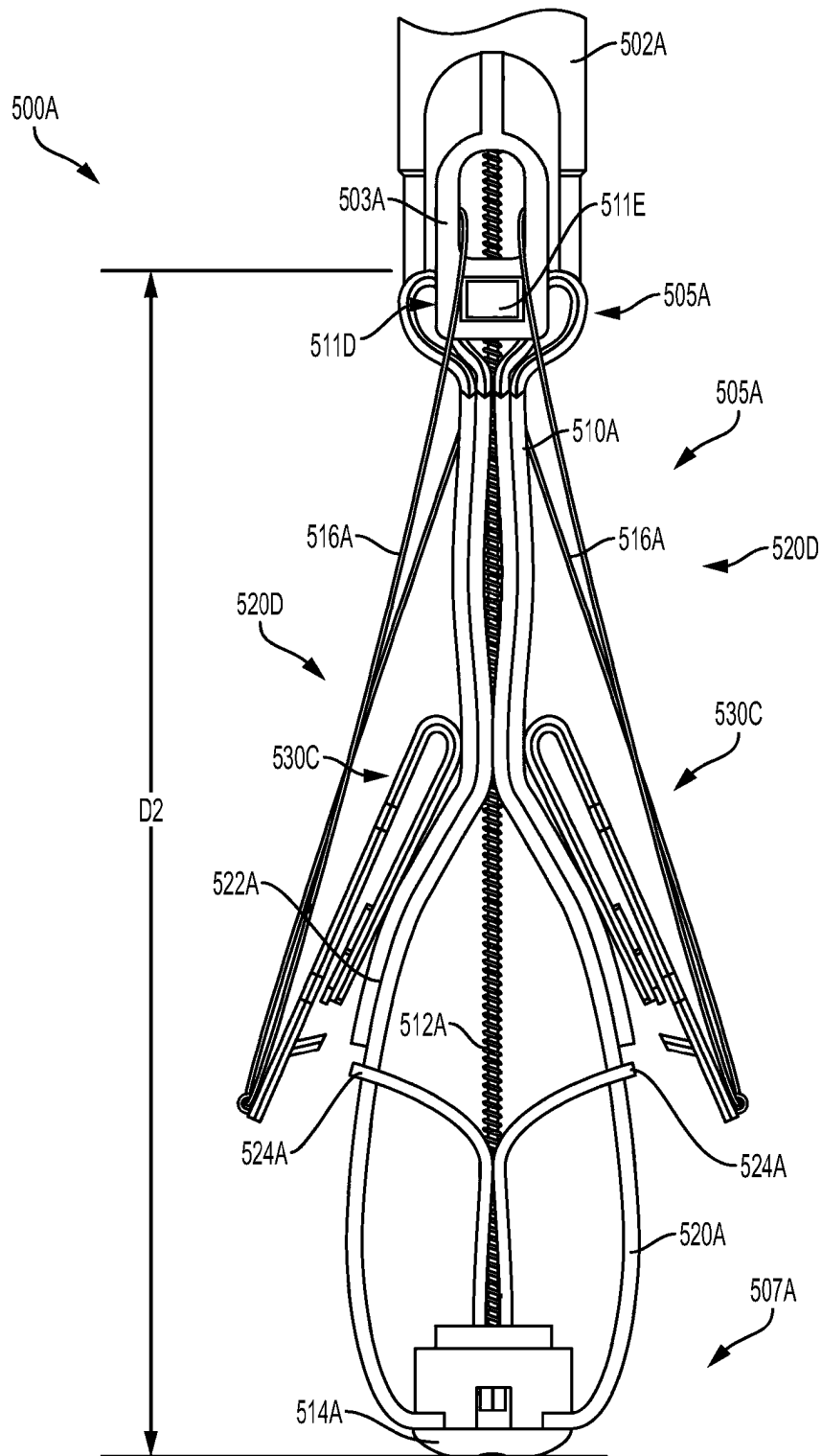


Fig. 60A

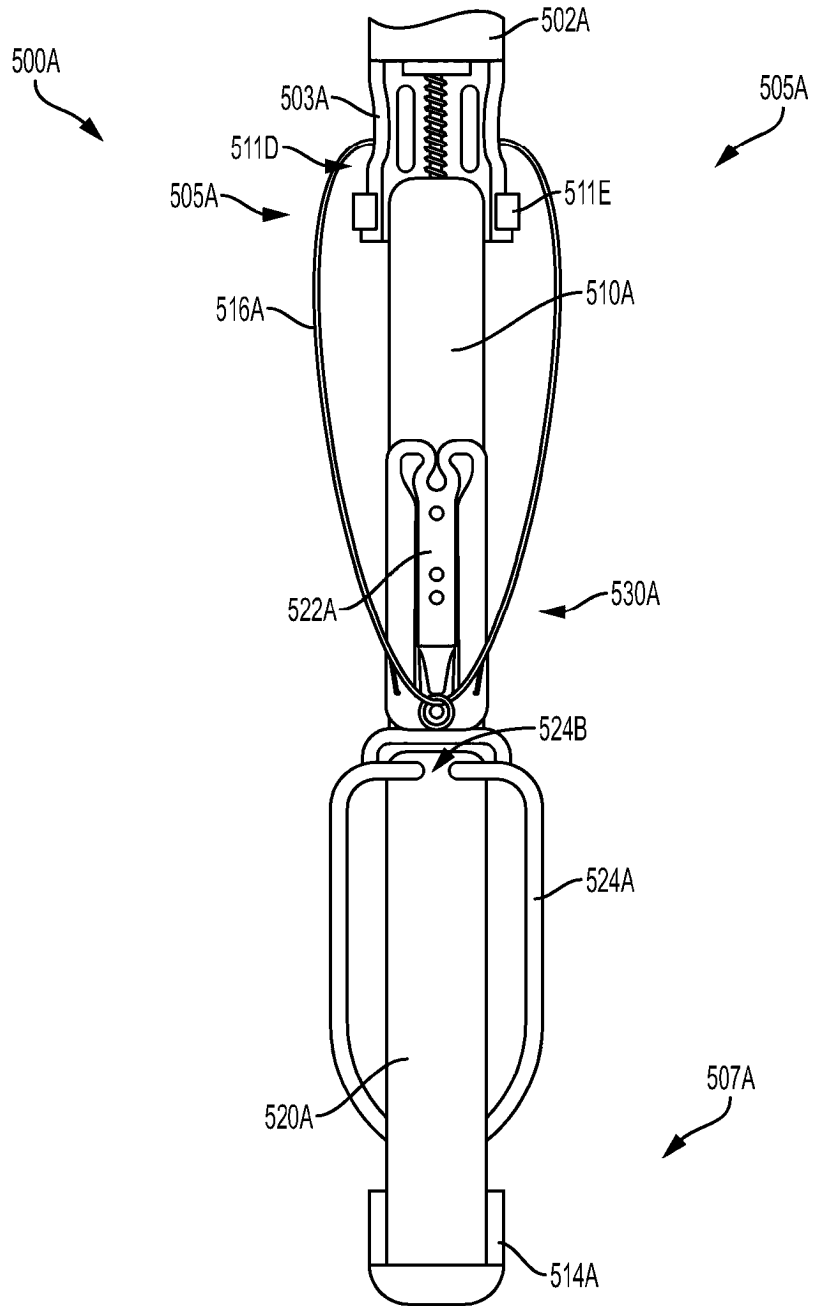


Fig. 60B

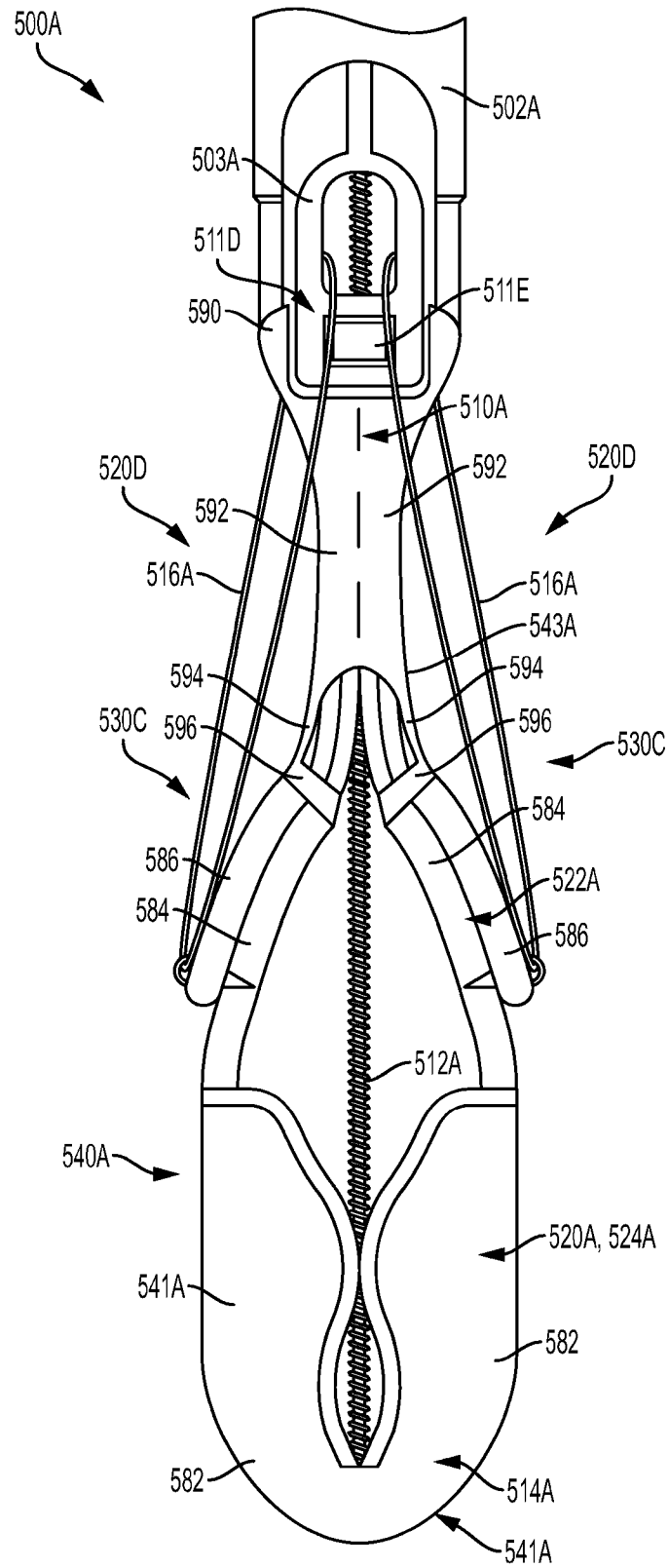


Fig. 60C

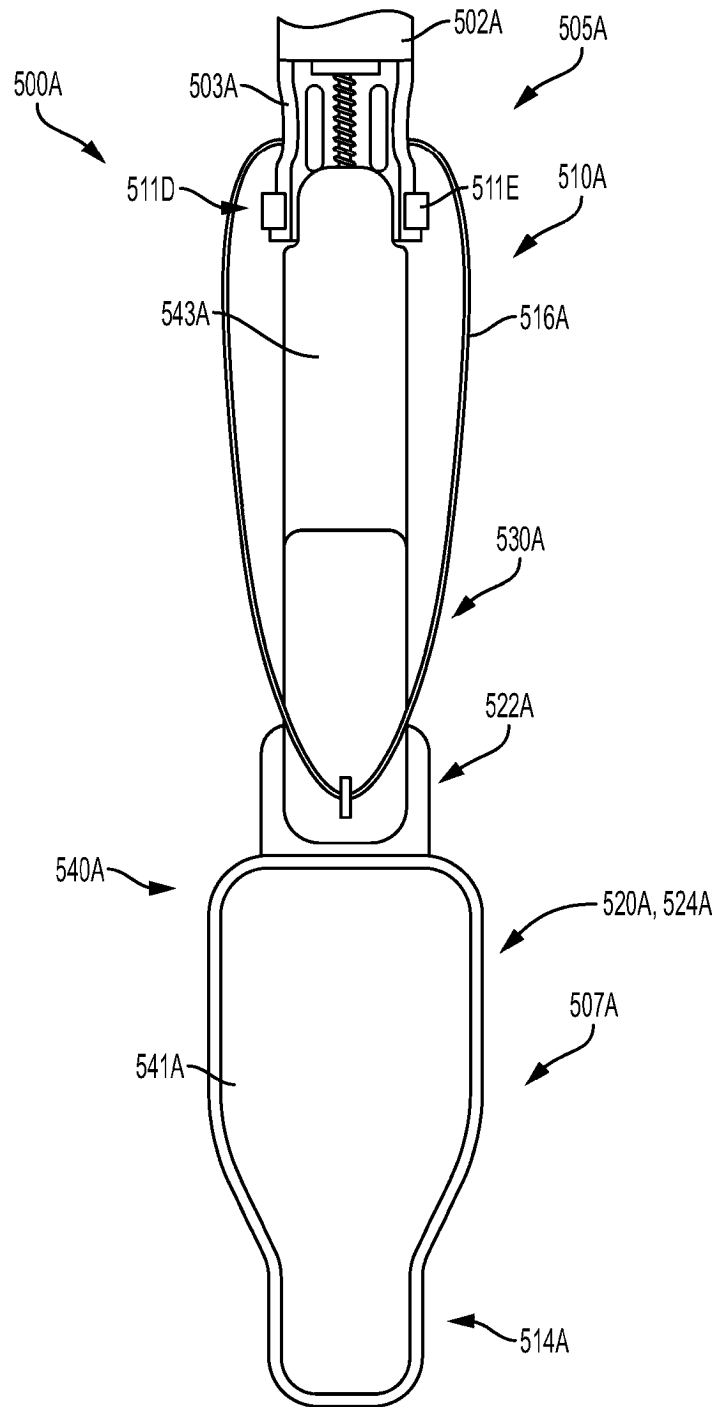


Fig. 60D

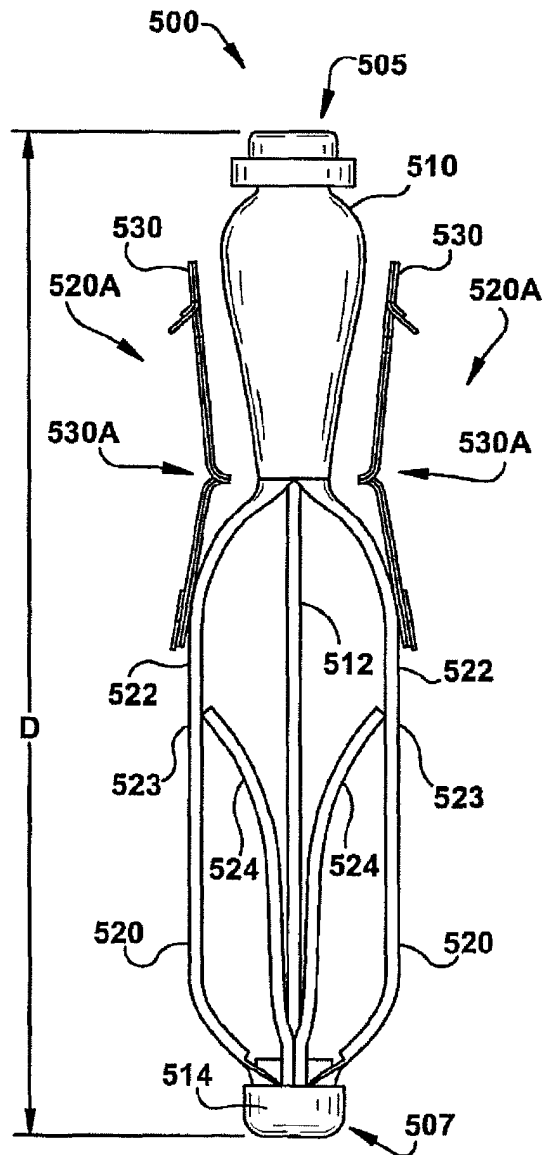


Fig. 61

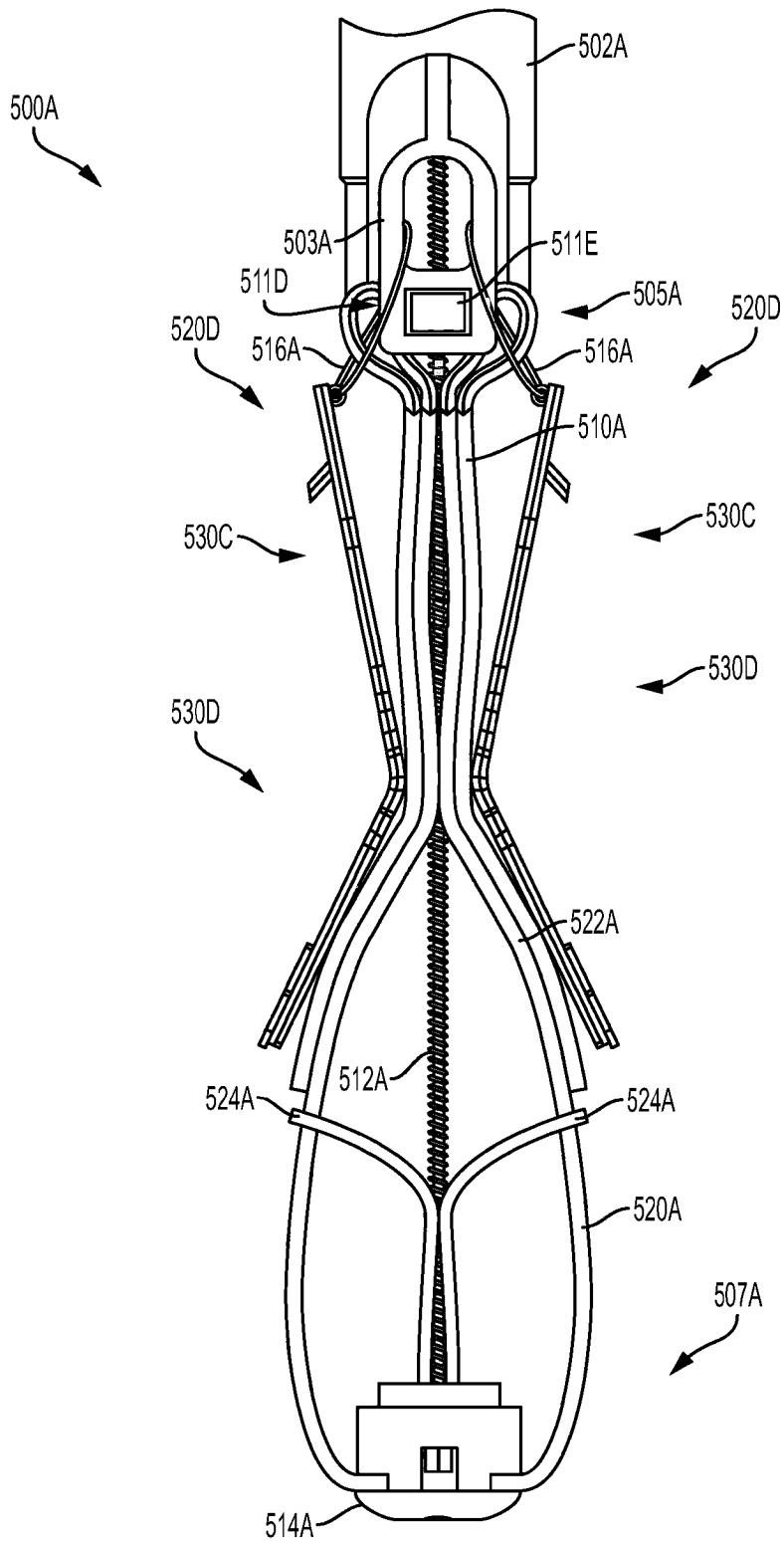


Fig. 61A

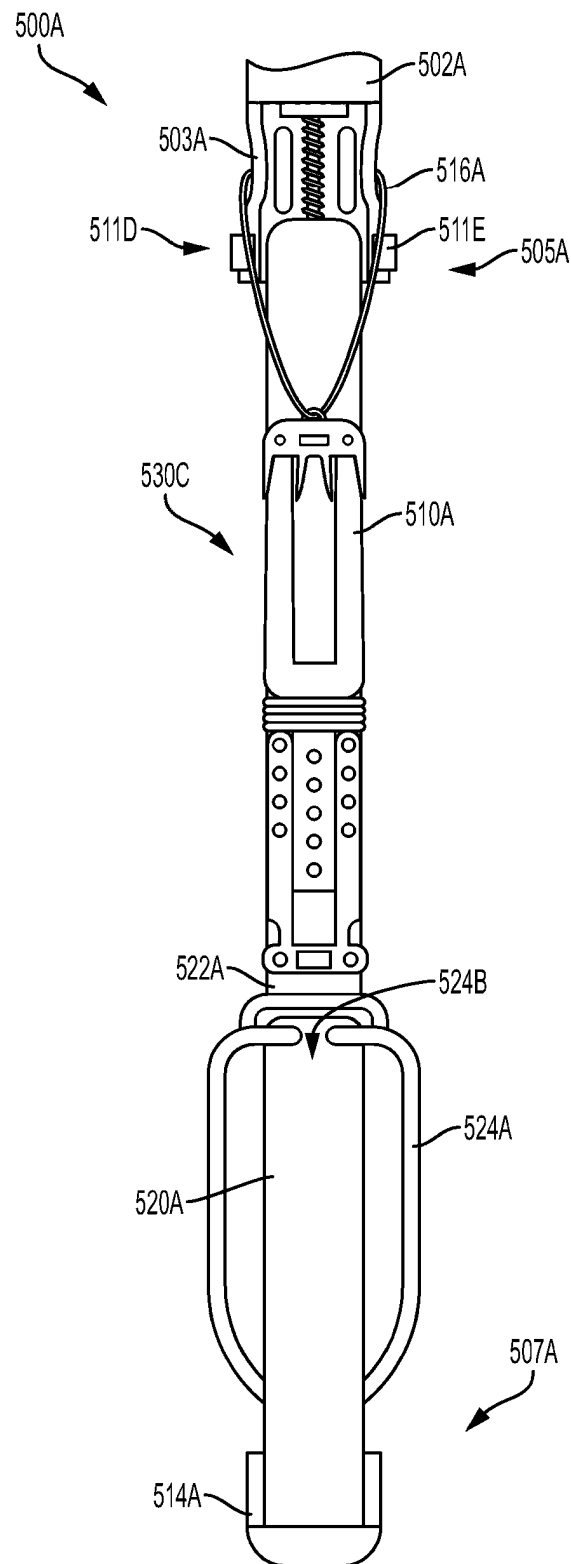


Fig. 61B

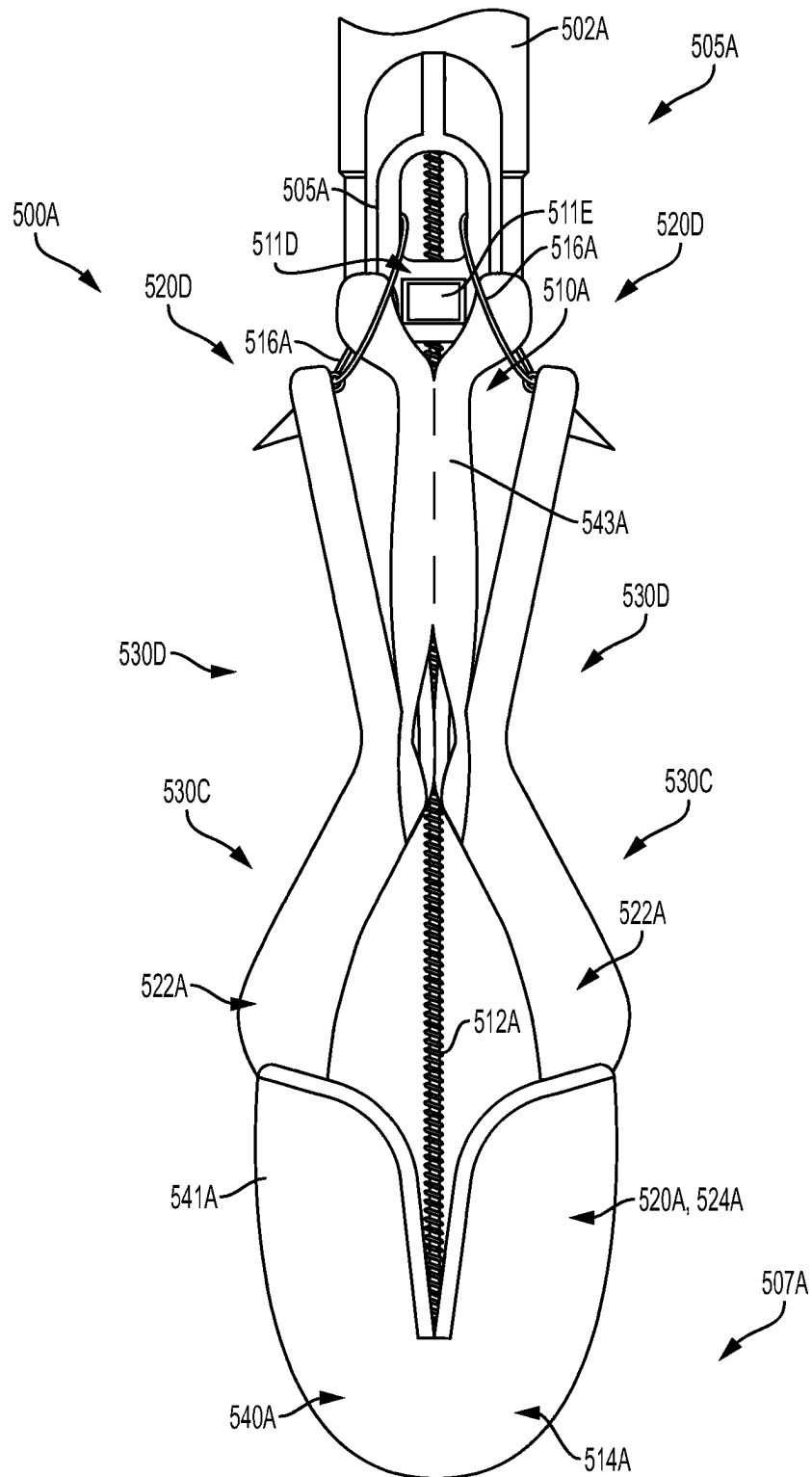


Fig. 61C

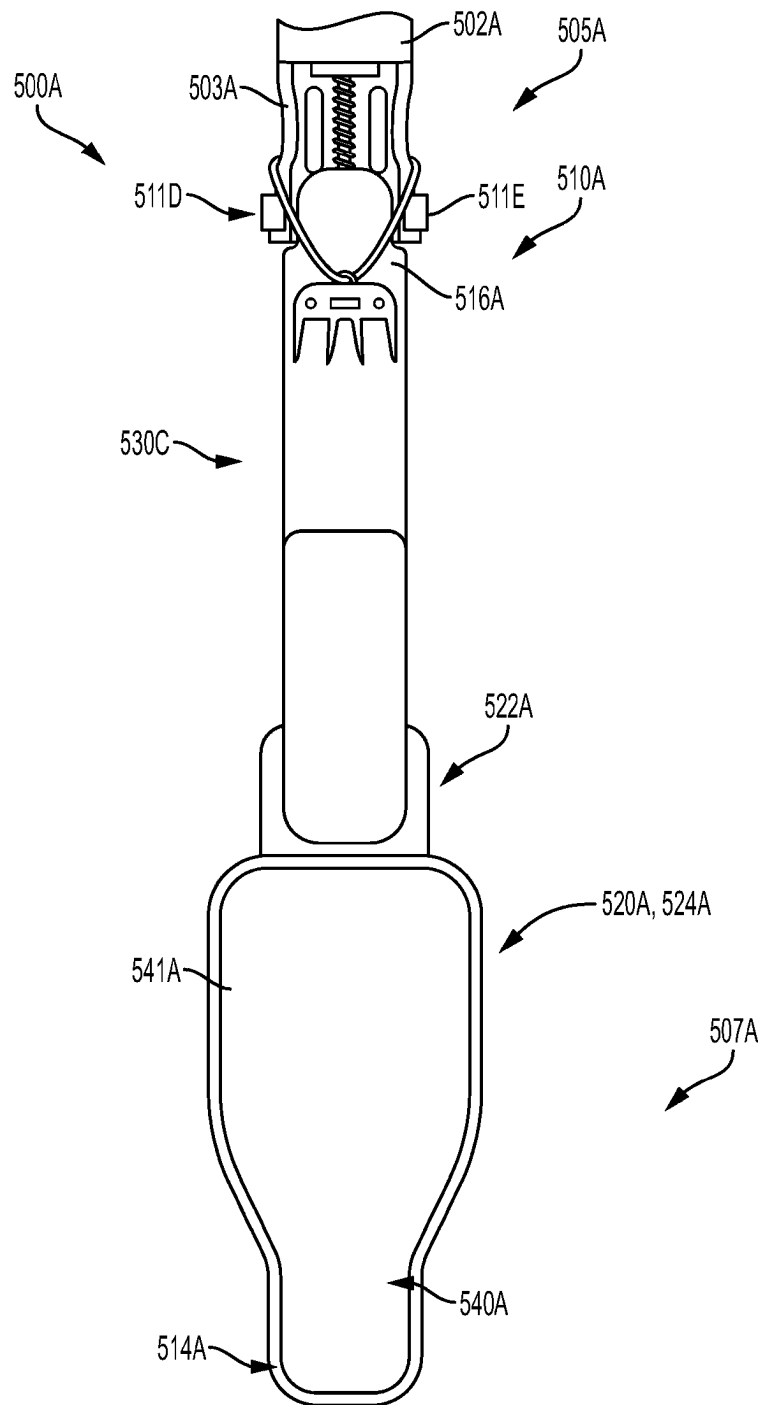


Fig. 61D

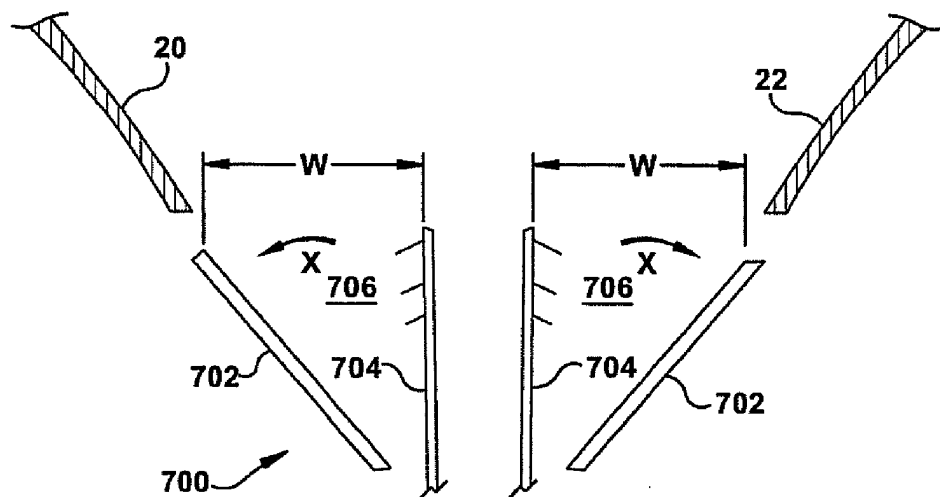


Fig. 62A

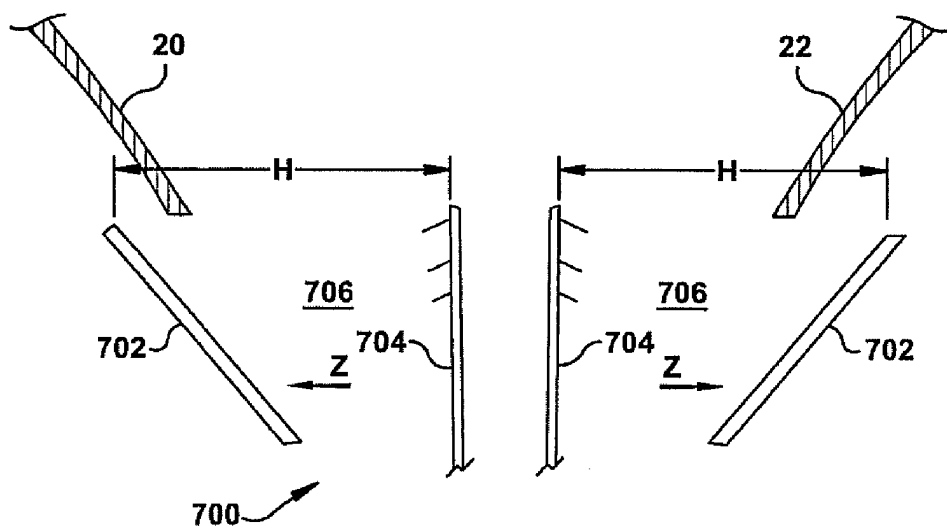
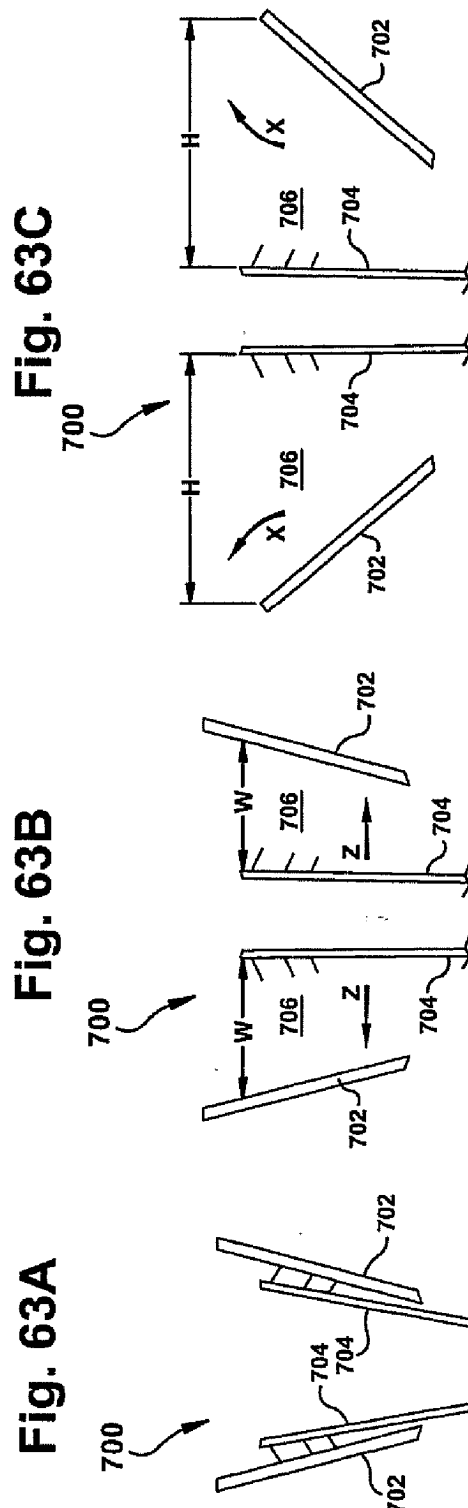
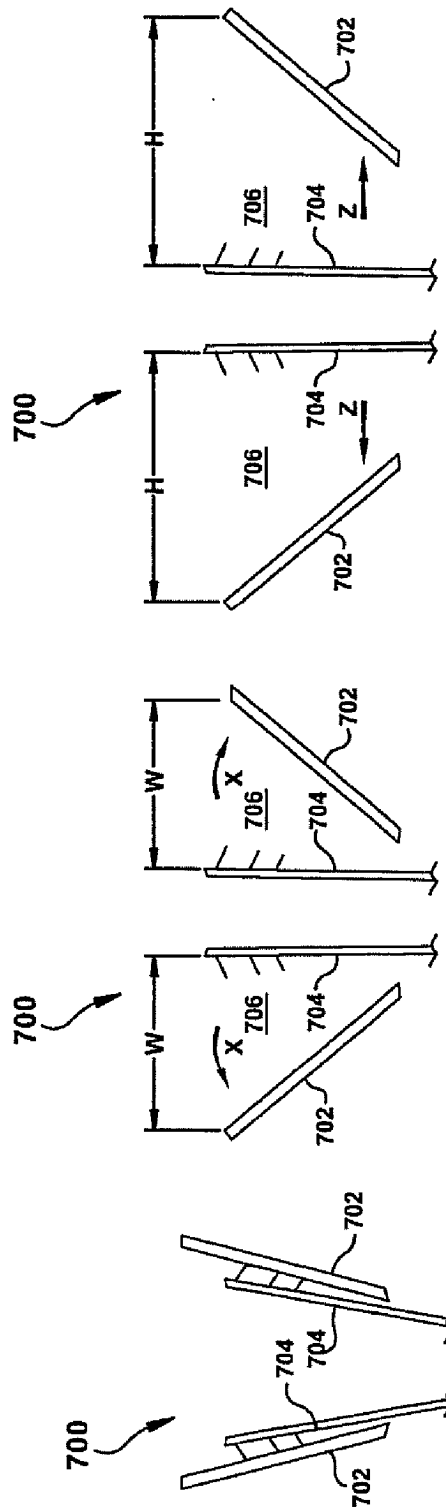


Fig. 62B



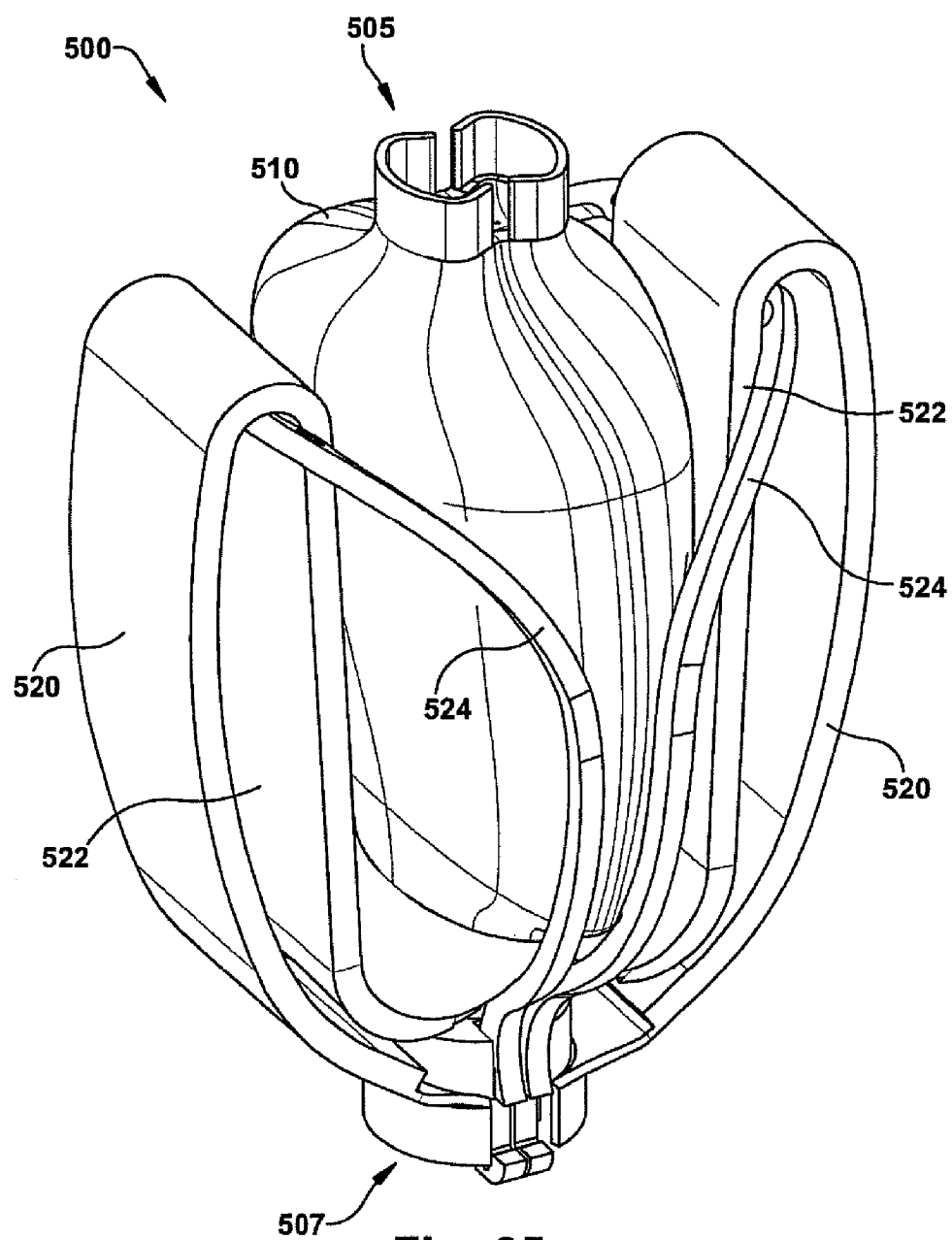


Fig. 65

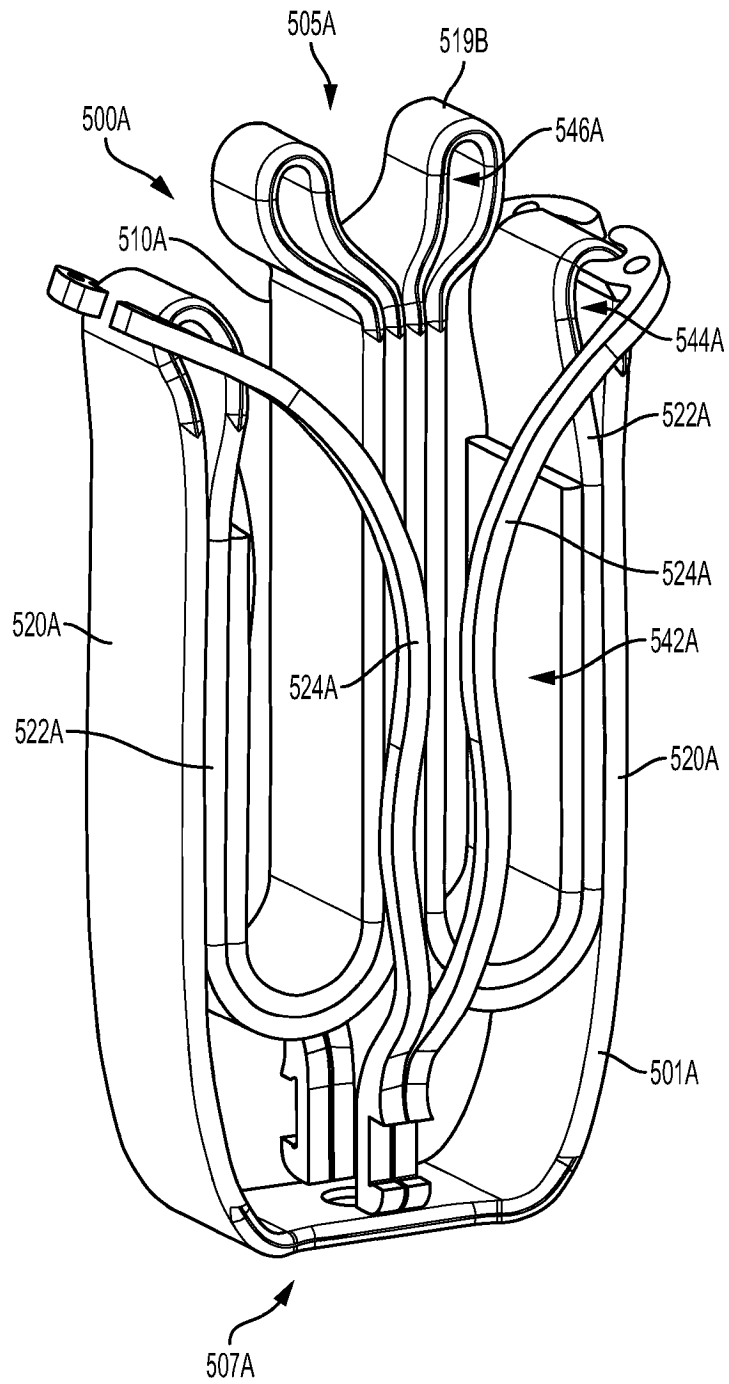


Fig. 65A

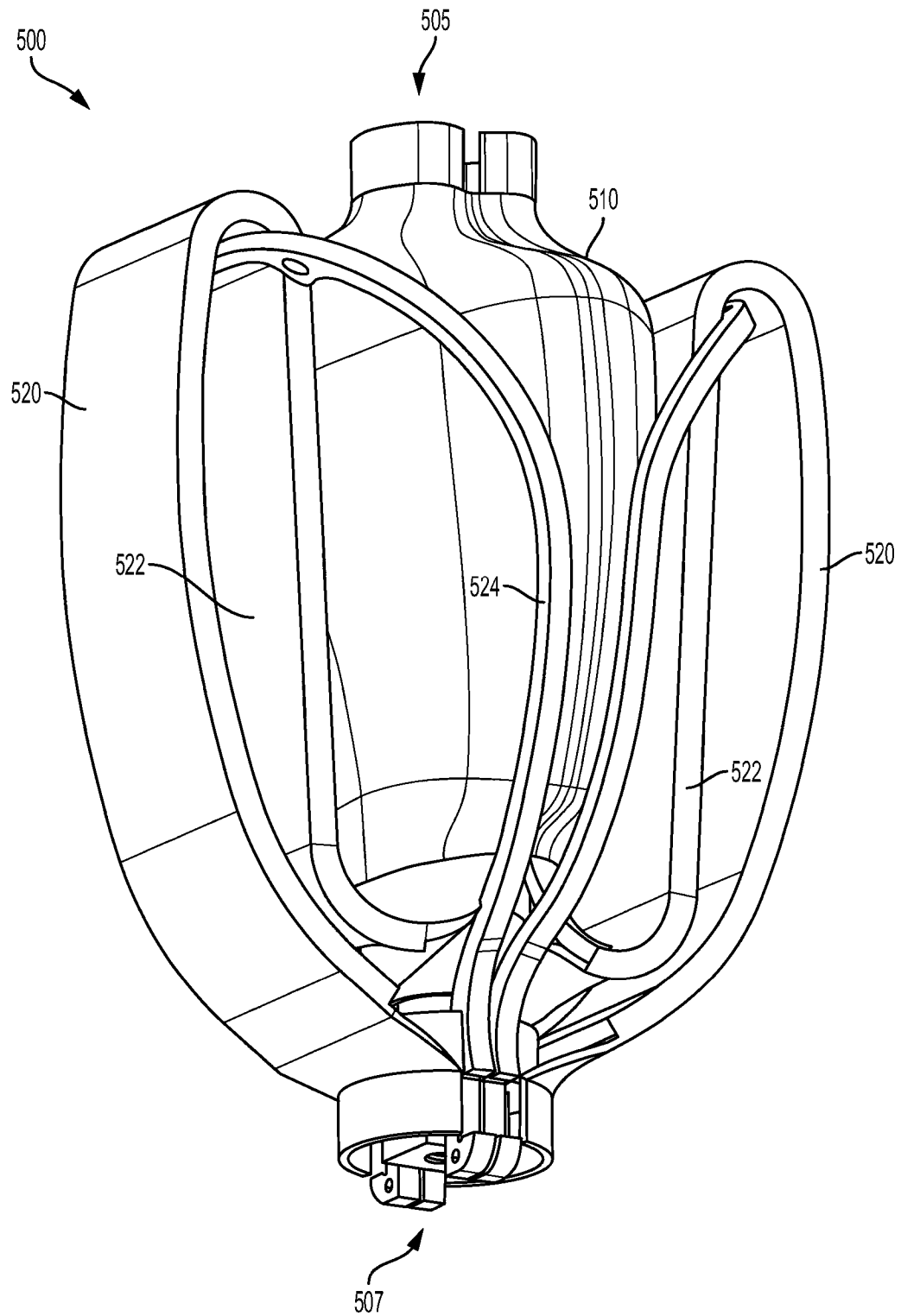


Fig. 66

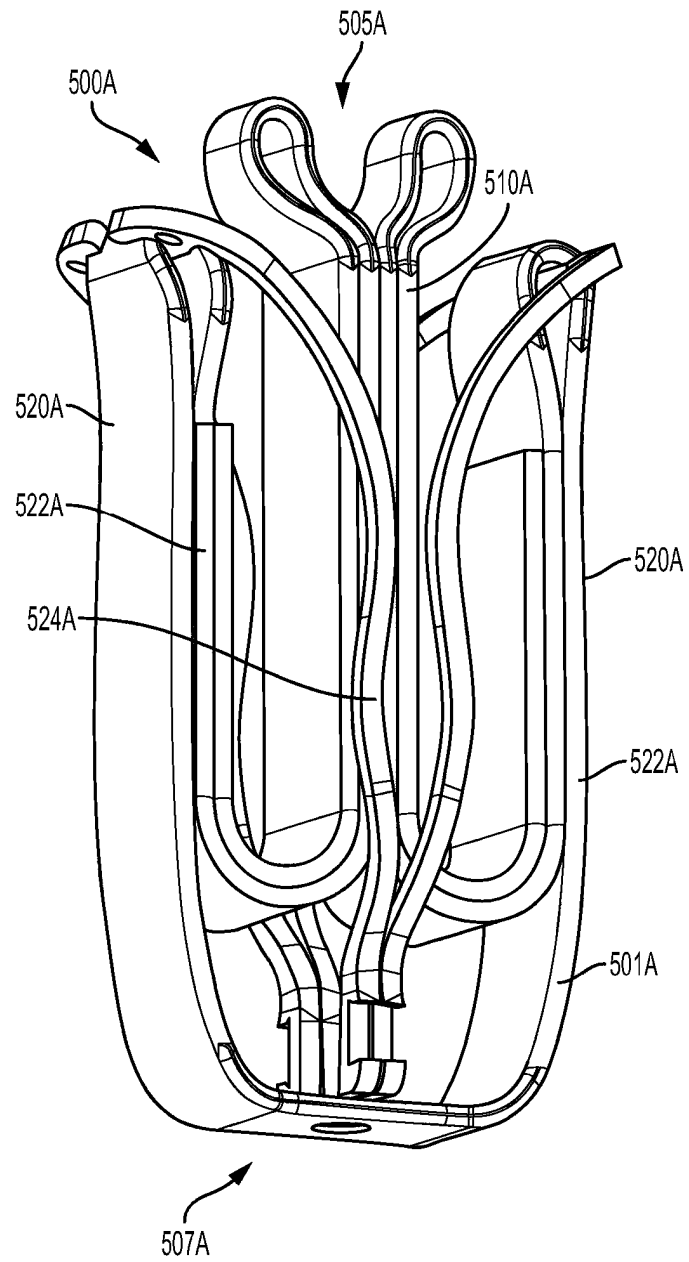


Fig. 66A

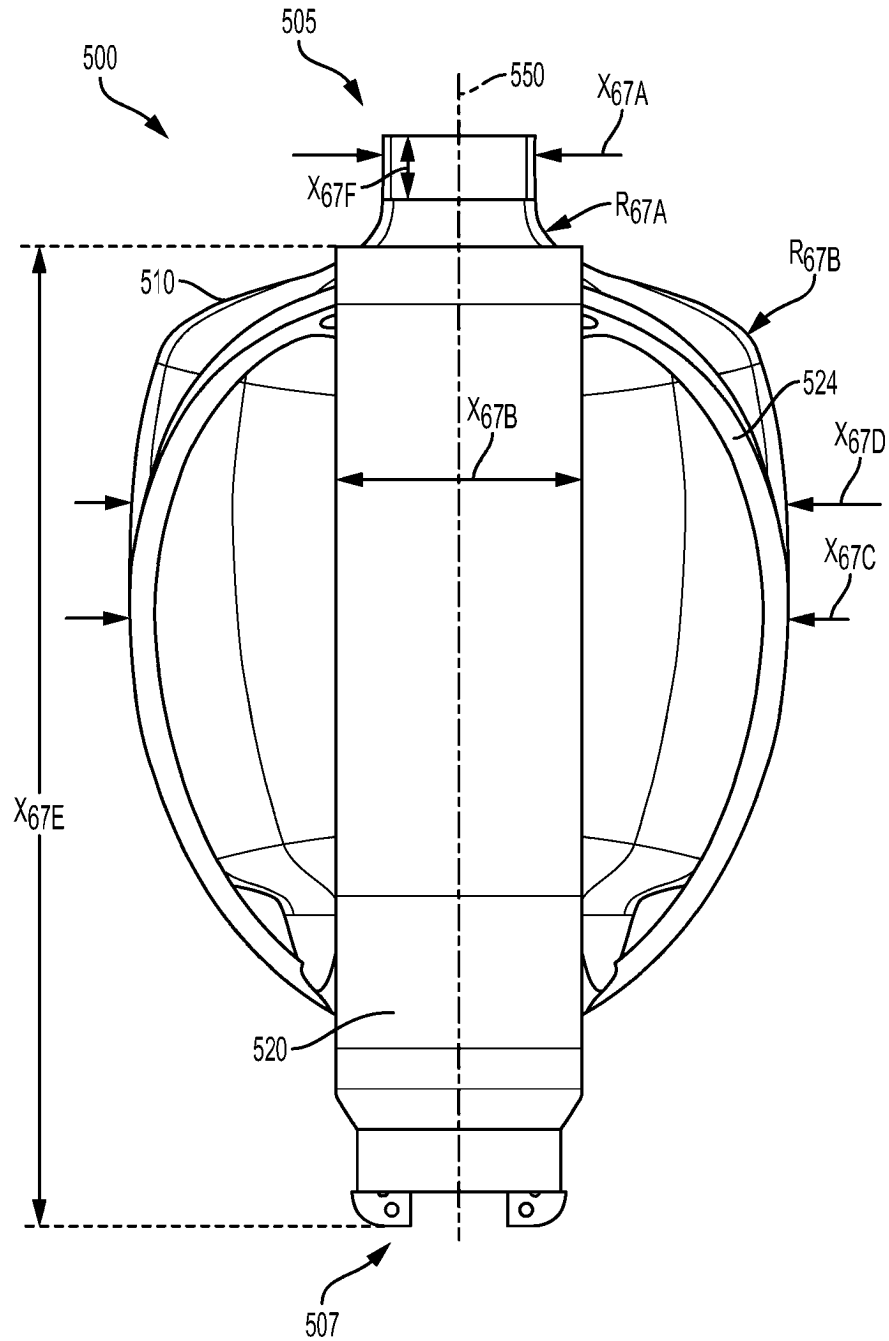


Fig. 67

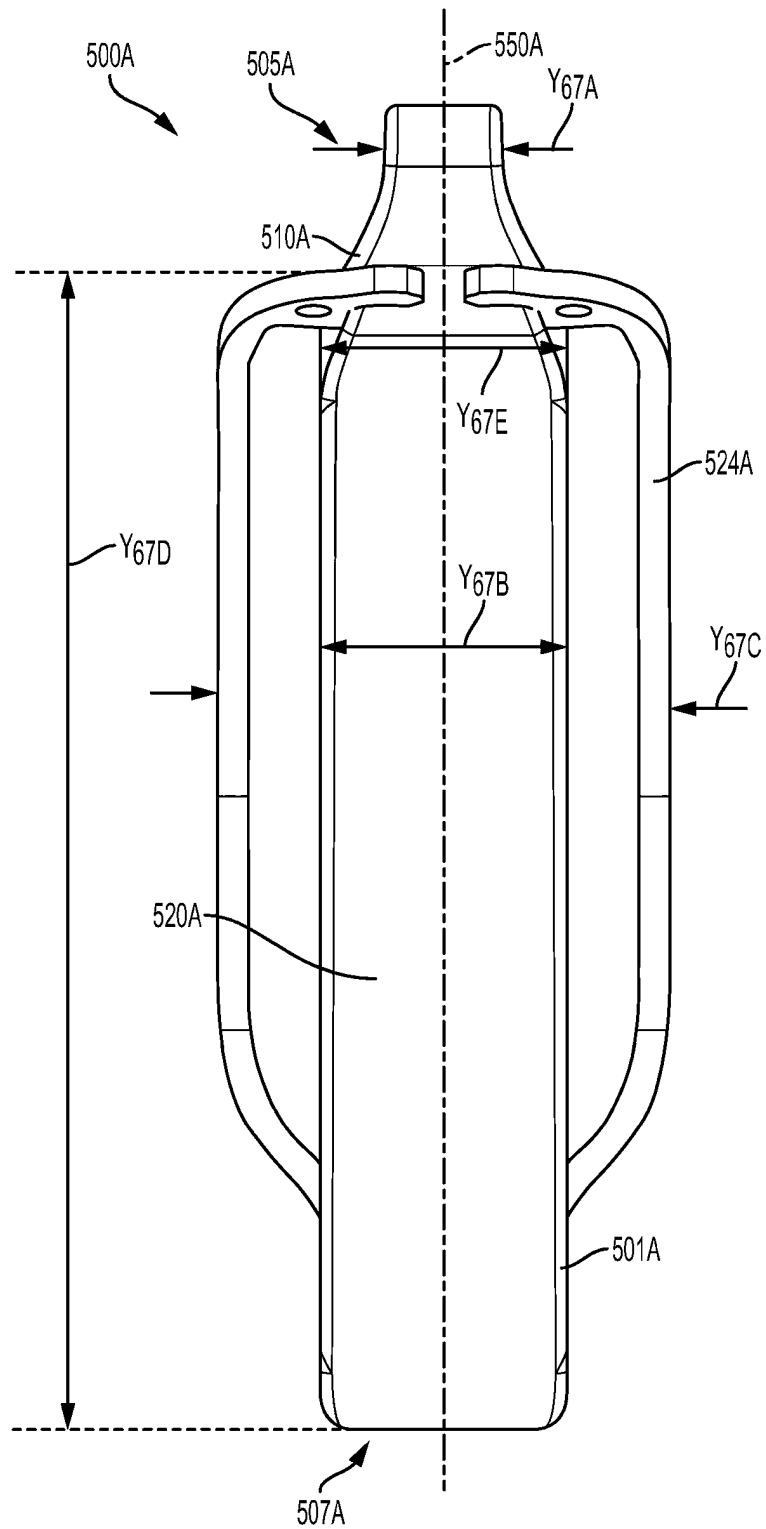


Fig. 67A

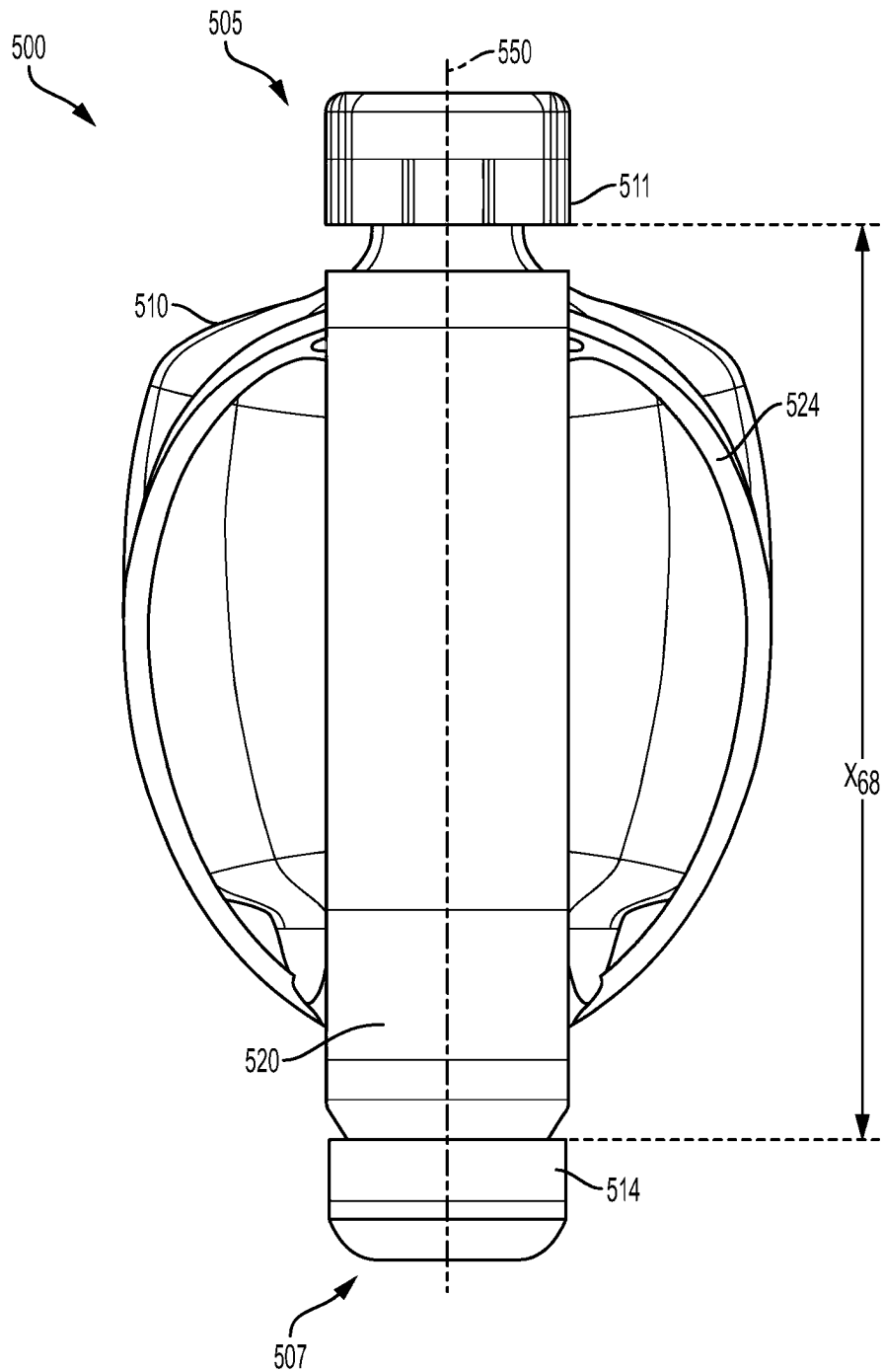


Fig. 68

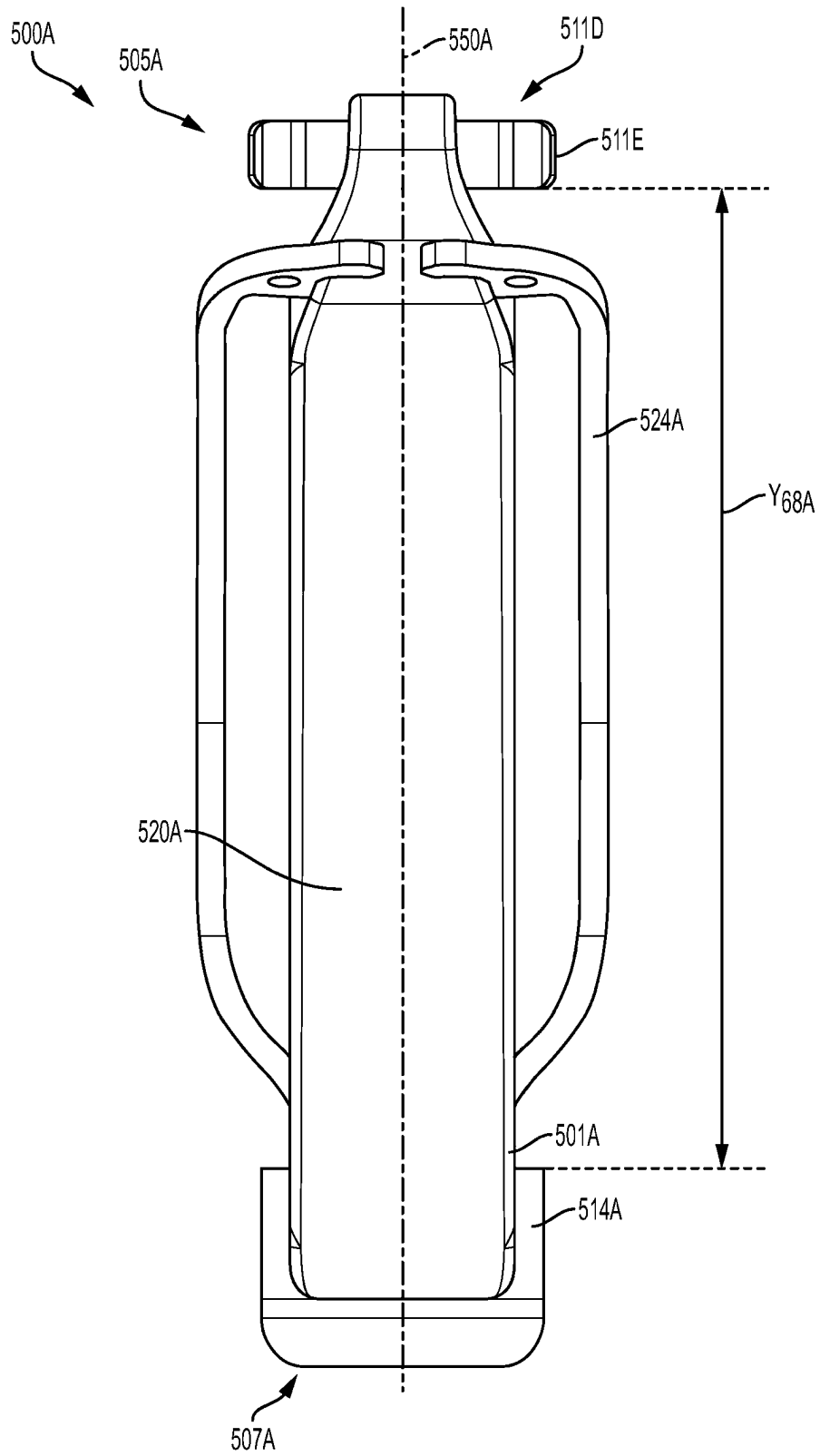


Fig. 68A

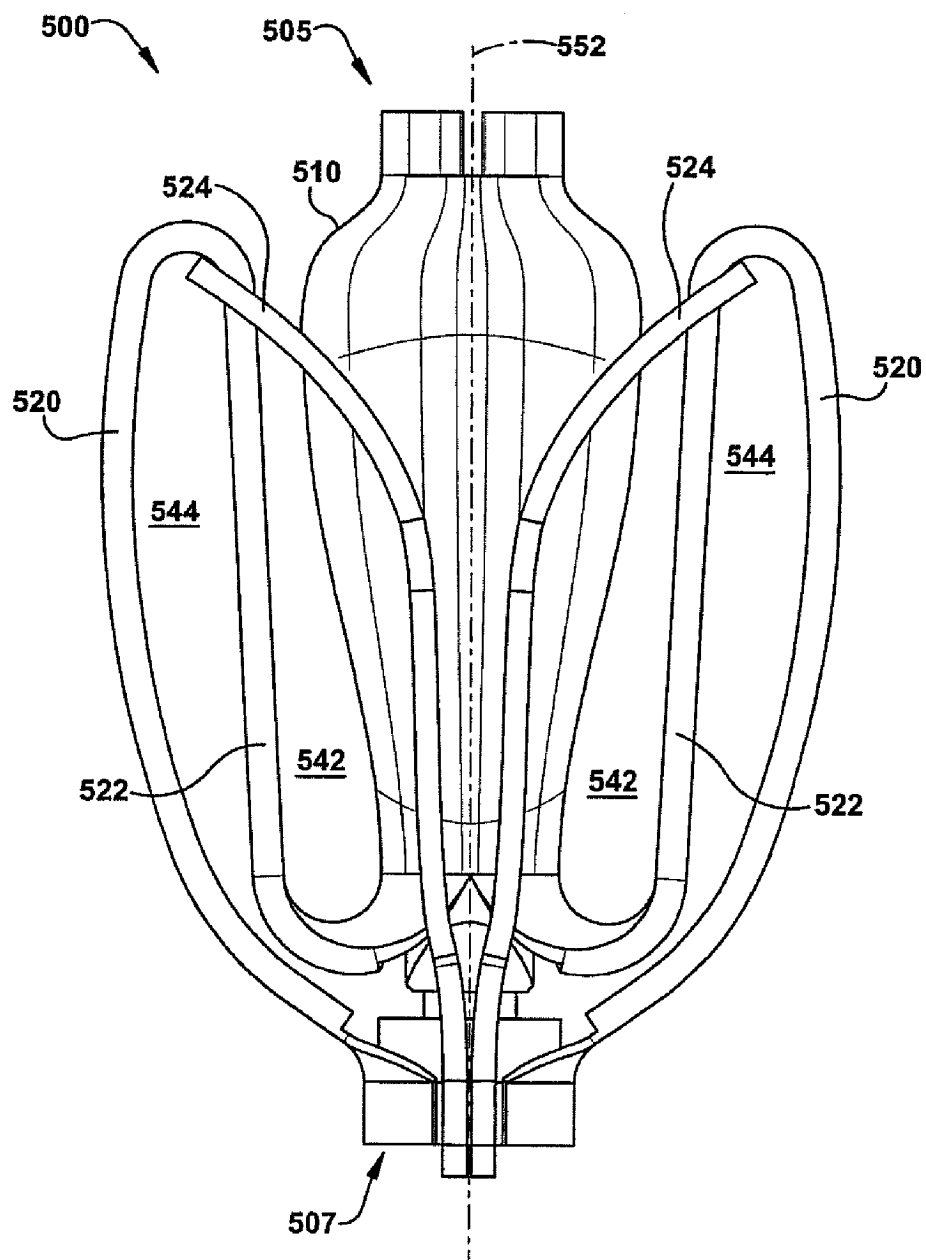


Fig. 69

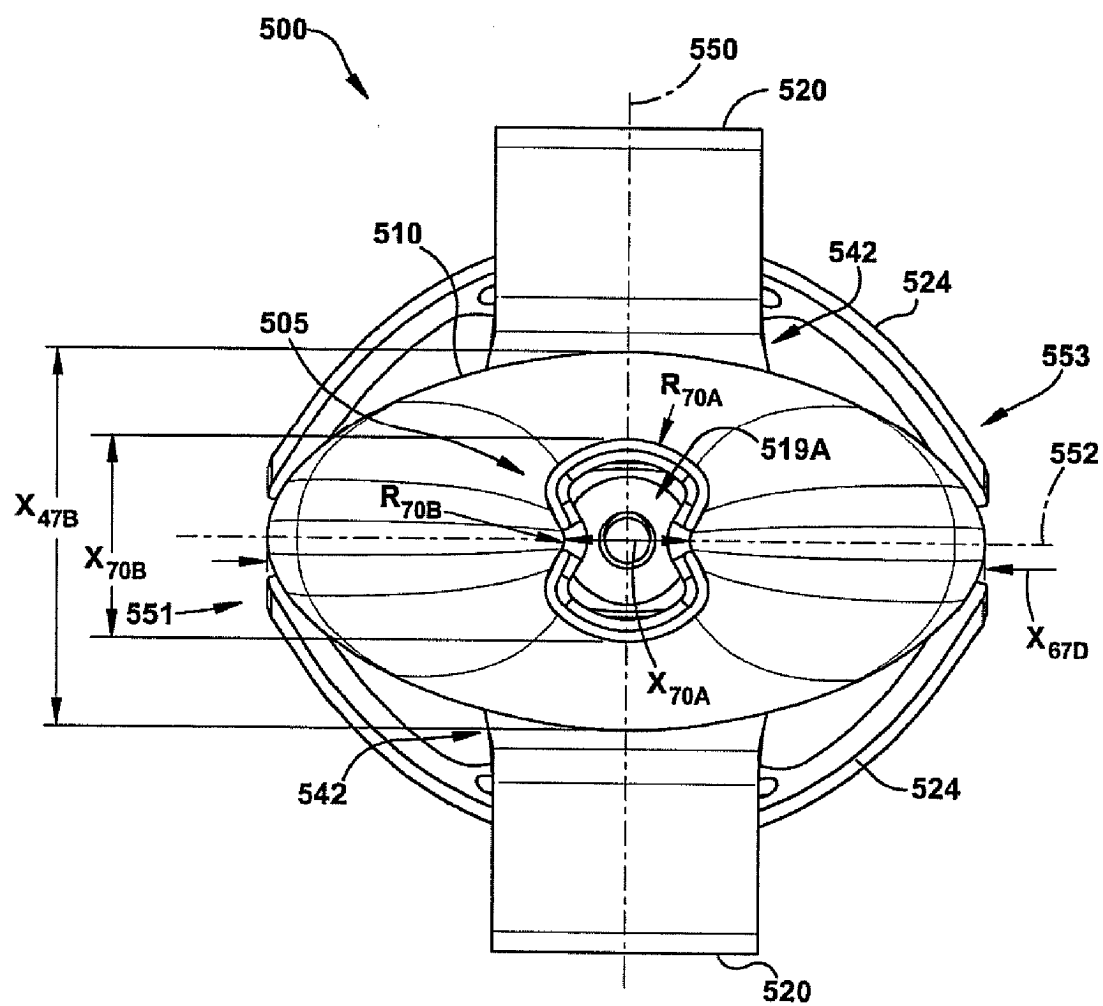


Fig. 70

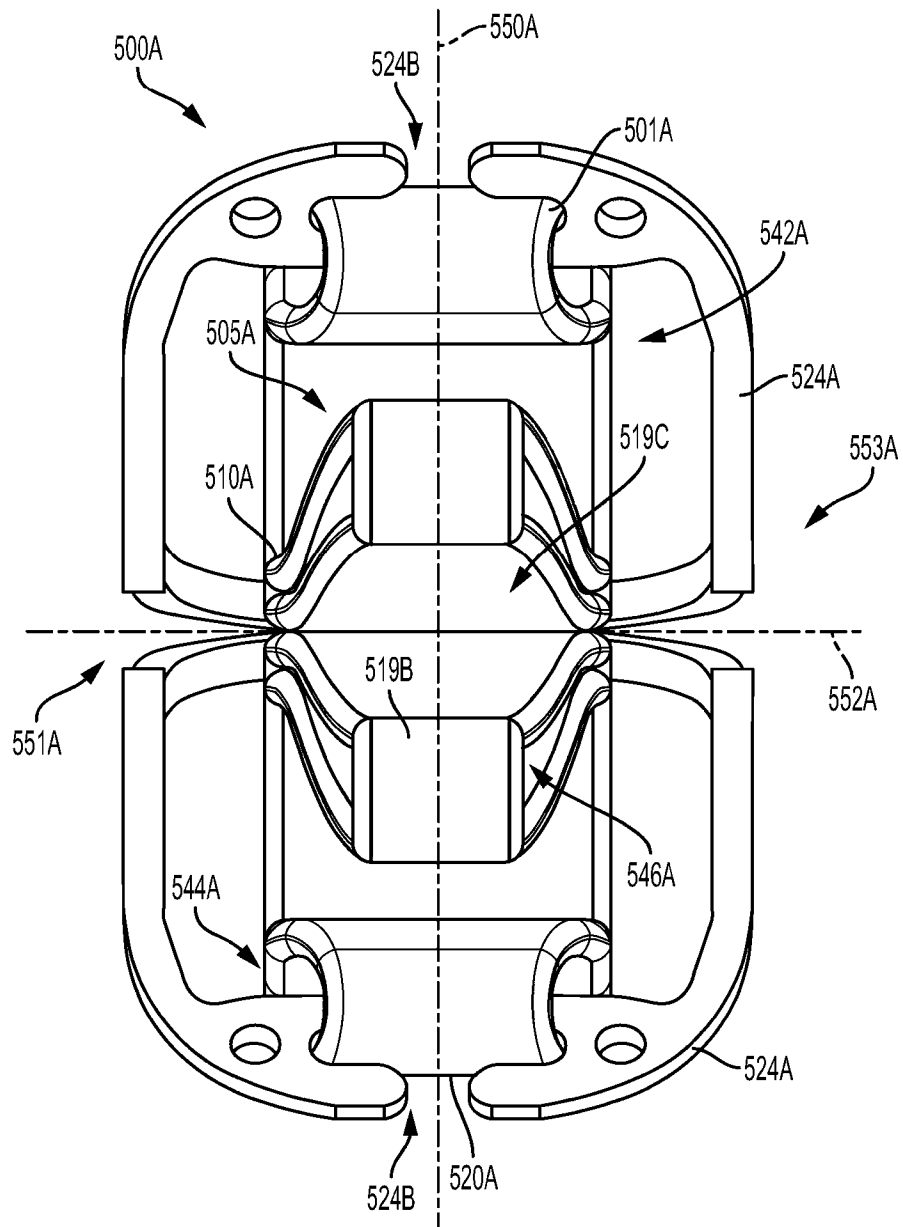


Fig. 70A

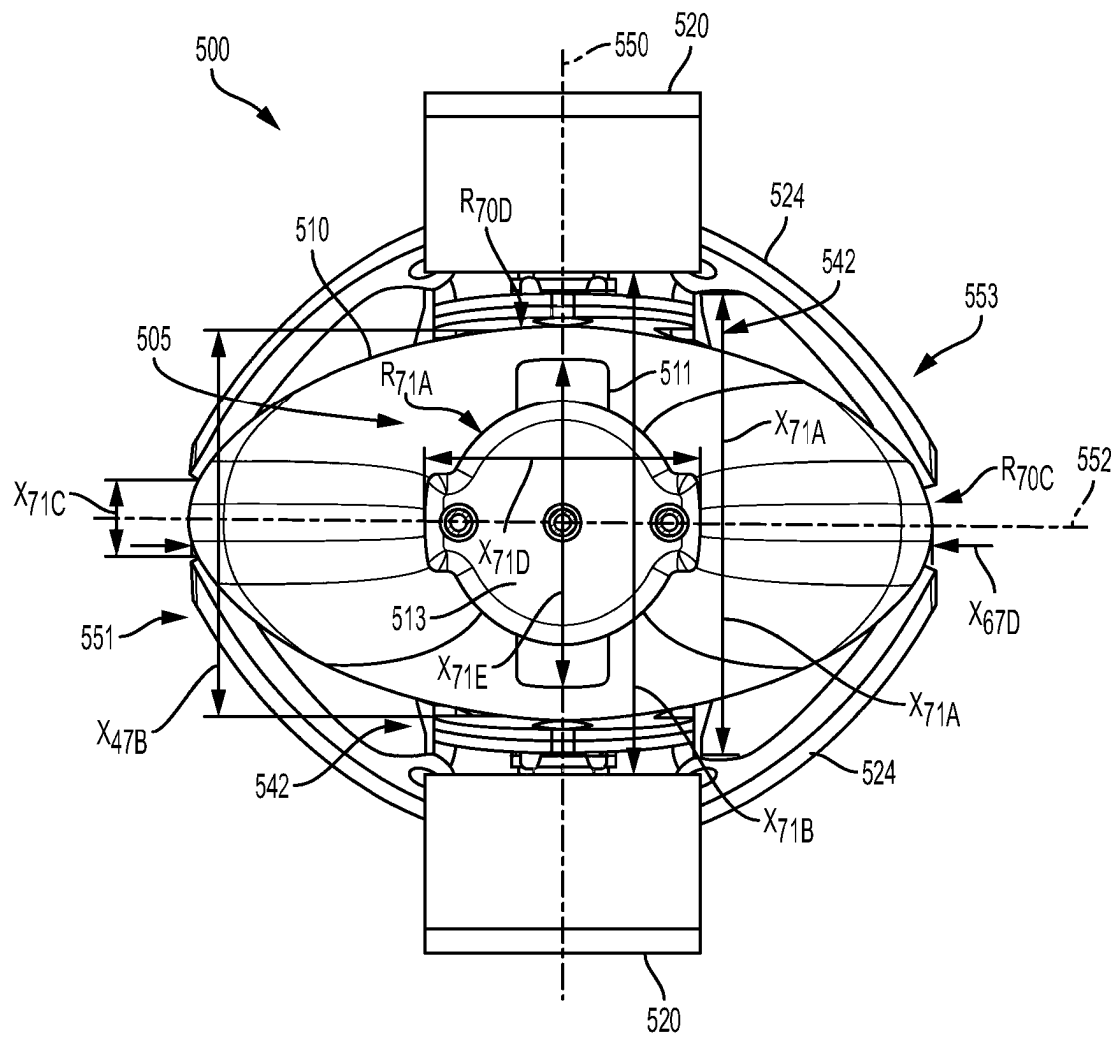


Fig. 71

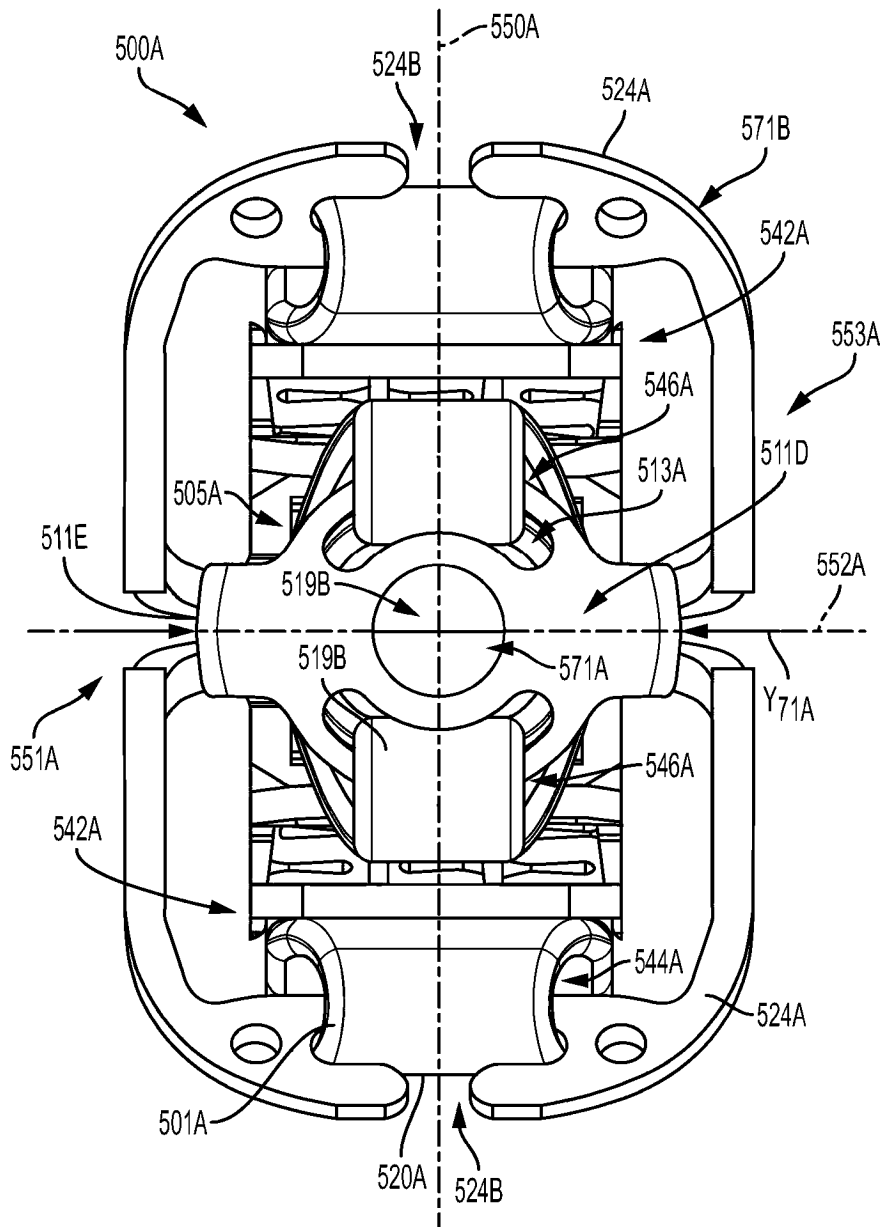


Fig. 71A

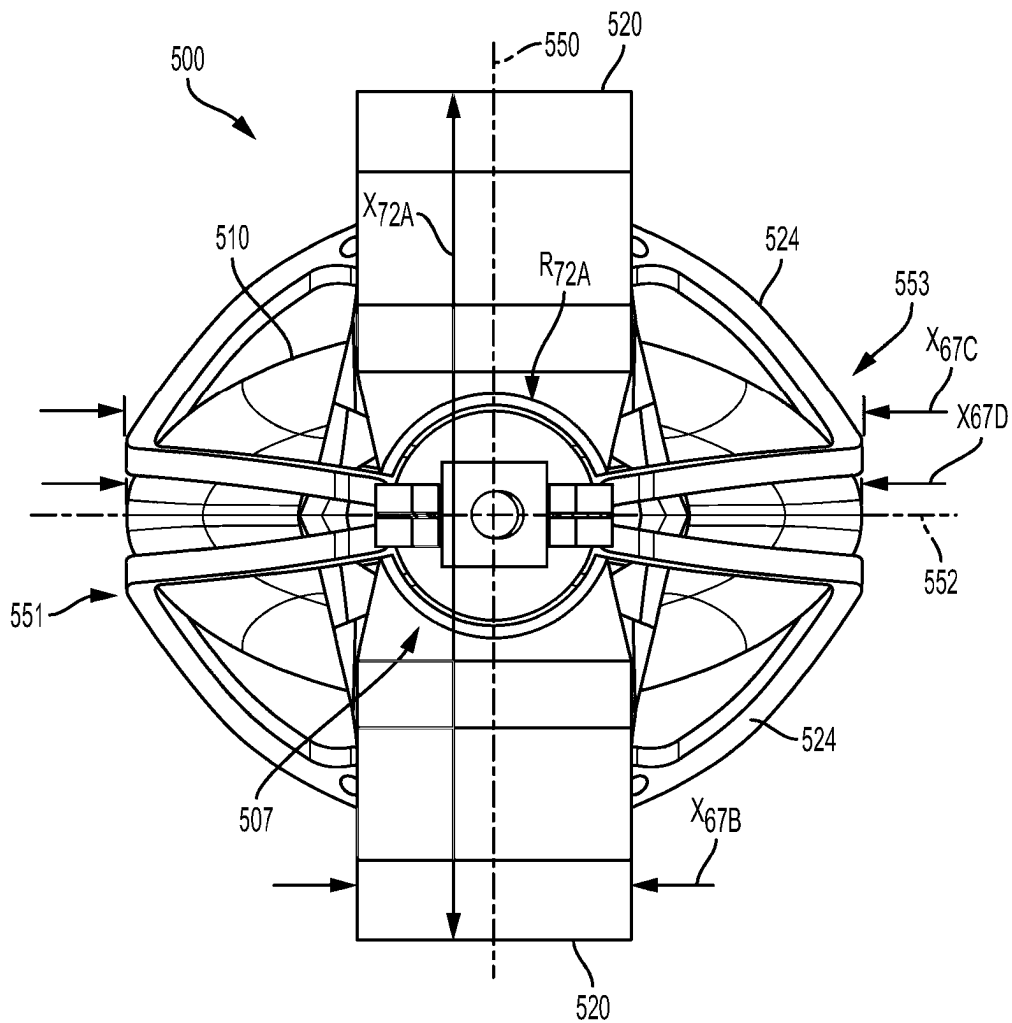


Fig. 72

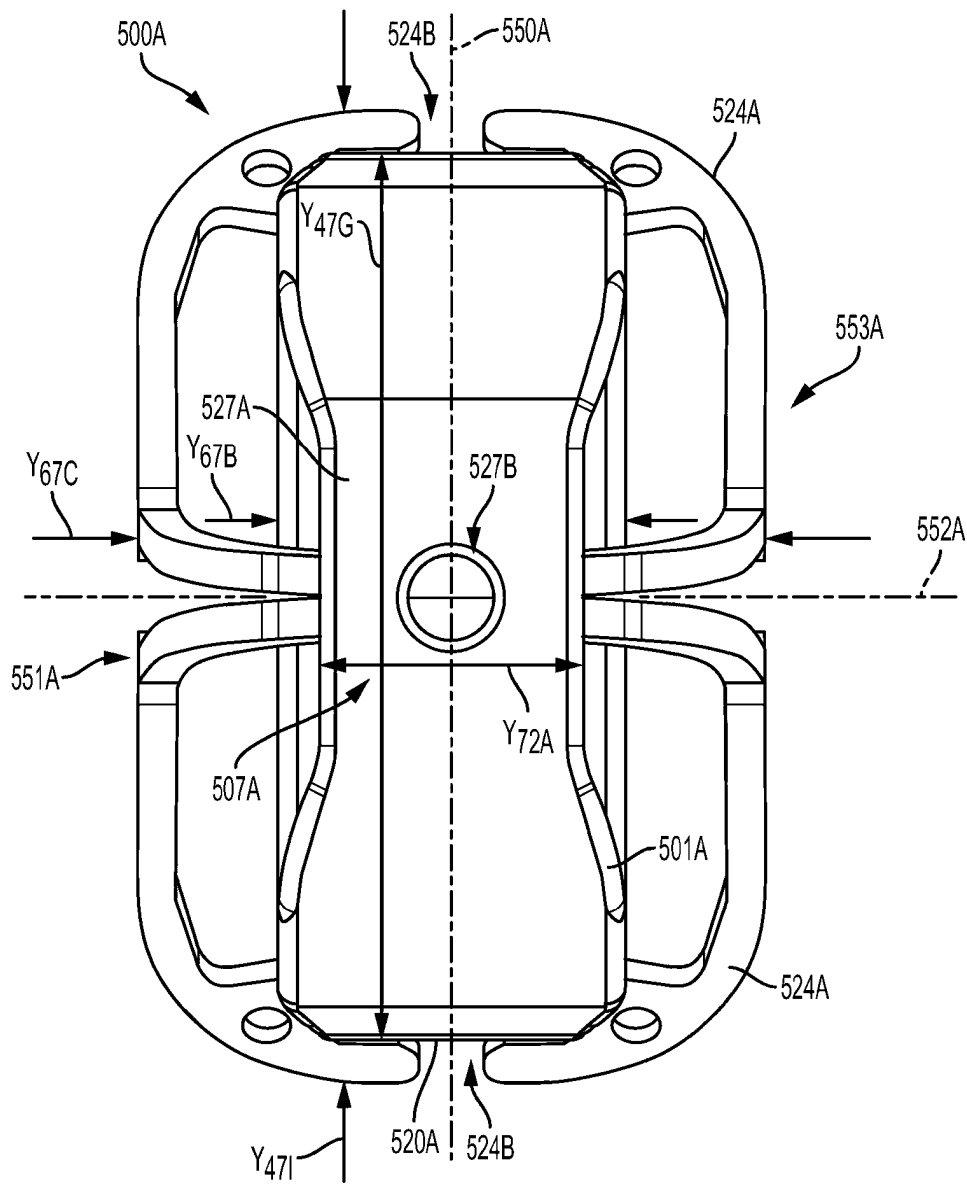


Fig. 72A

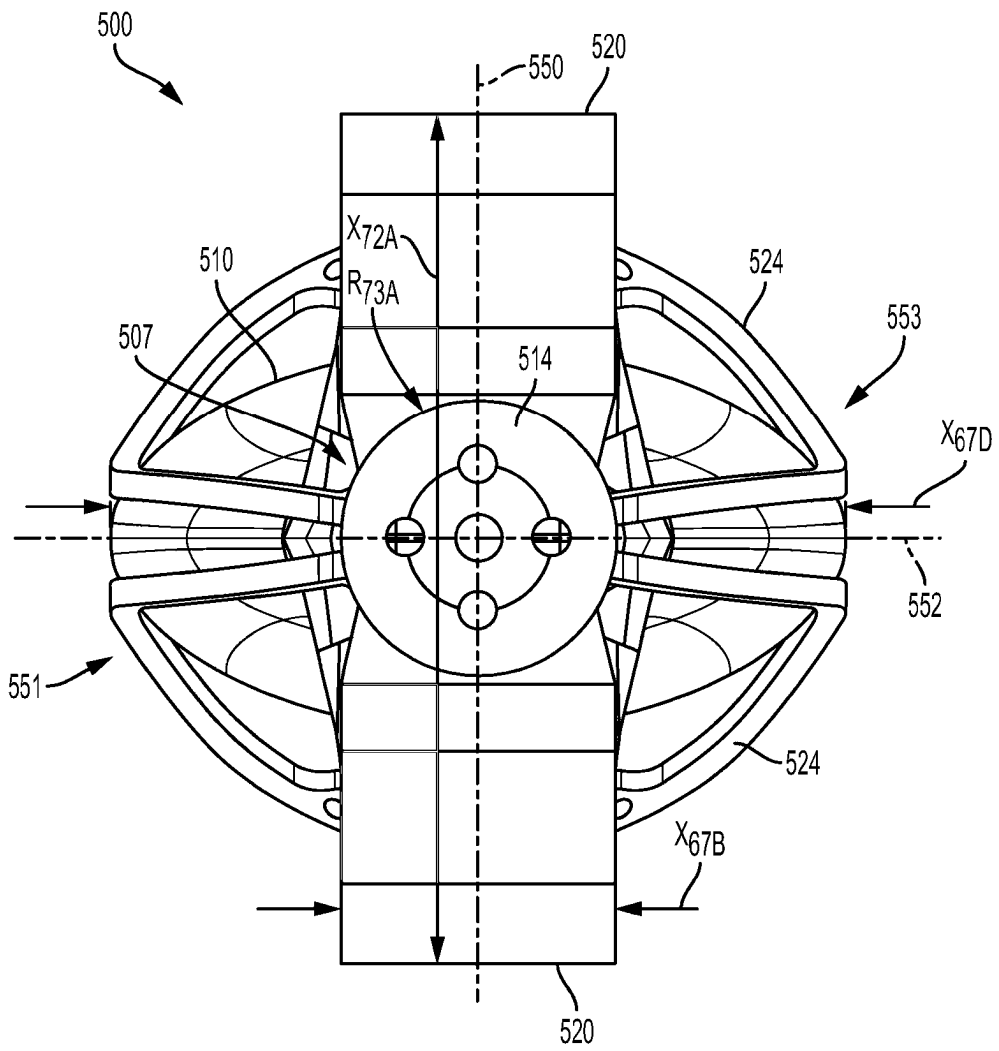


Fig. 73

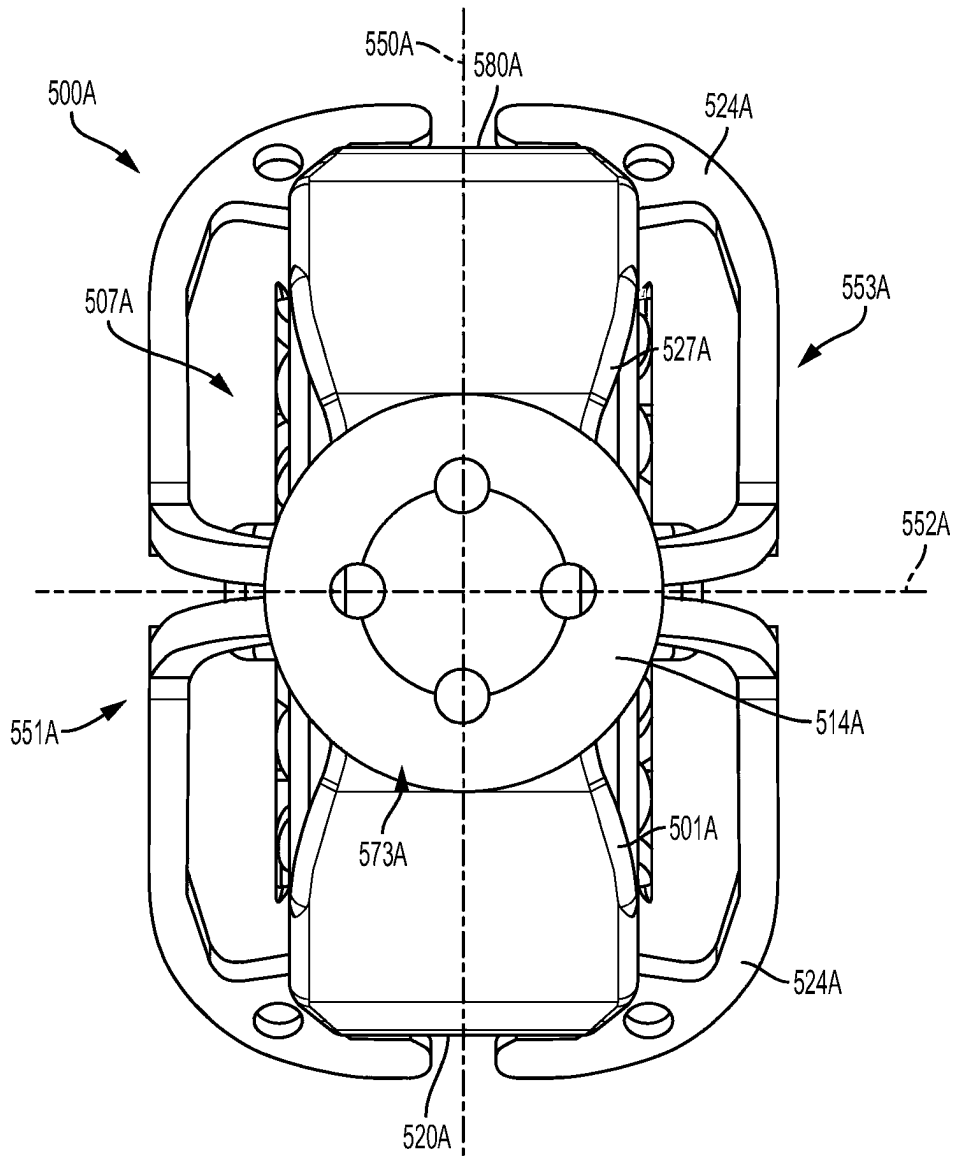
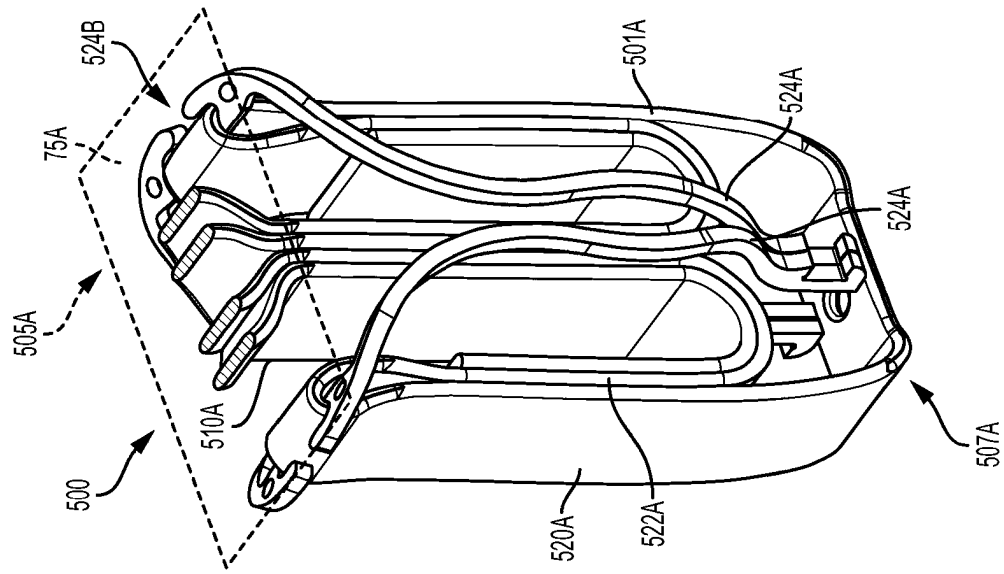
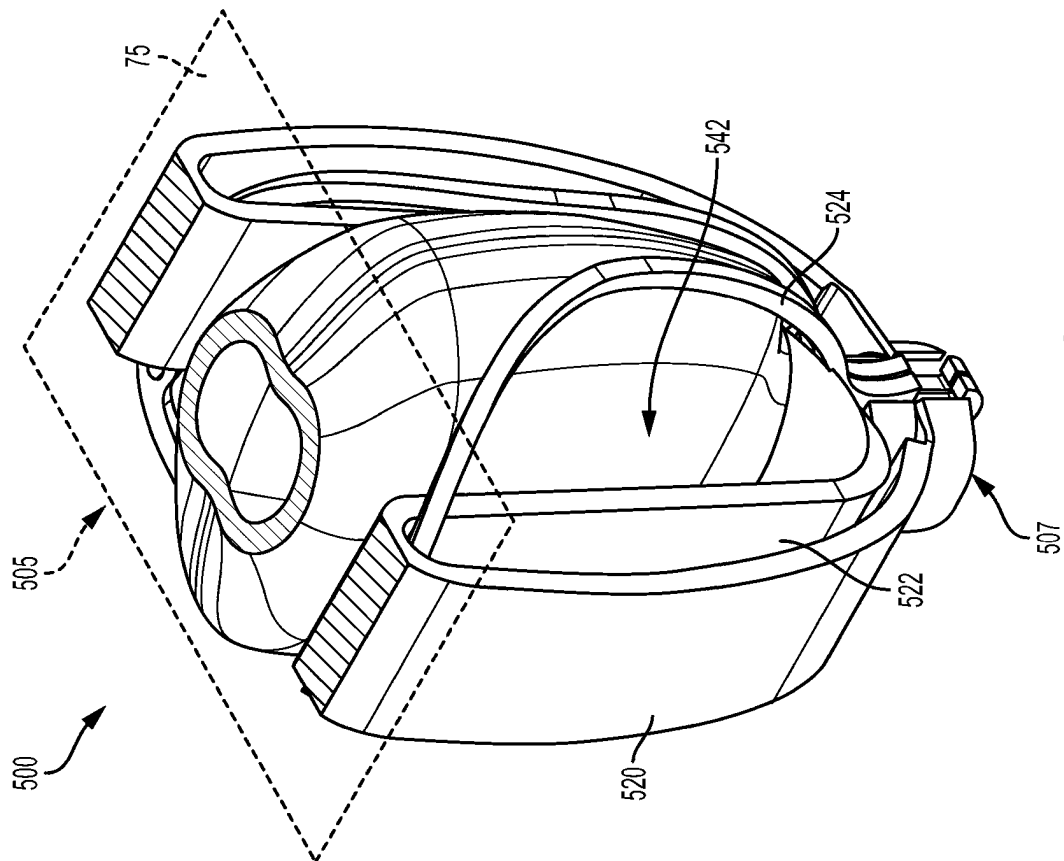
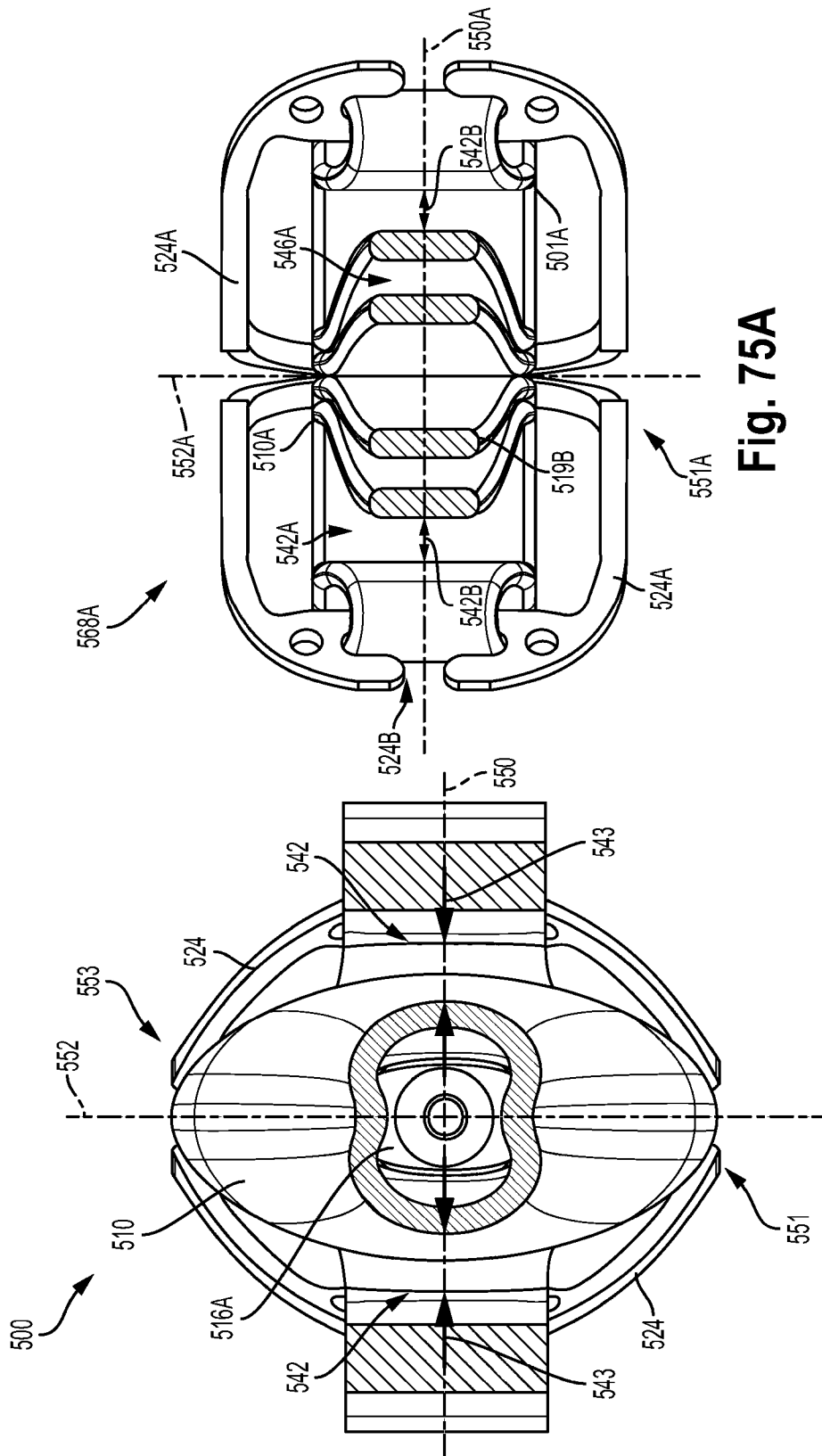
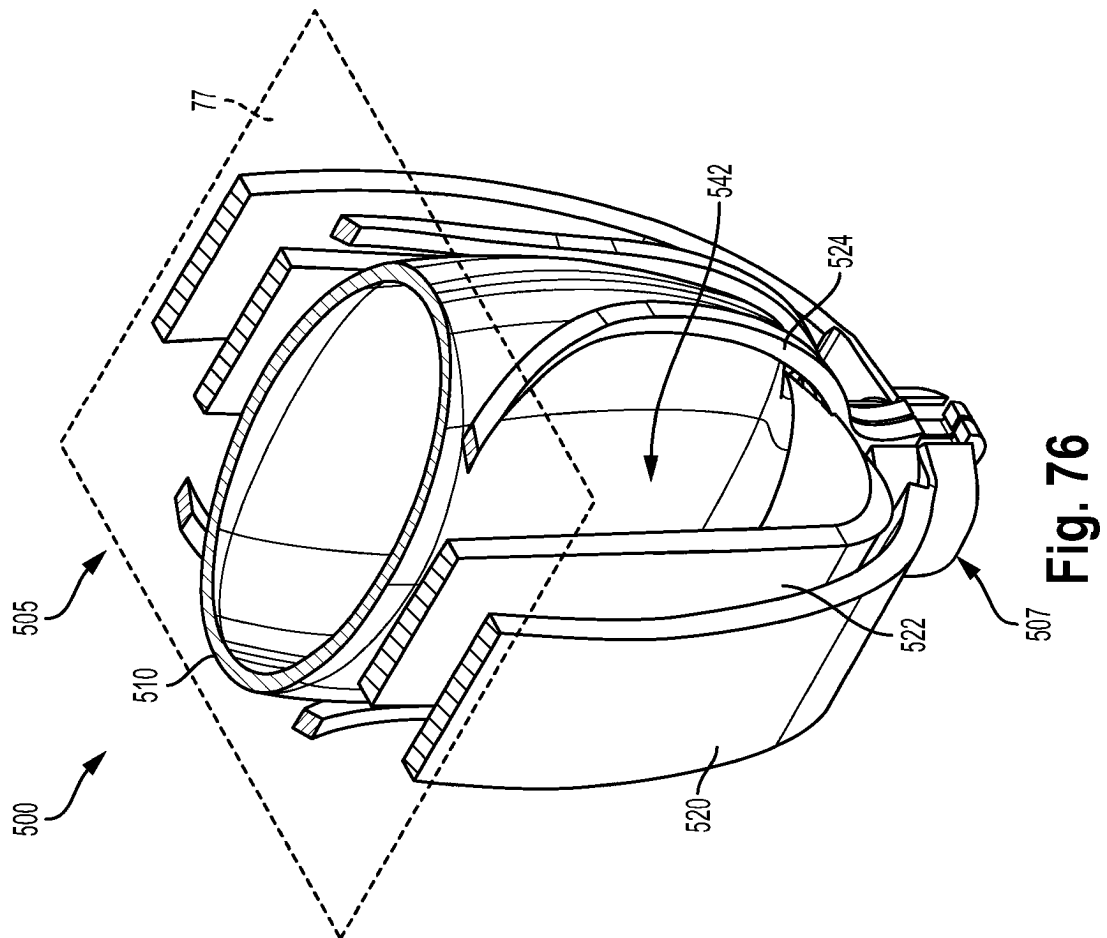
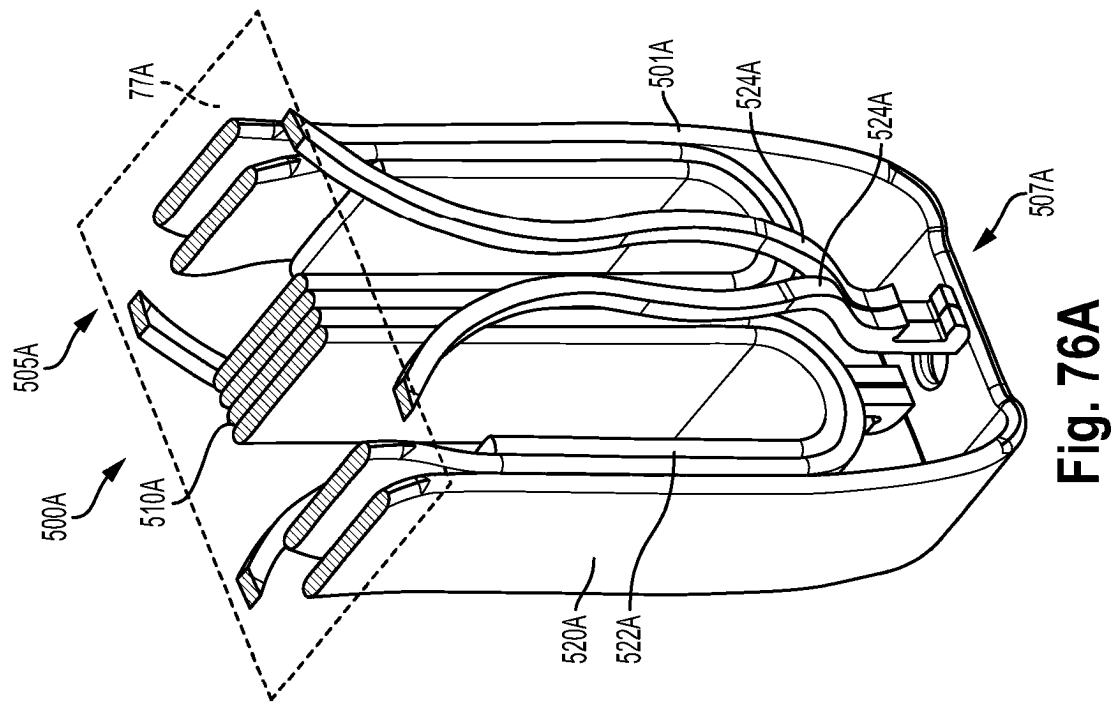


Fig. 73A







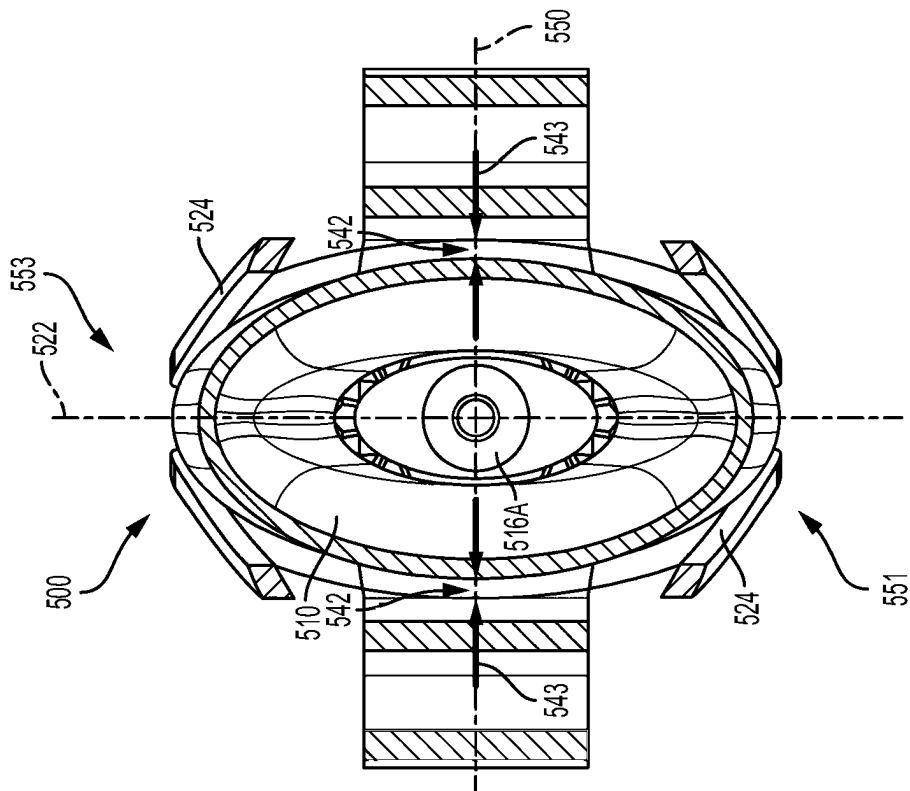


Fig. 77

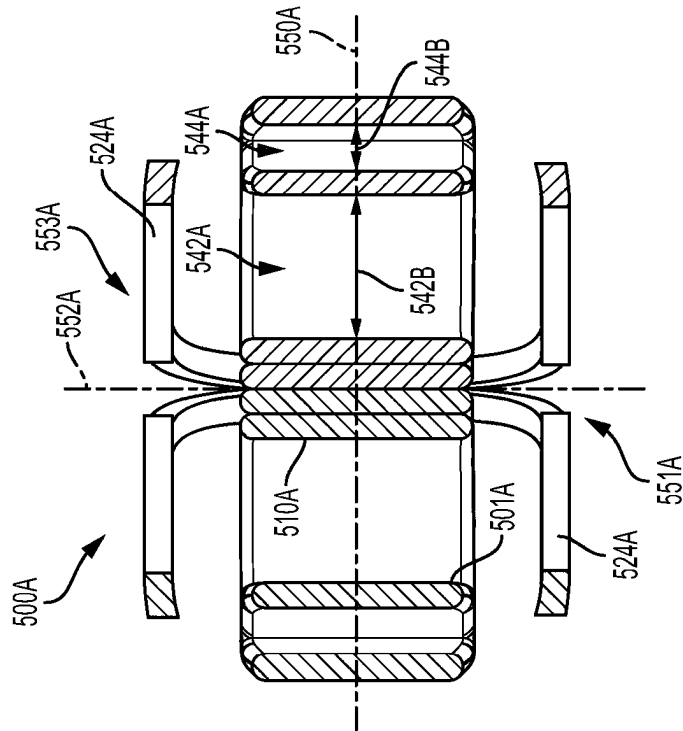
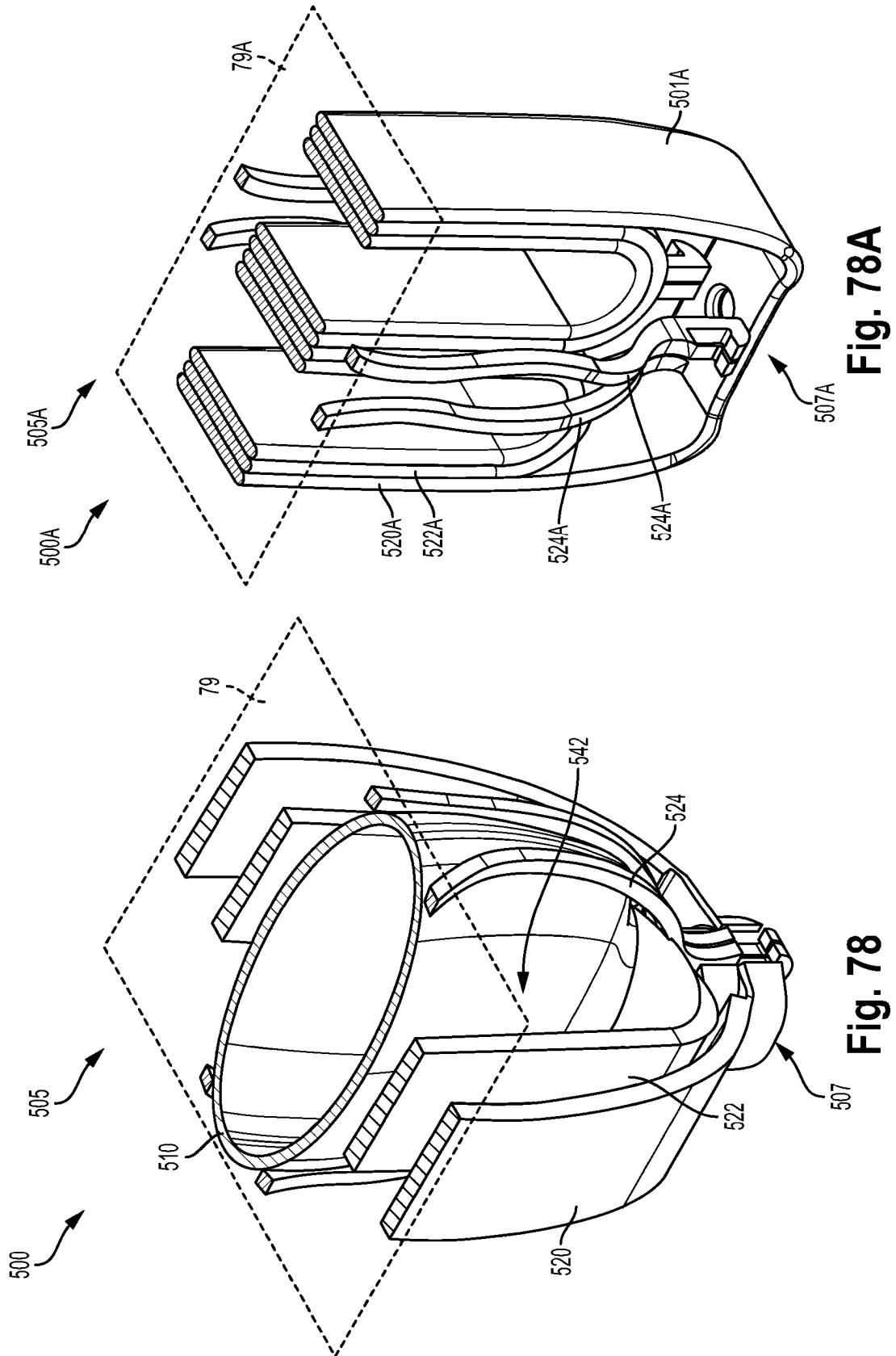


Fig. 77A



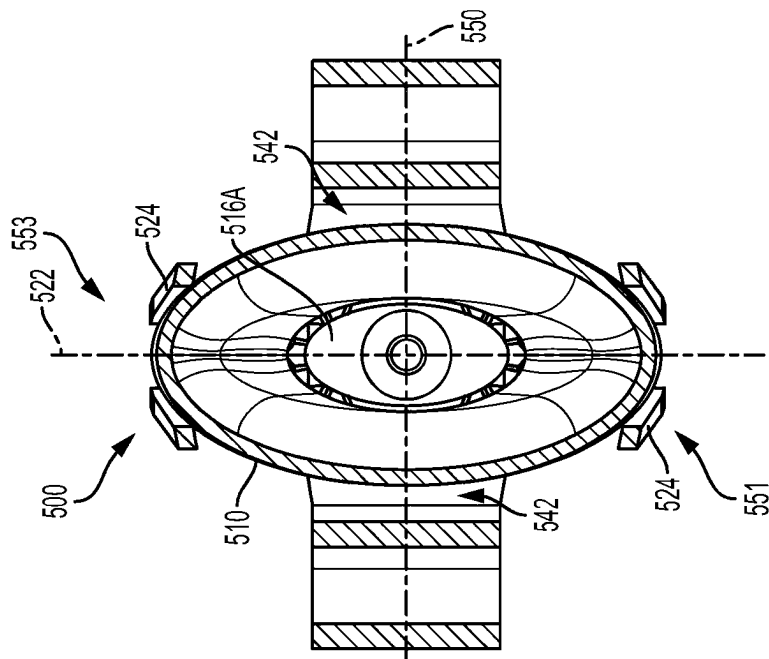


Fig. 79

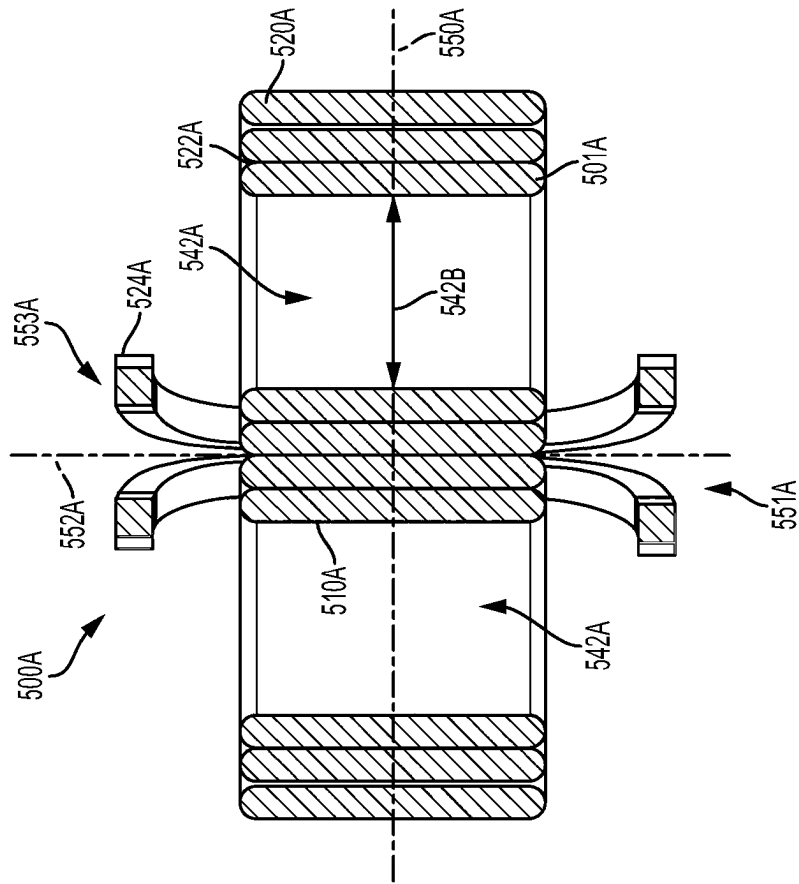


Fig. 79A

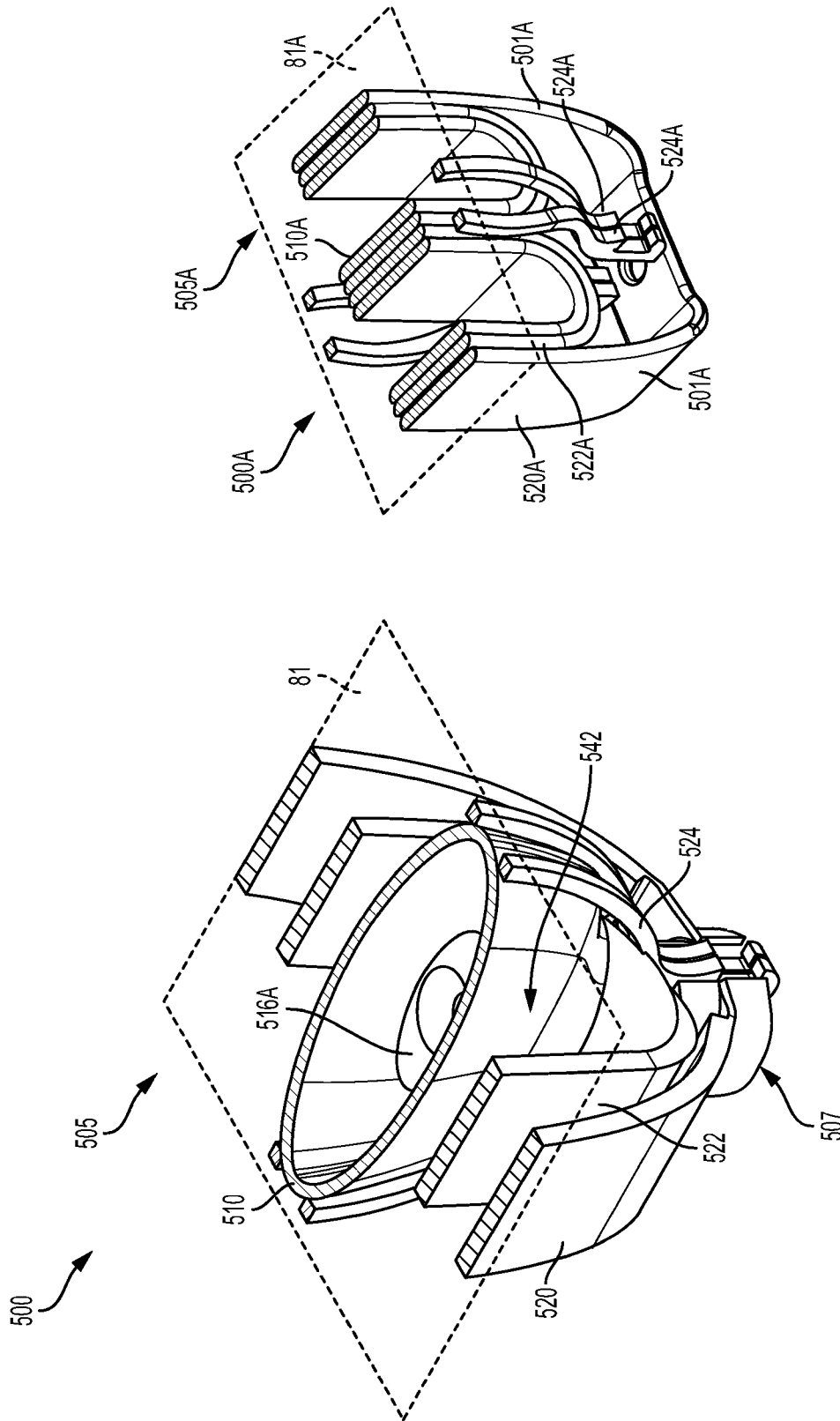


Fig. 80A

Fig. 80

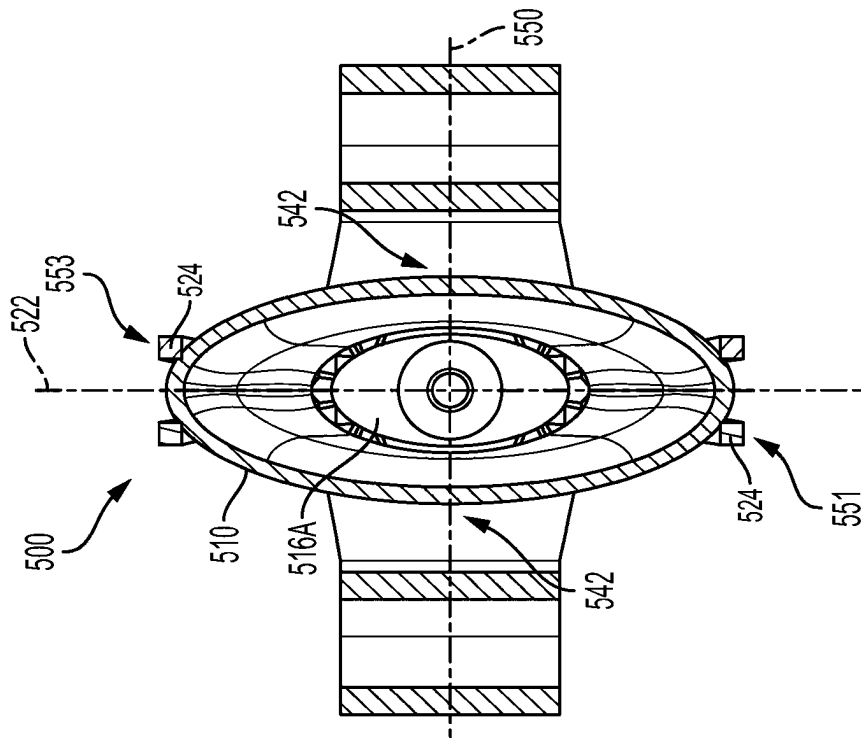


Fig. 81

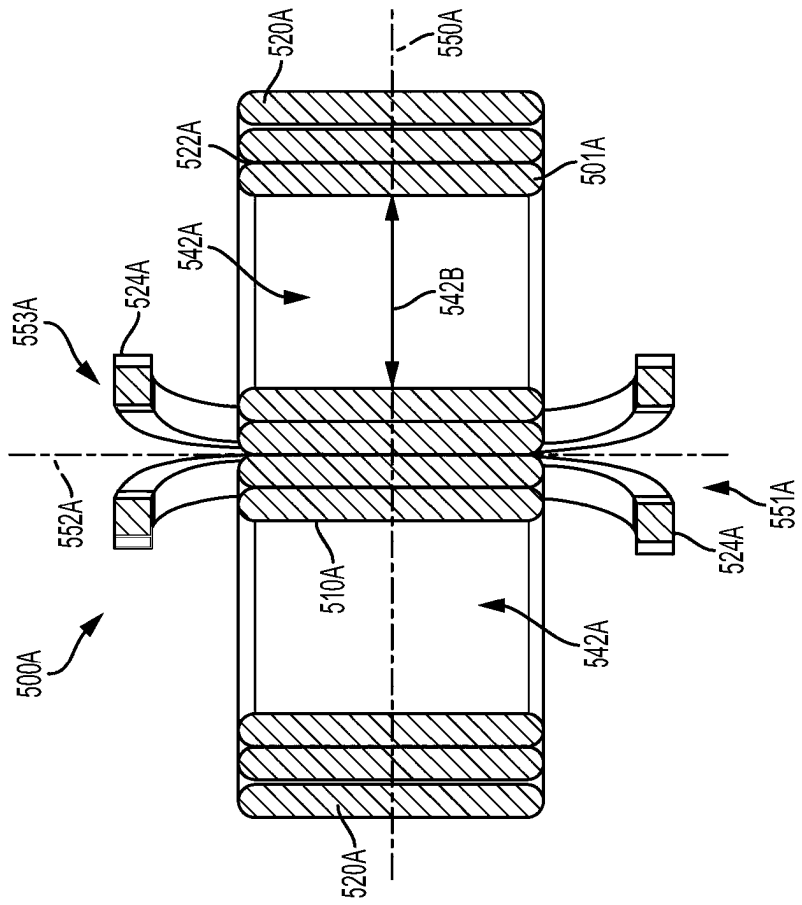


Fig. 81A

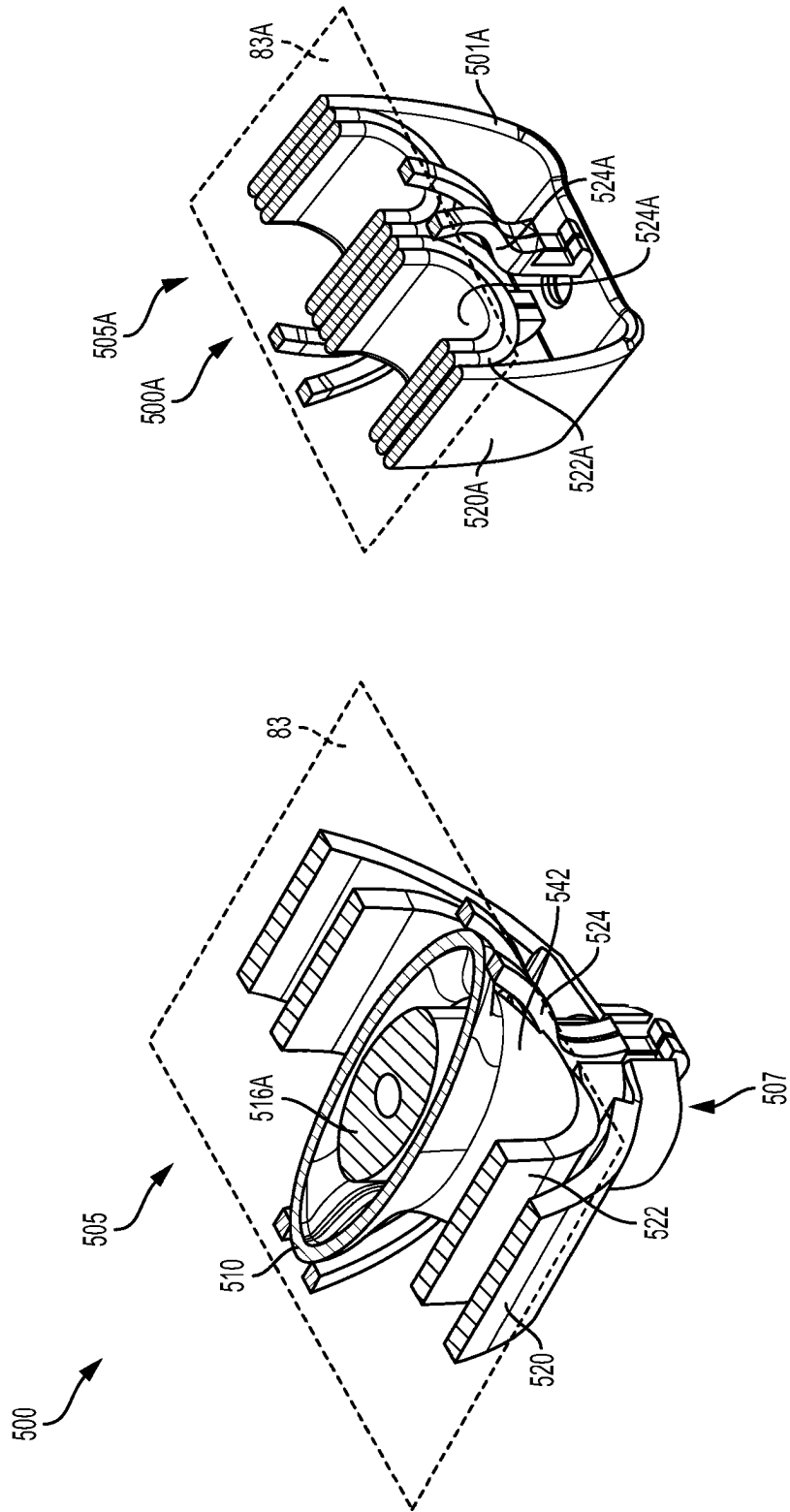


Fig. 82A

Fig. 82

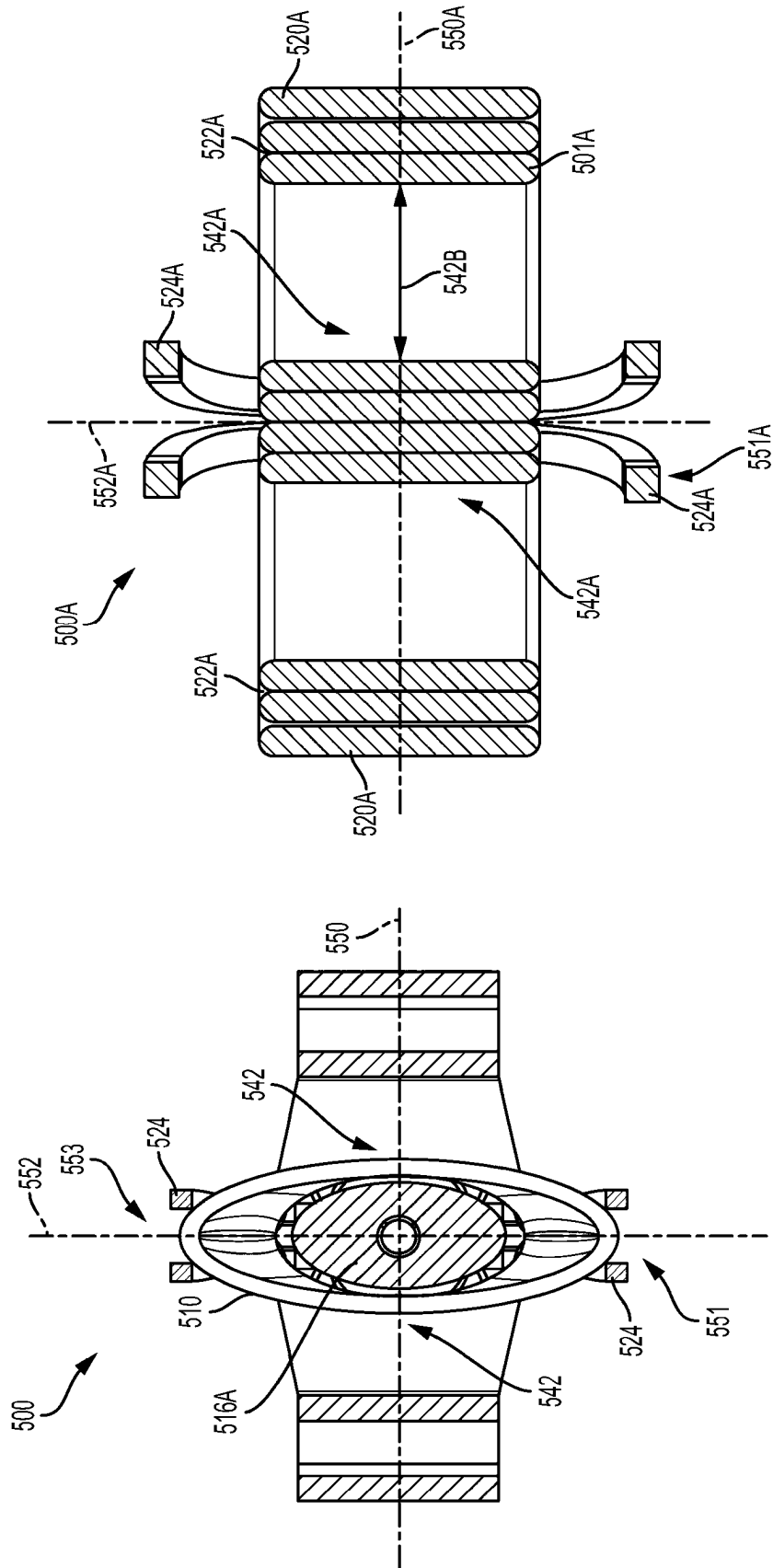


Fig. 83

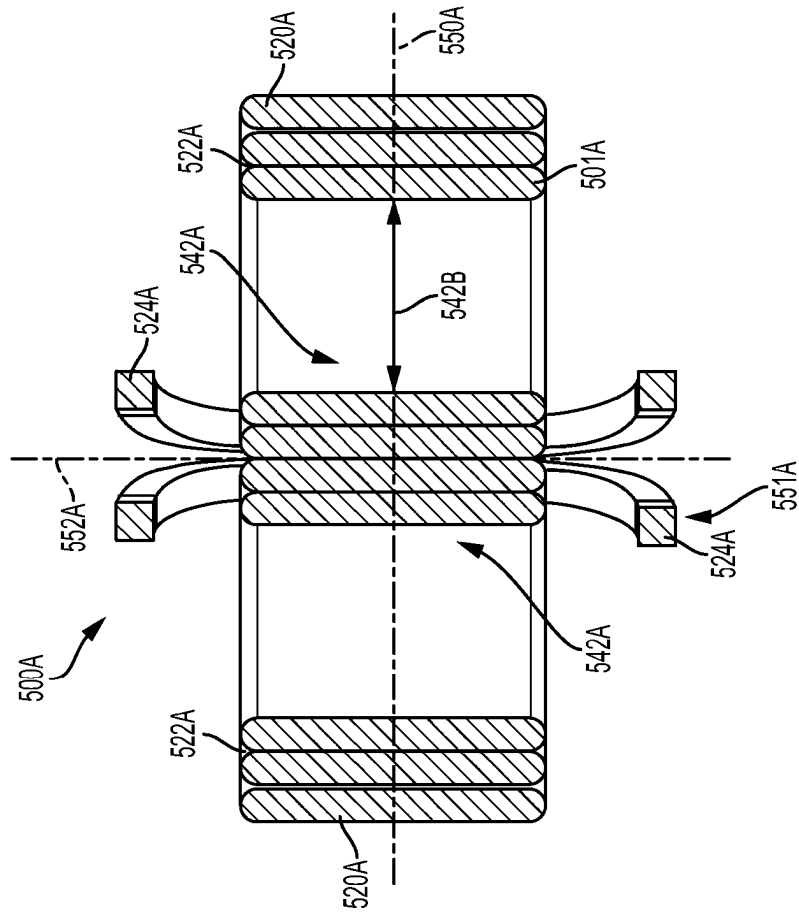
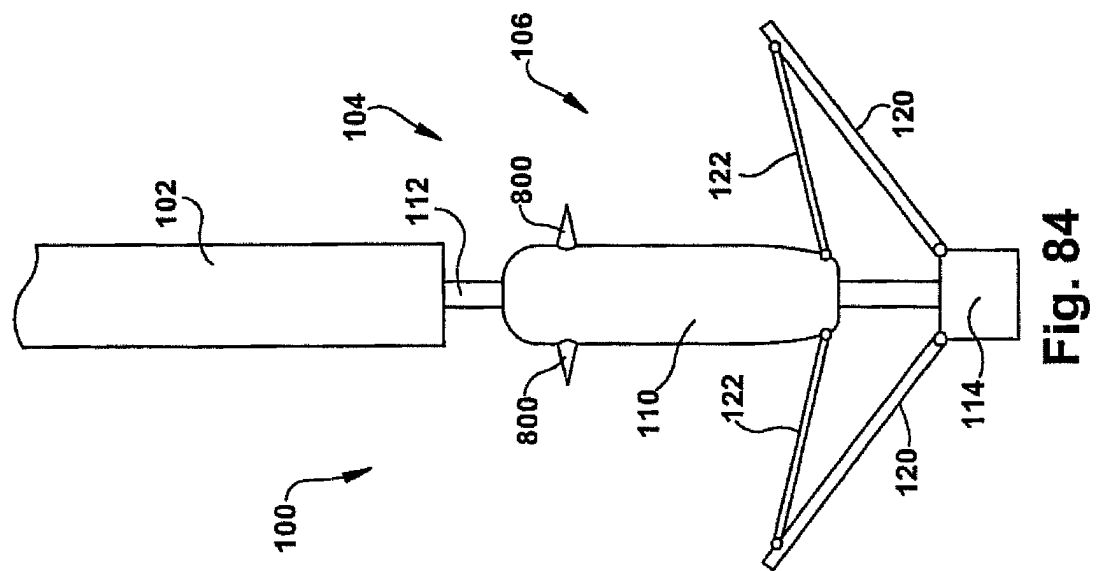
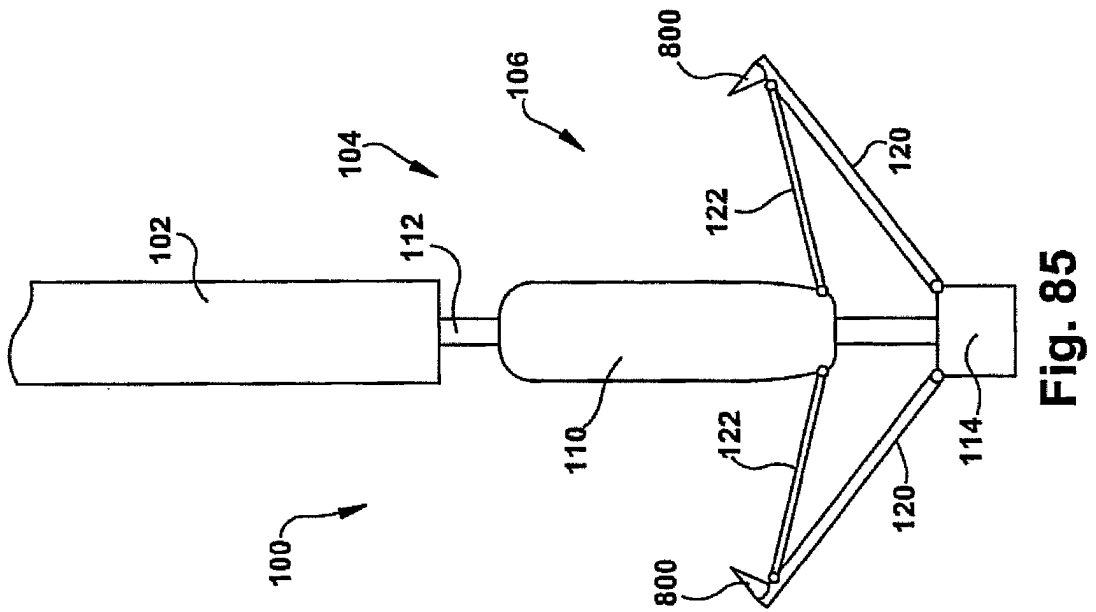


Fig. 83A



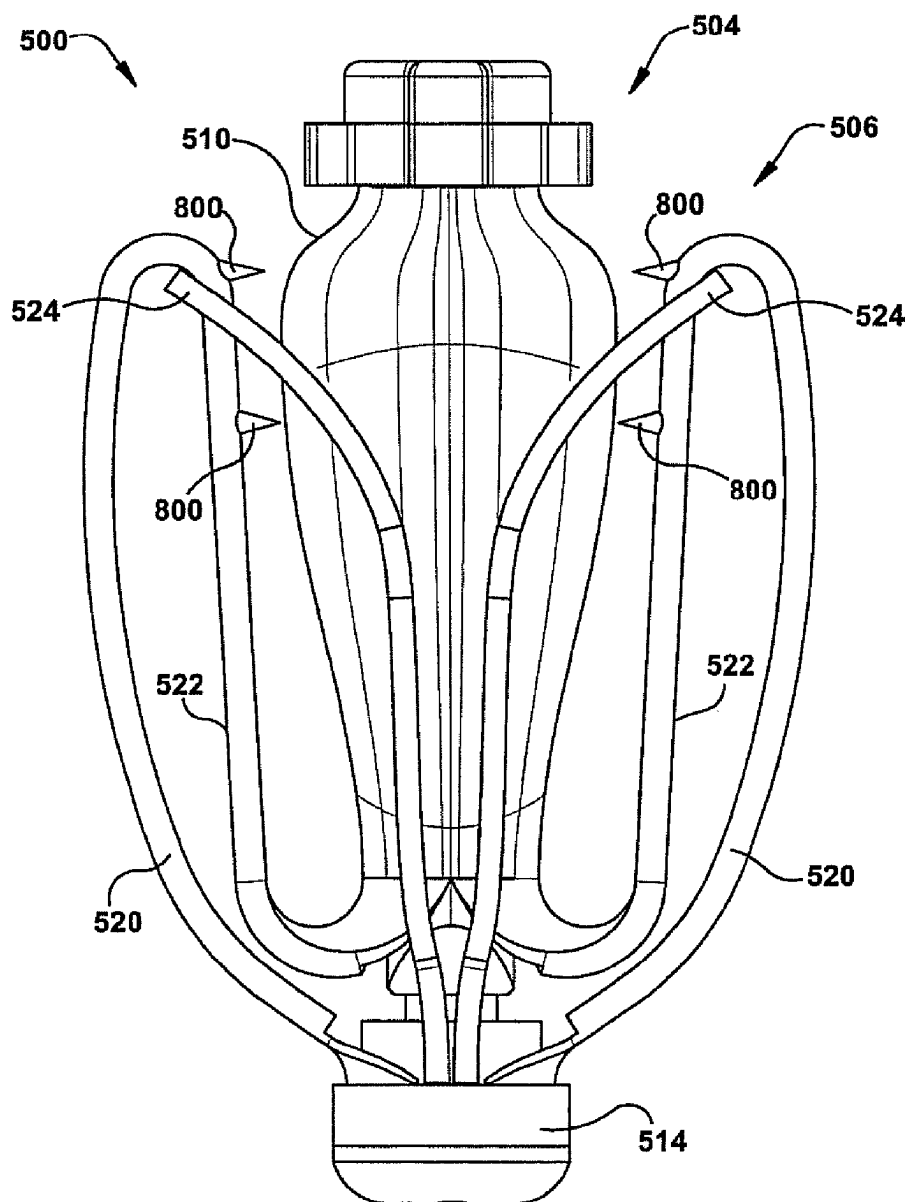


Fig. 86

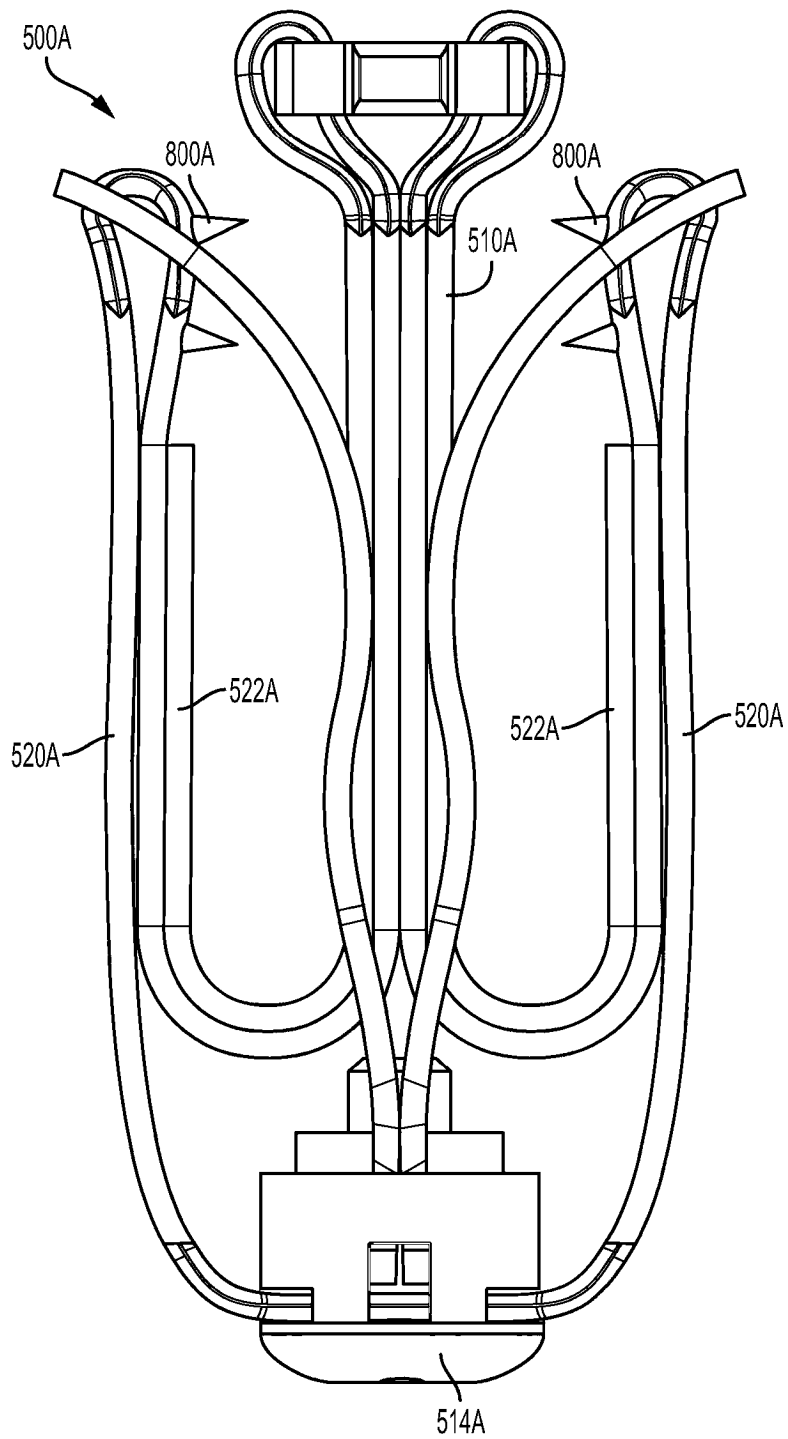


Fig. 86A

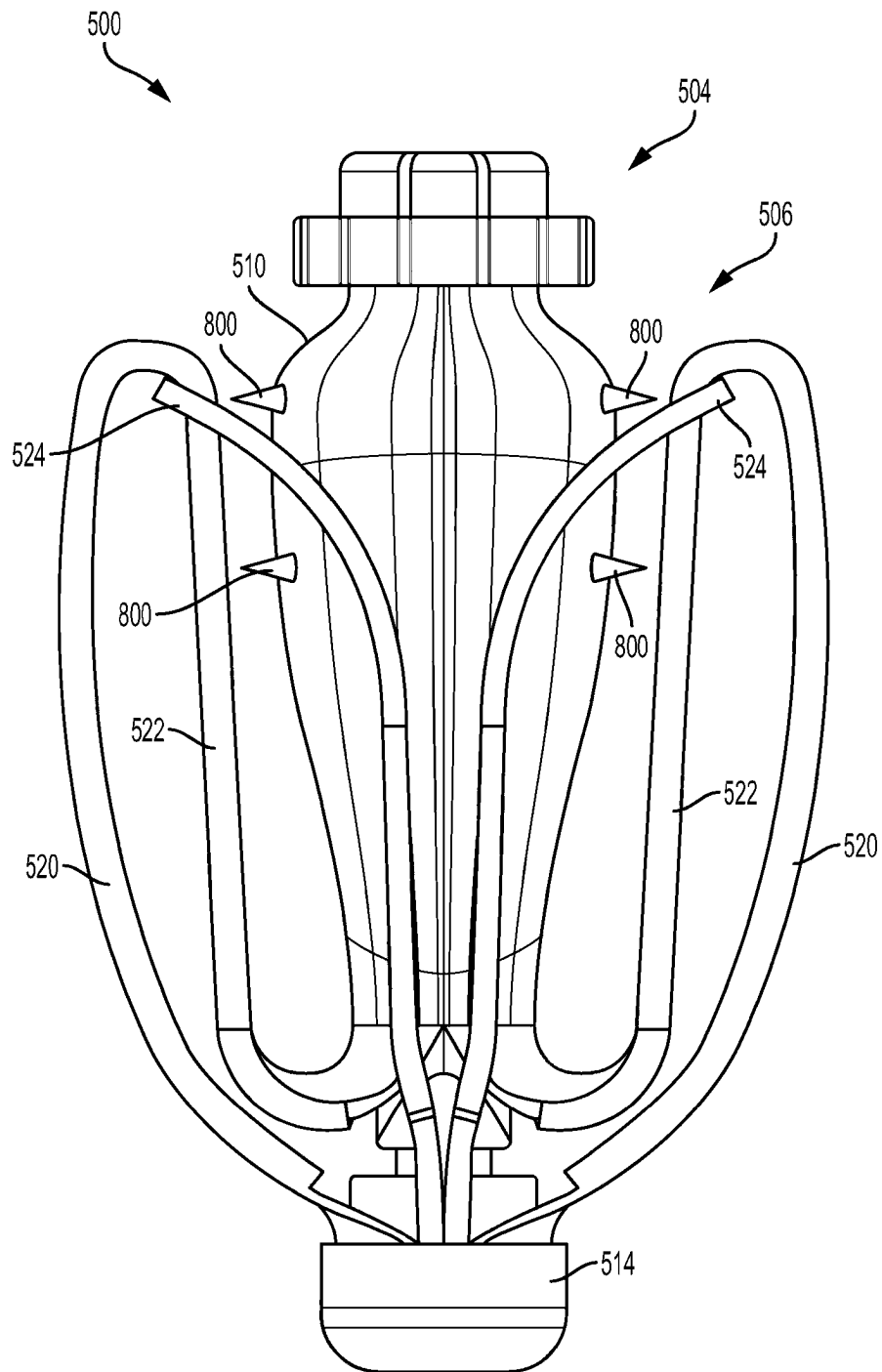


Fig. 87

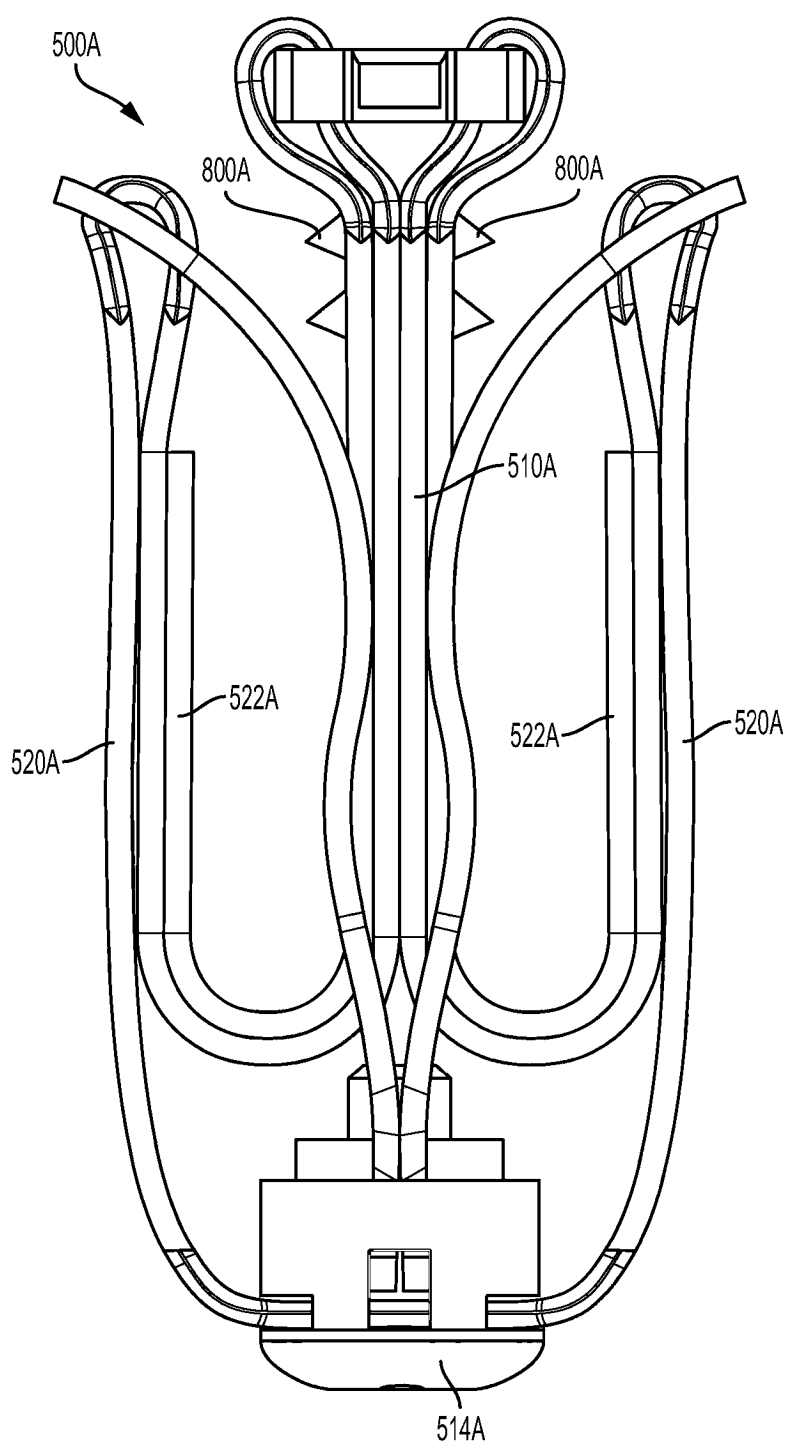


Fig. 87A

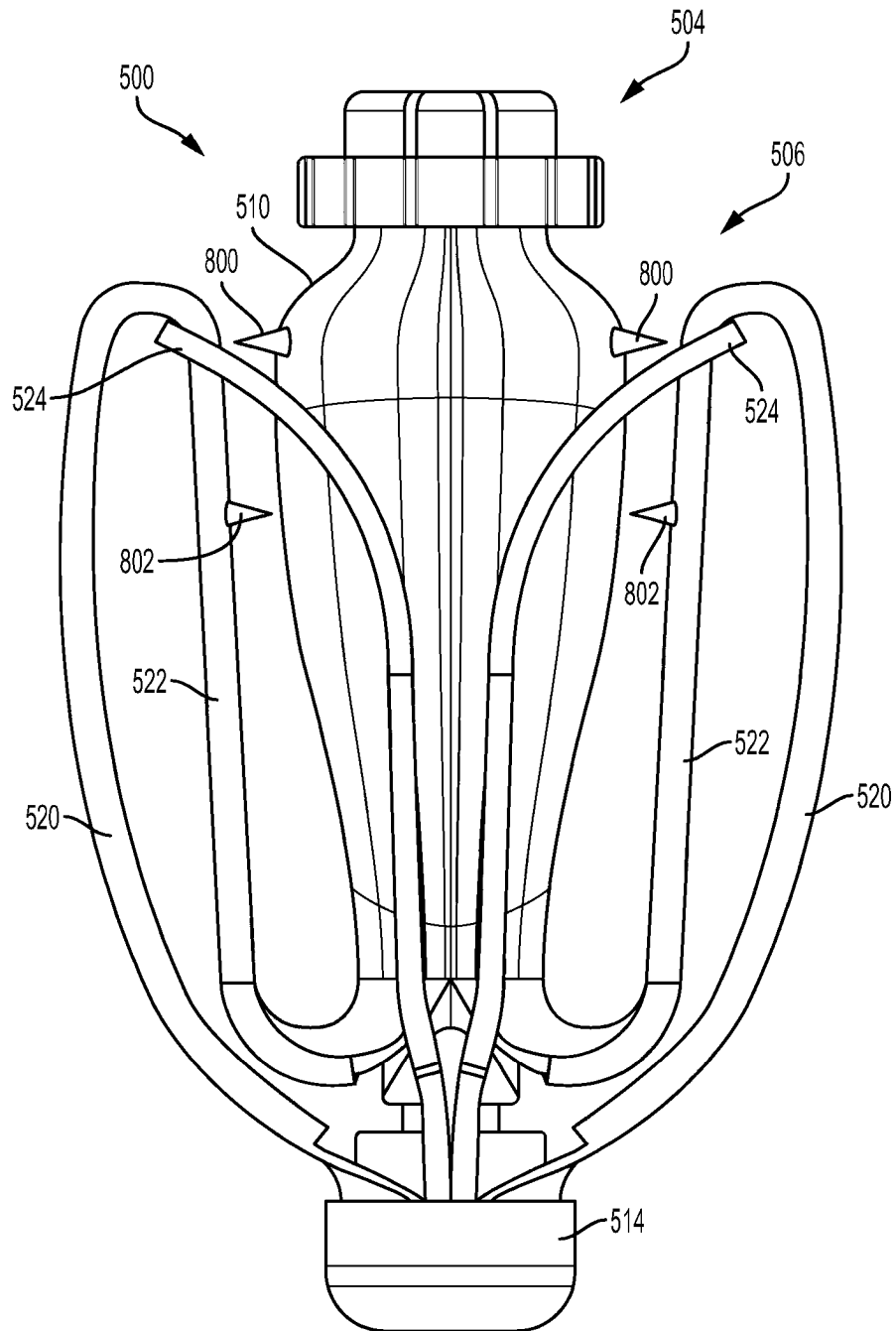


Fig. 88

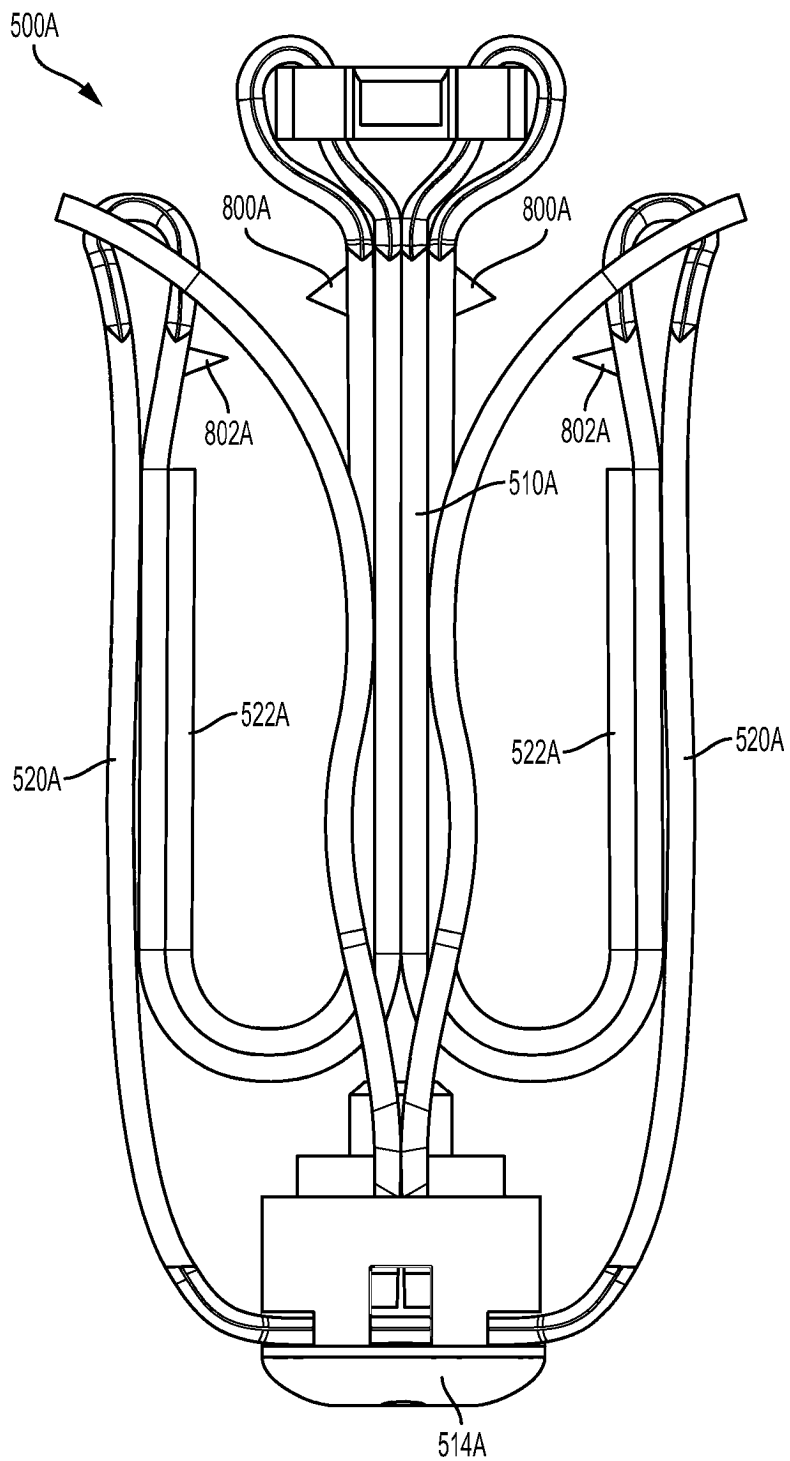


Fig. 88A

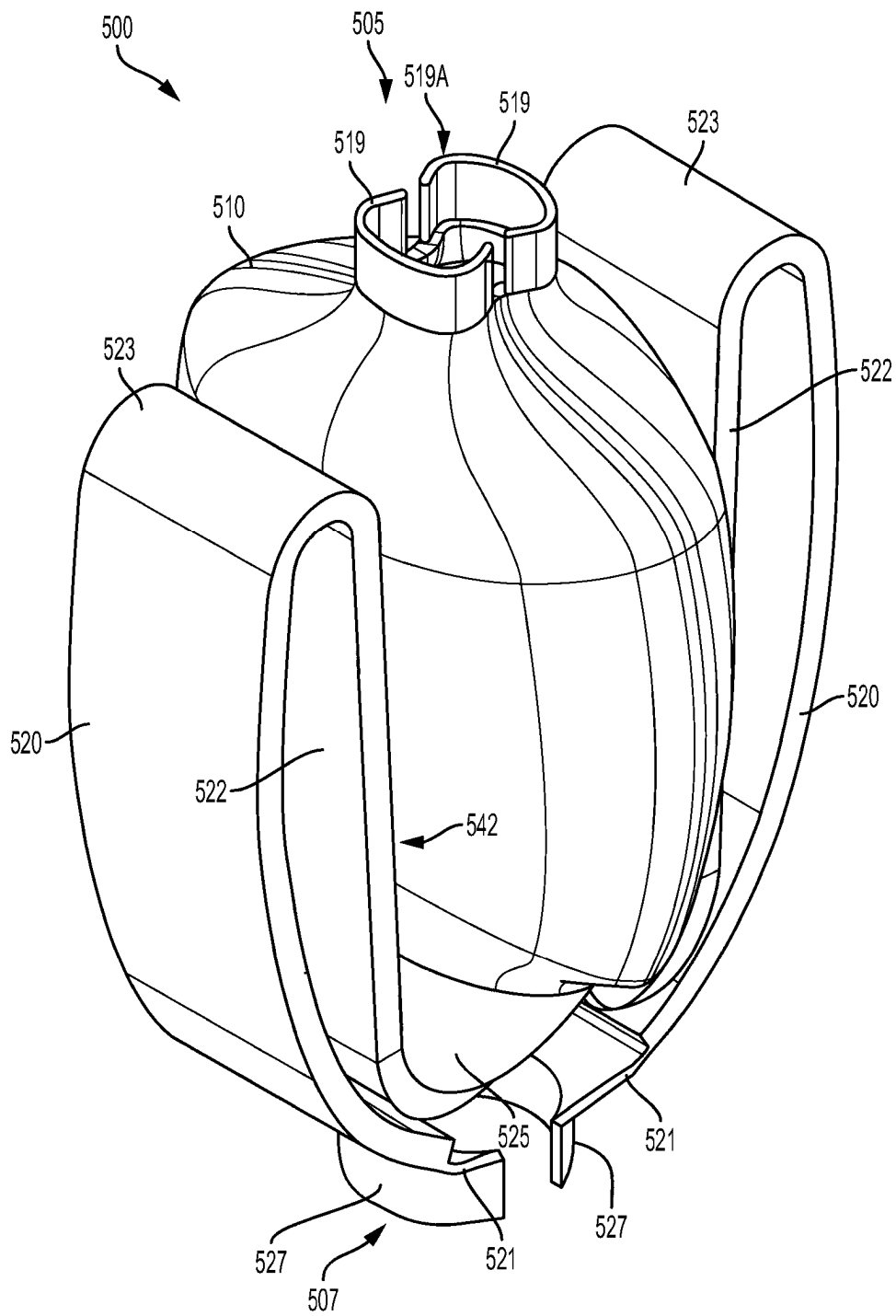


Fig. 89

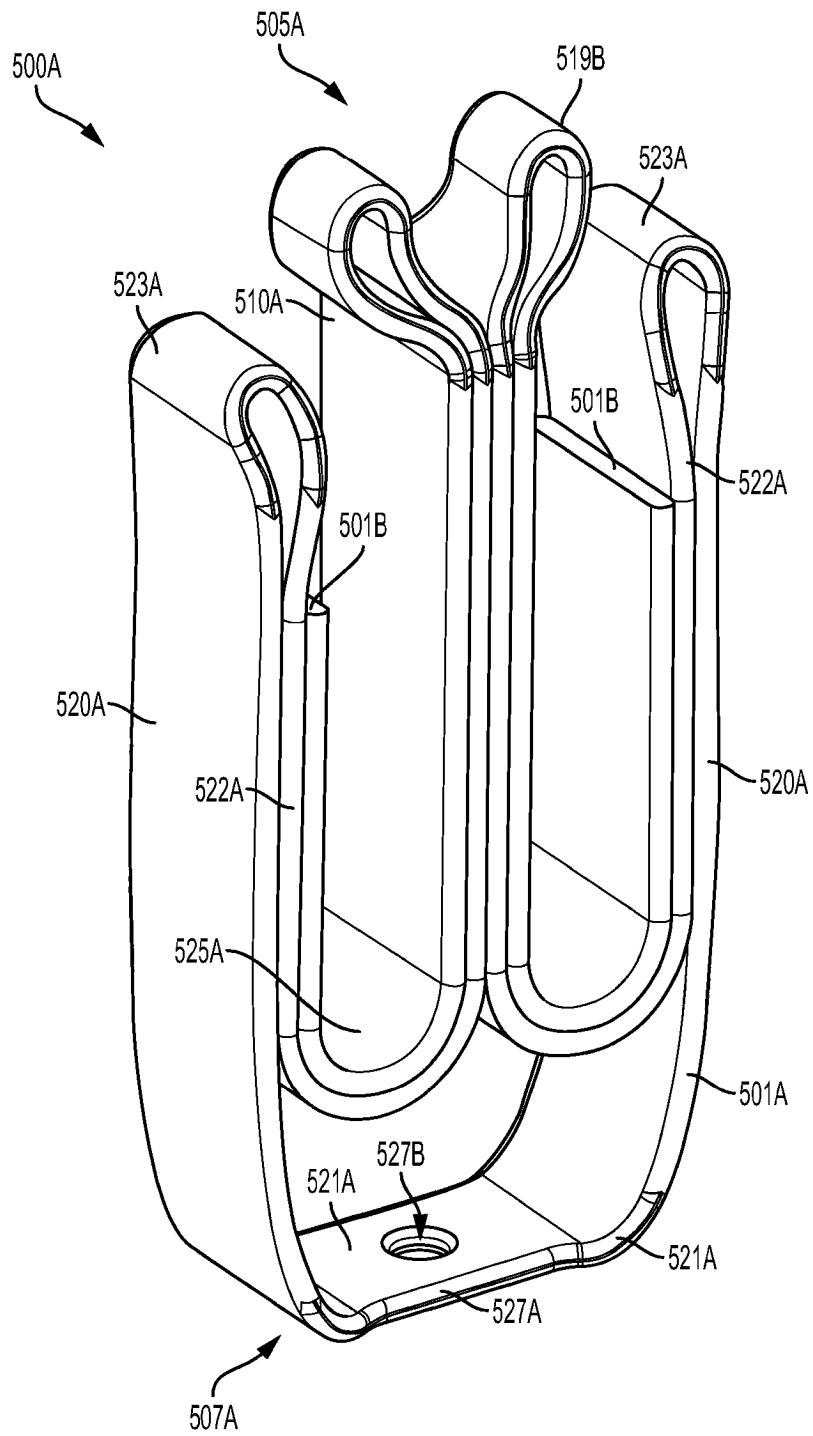


Fig. 89A

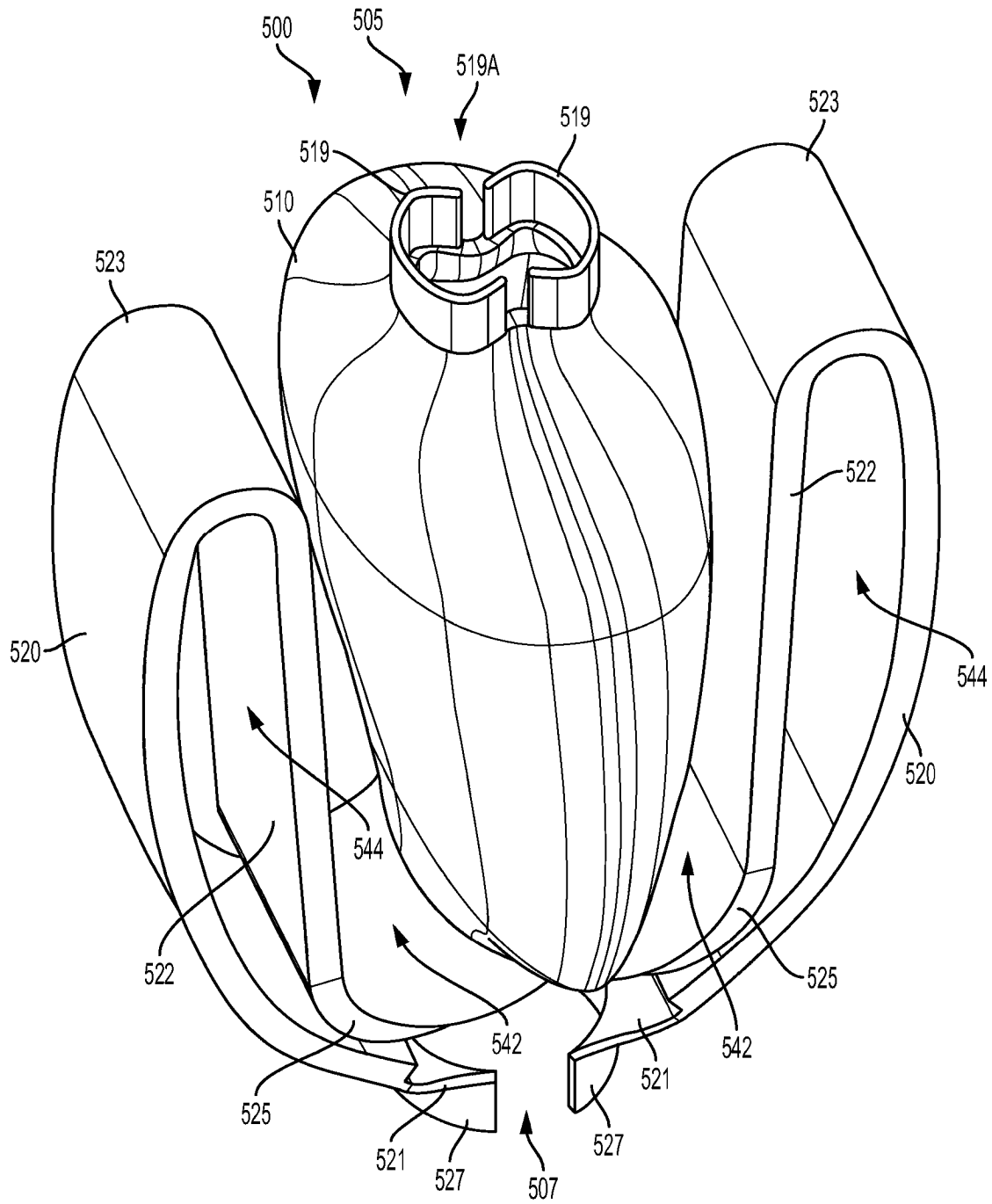


Fig. 90

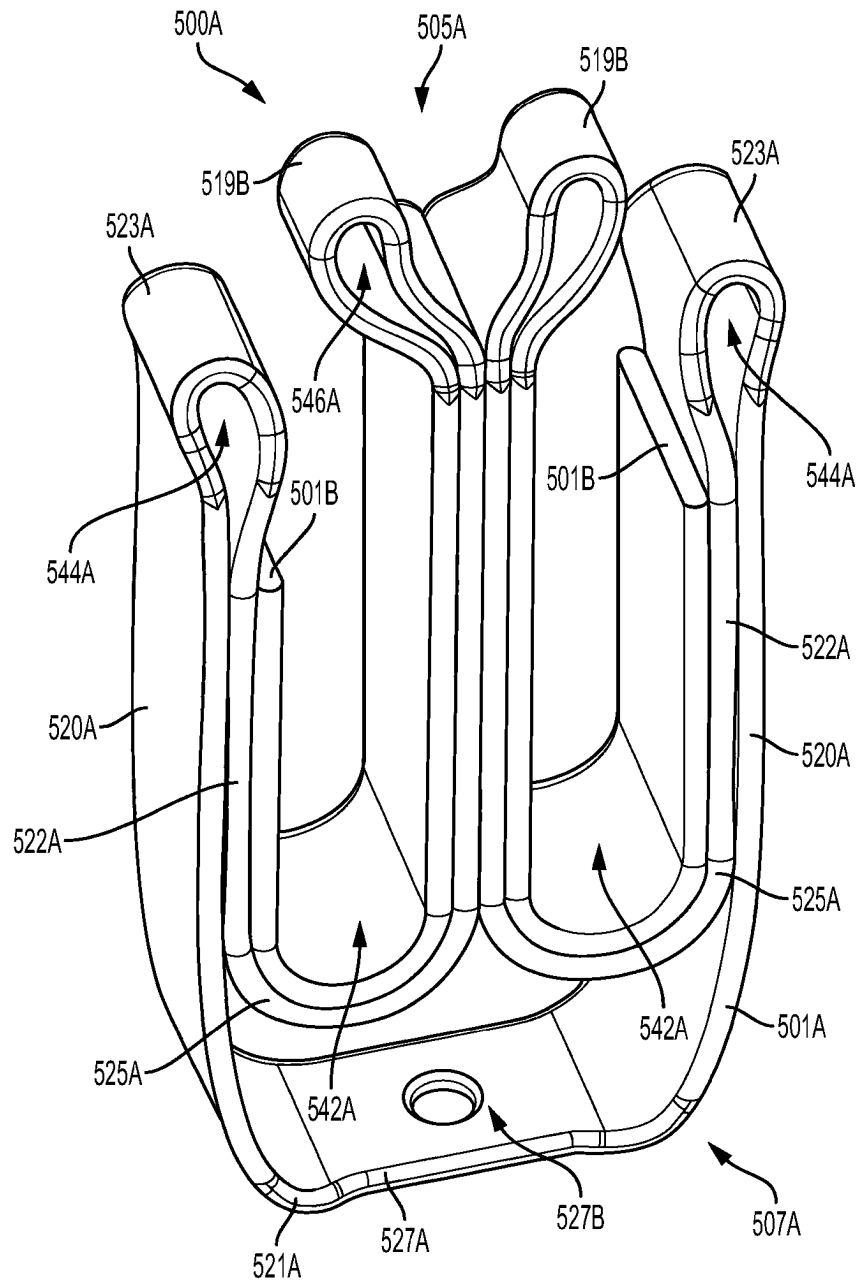
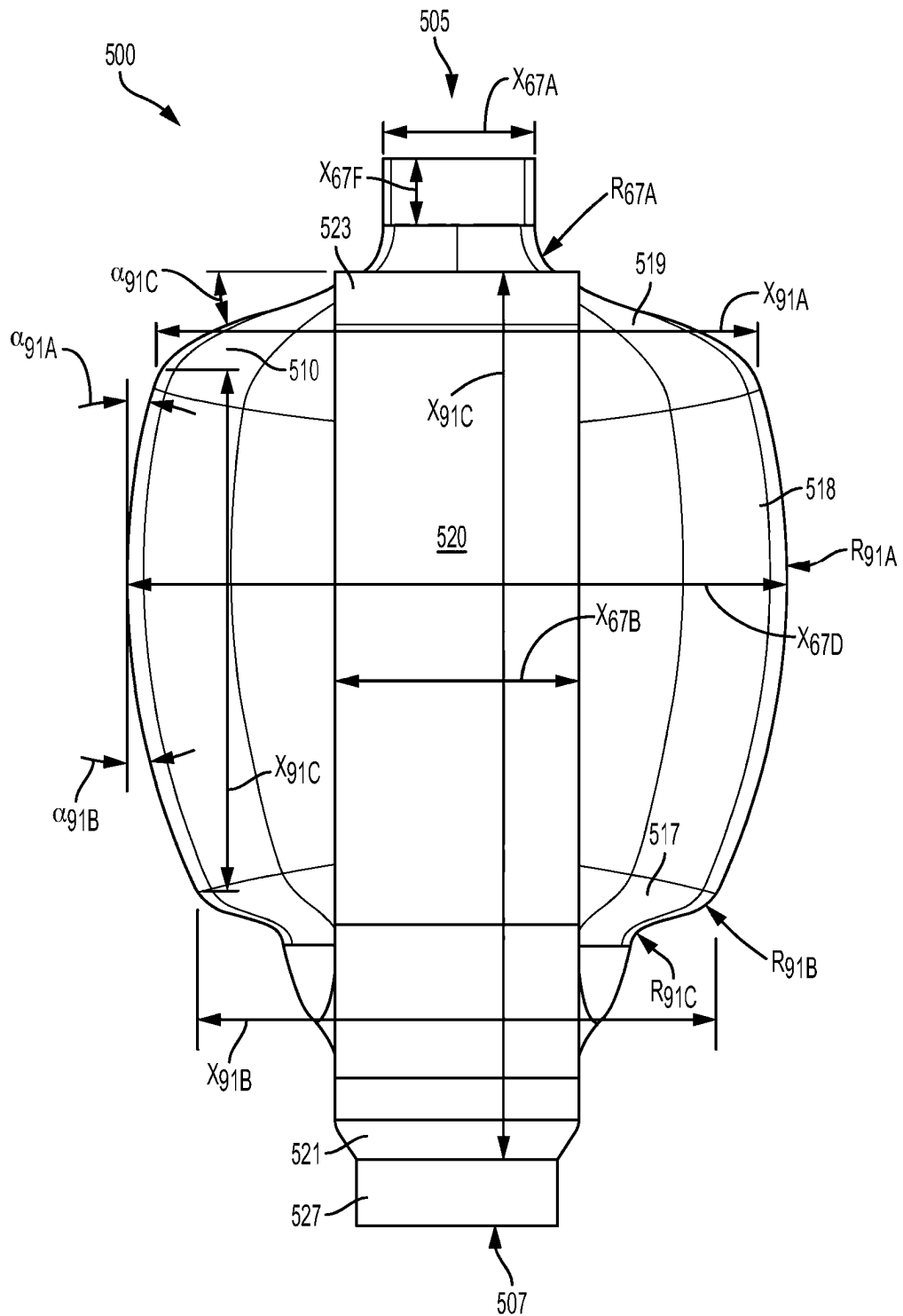


Fig. 90A

**Fig. 91**

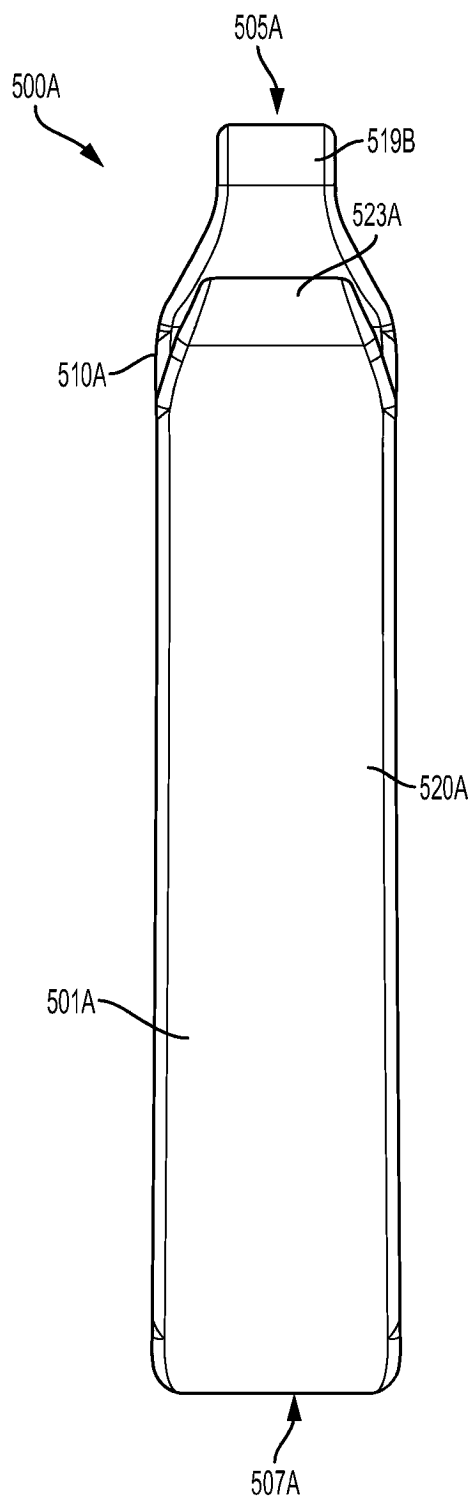


Fig. 91A

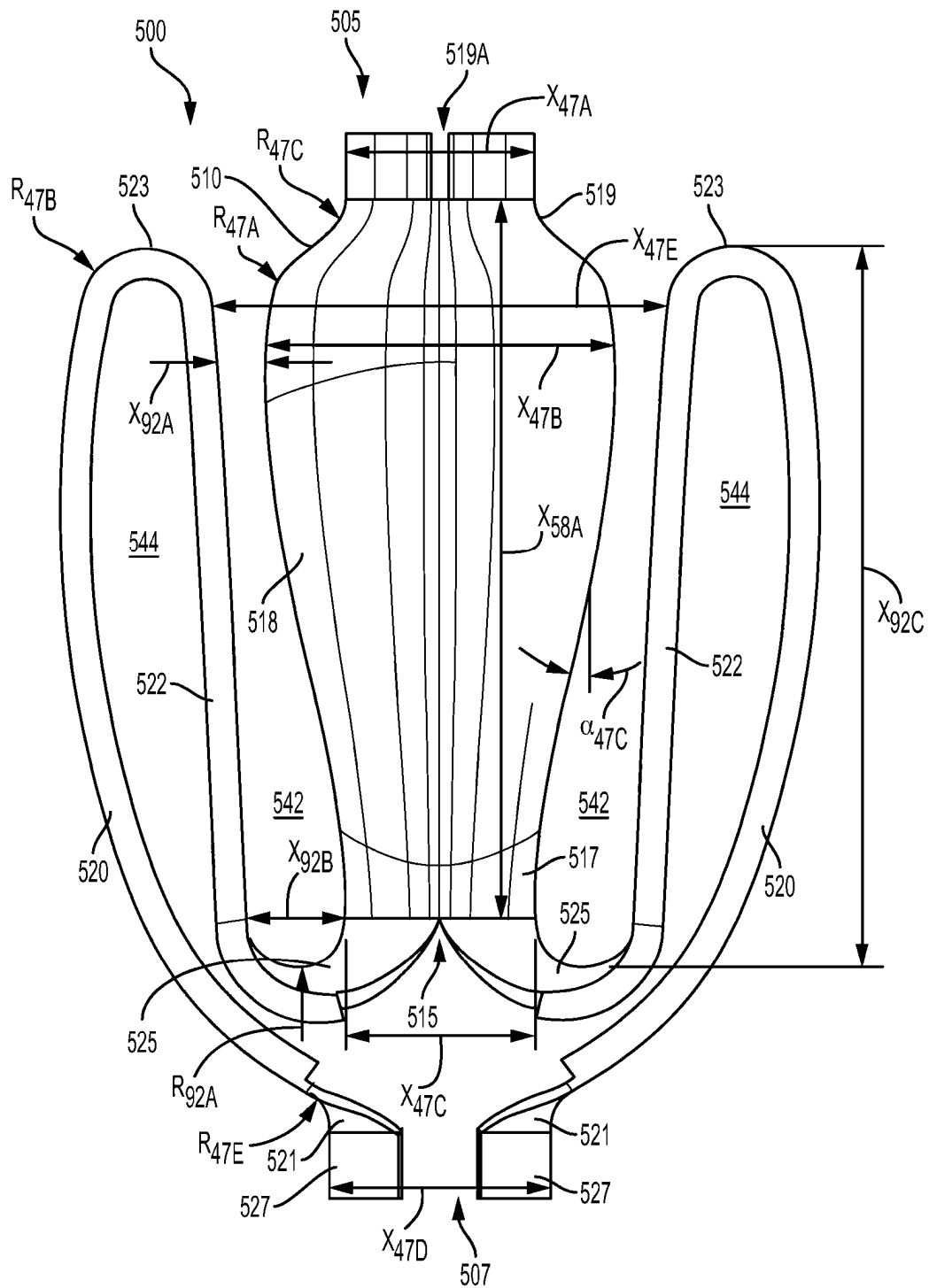


Fig. 92

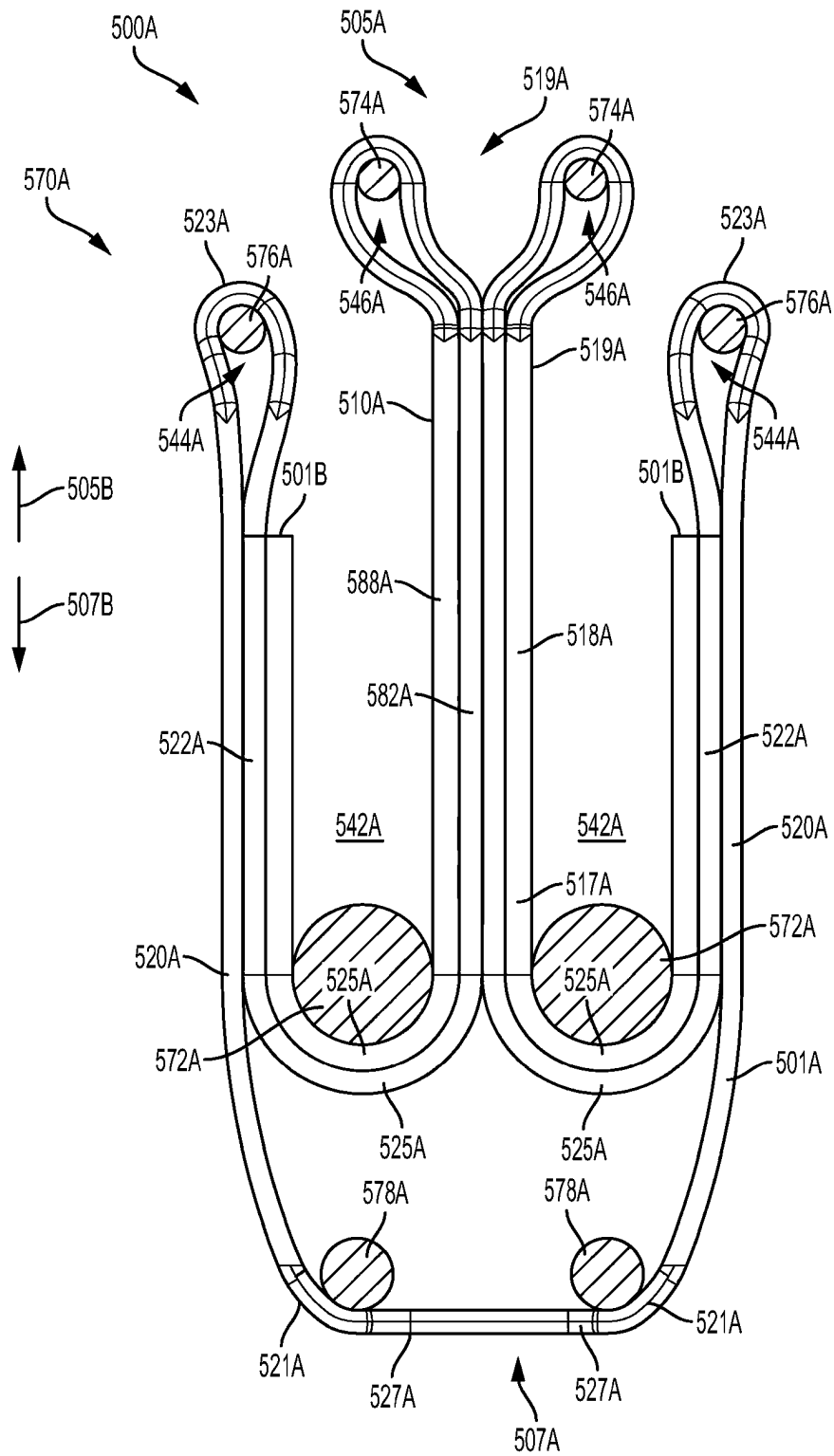


Fig. 92A

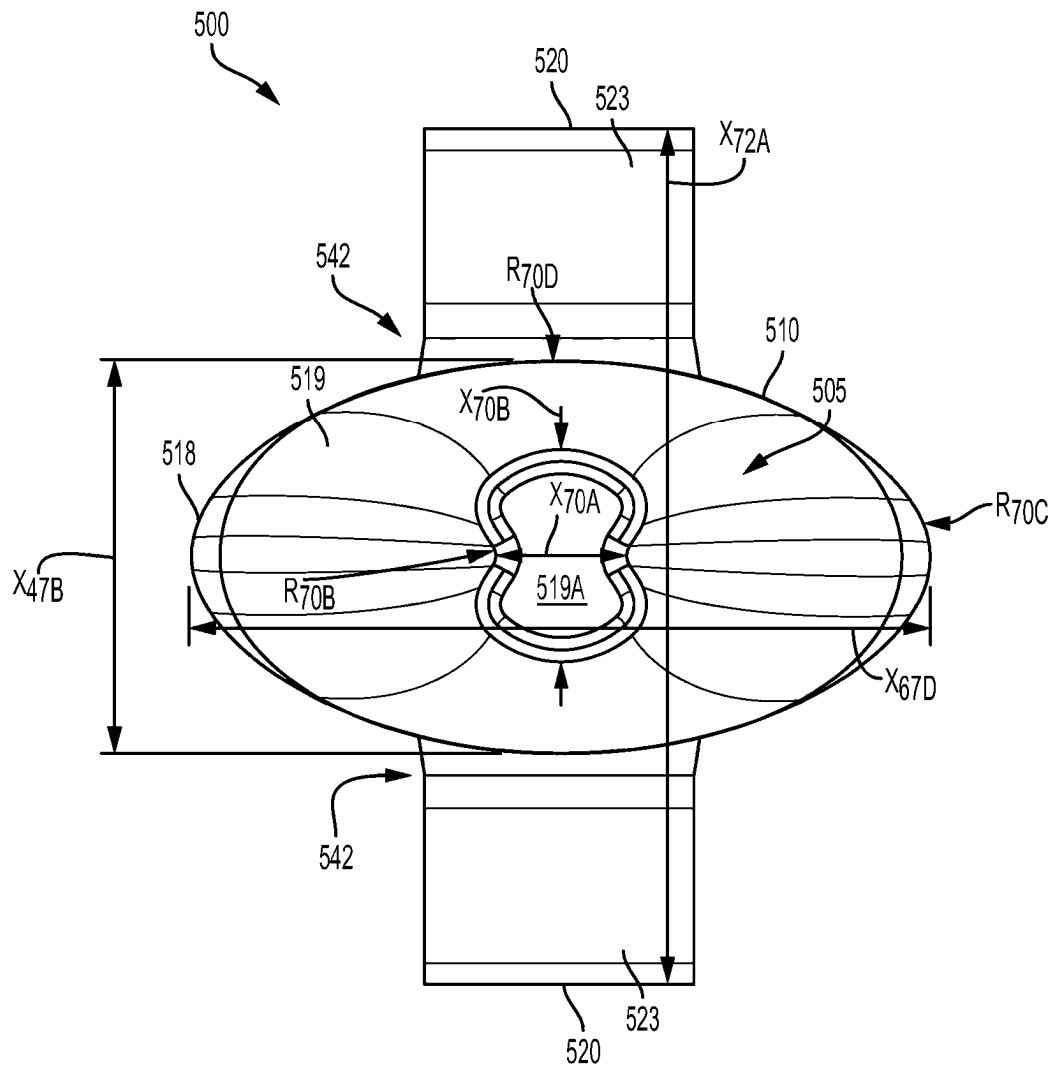


Fig. 93

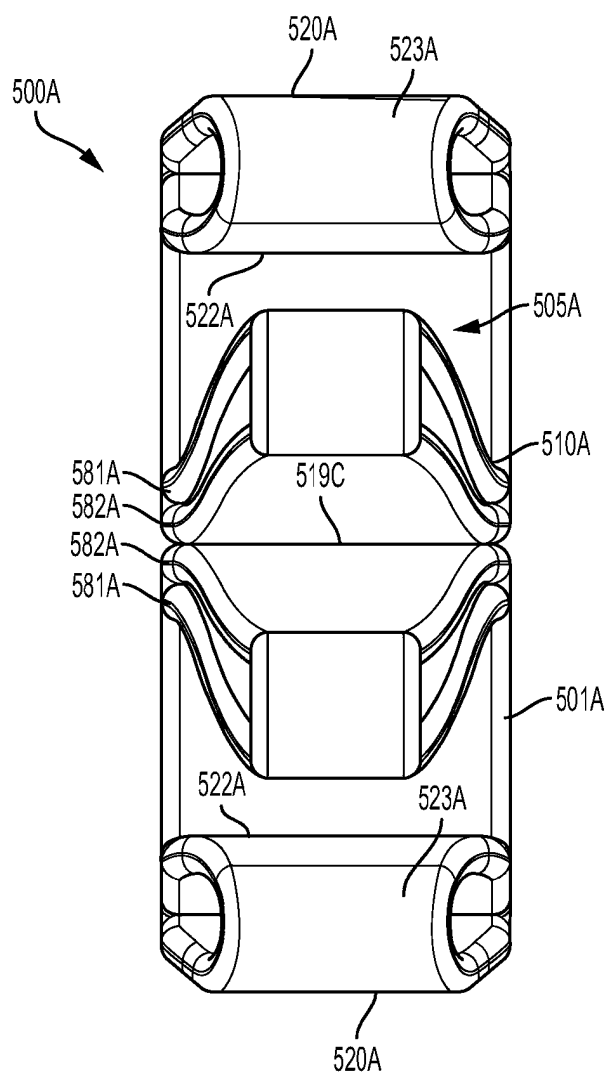


Fig. 93A

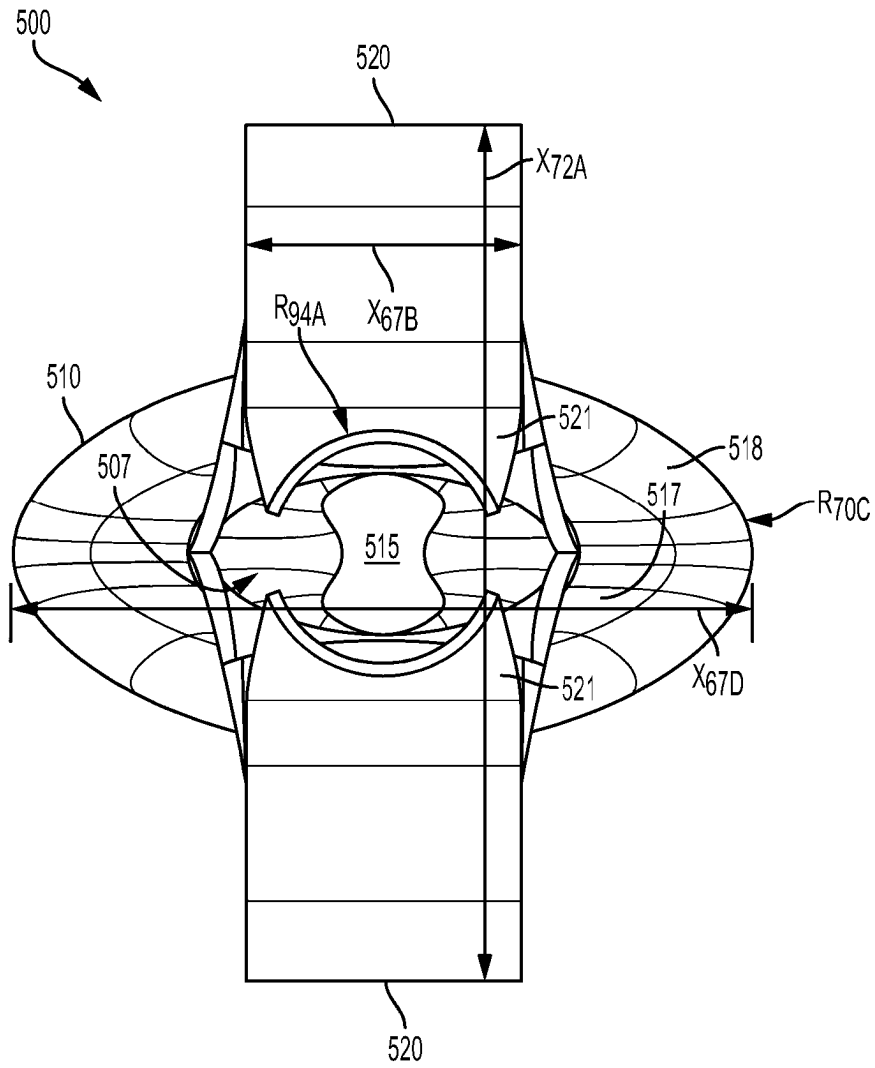


Fig. 94

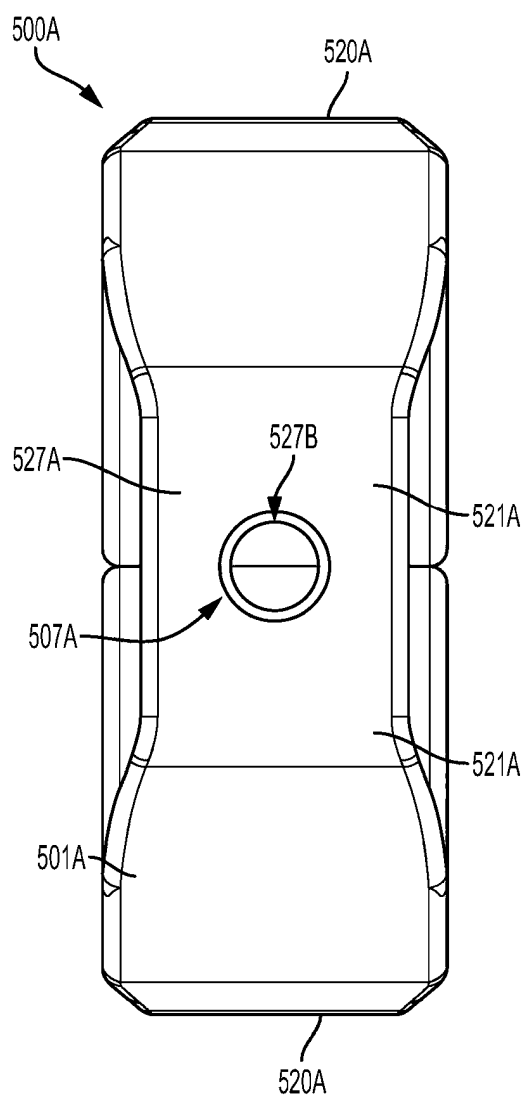
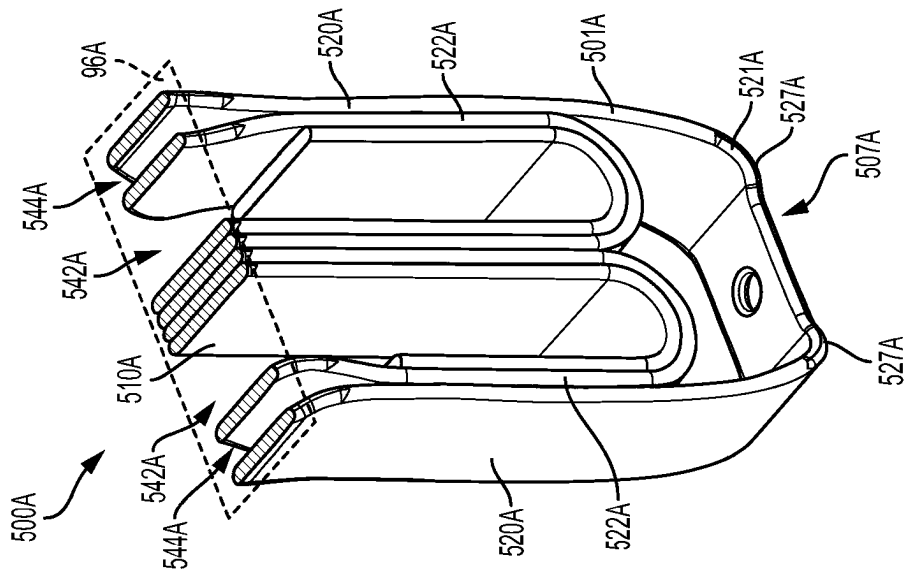
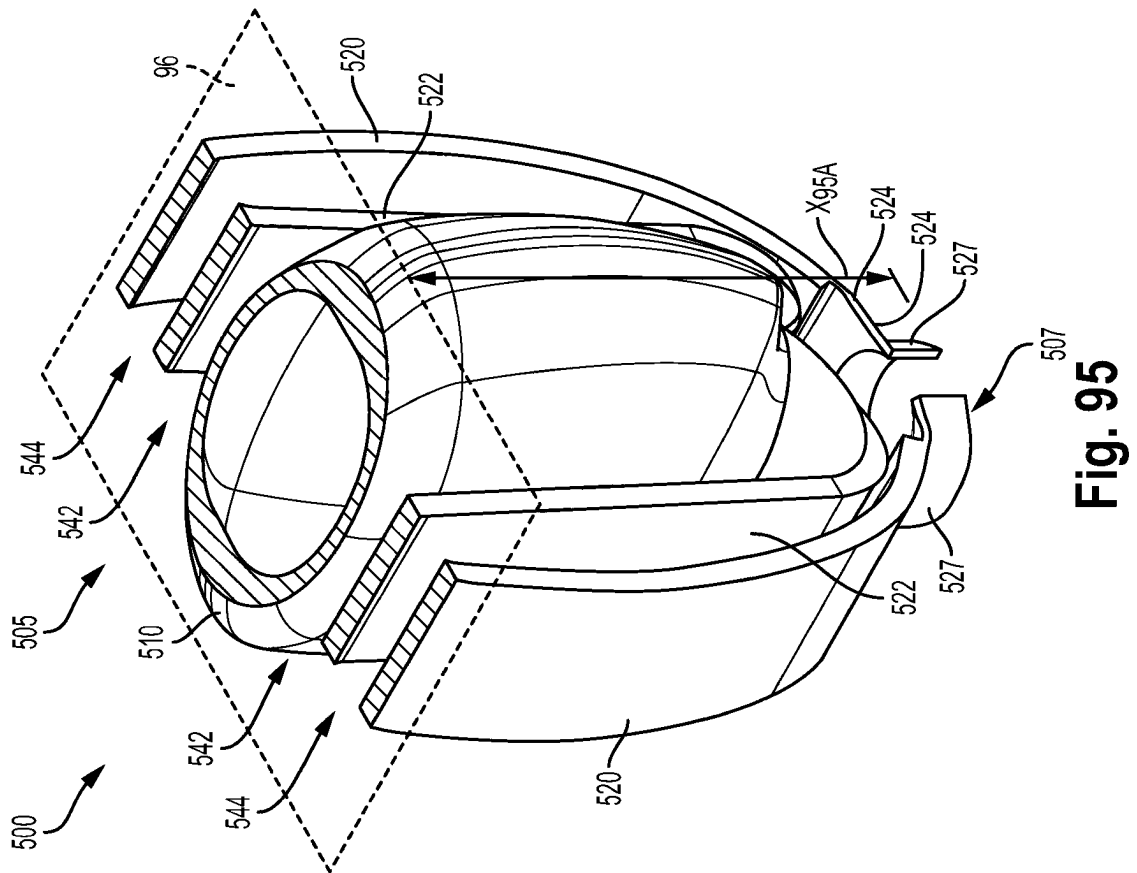


Fig. 94A



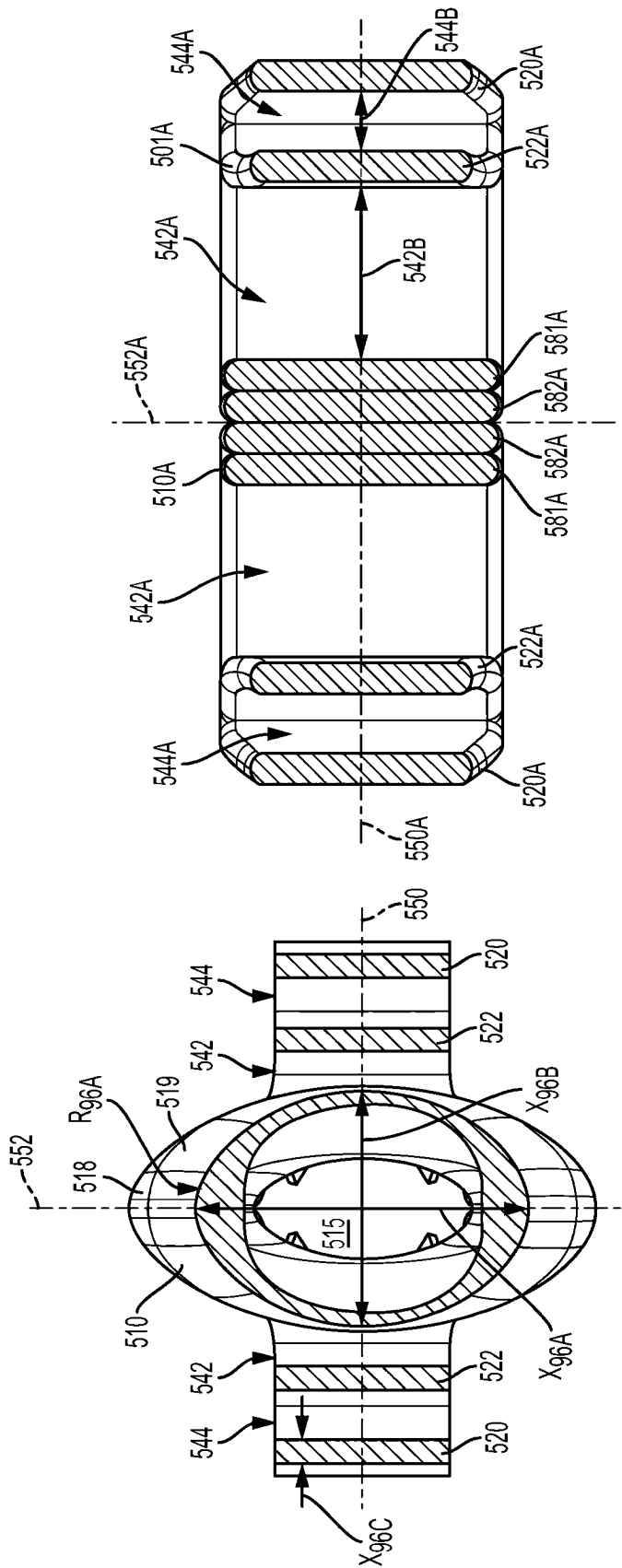


Fig. 96A

Fig. 96

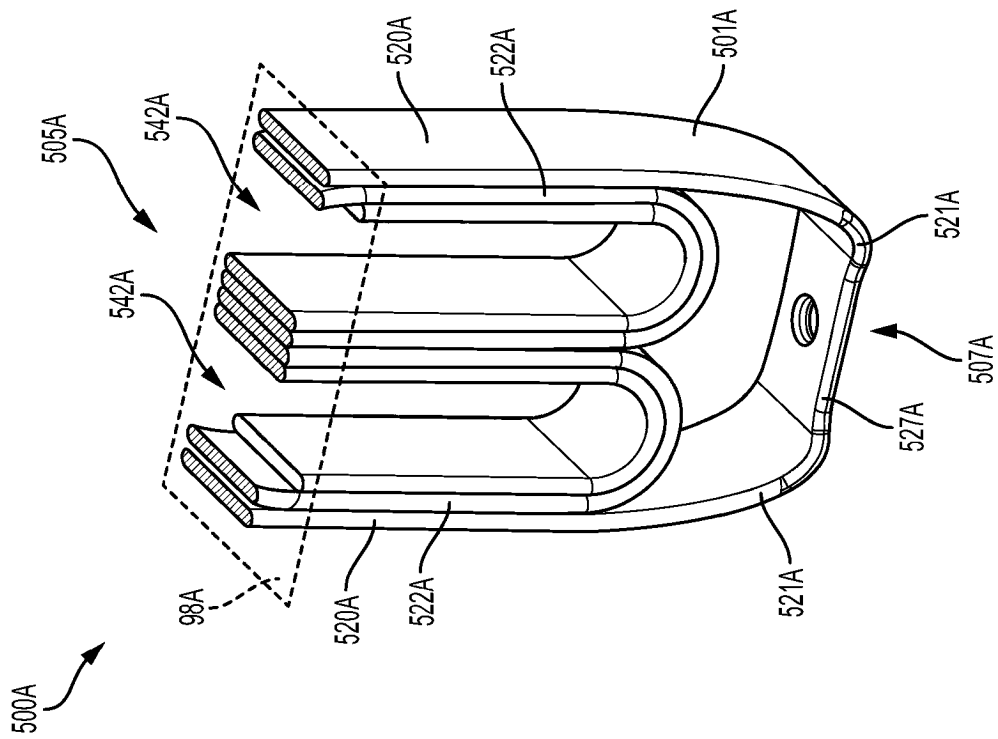


Fig. 97A

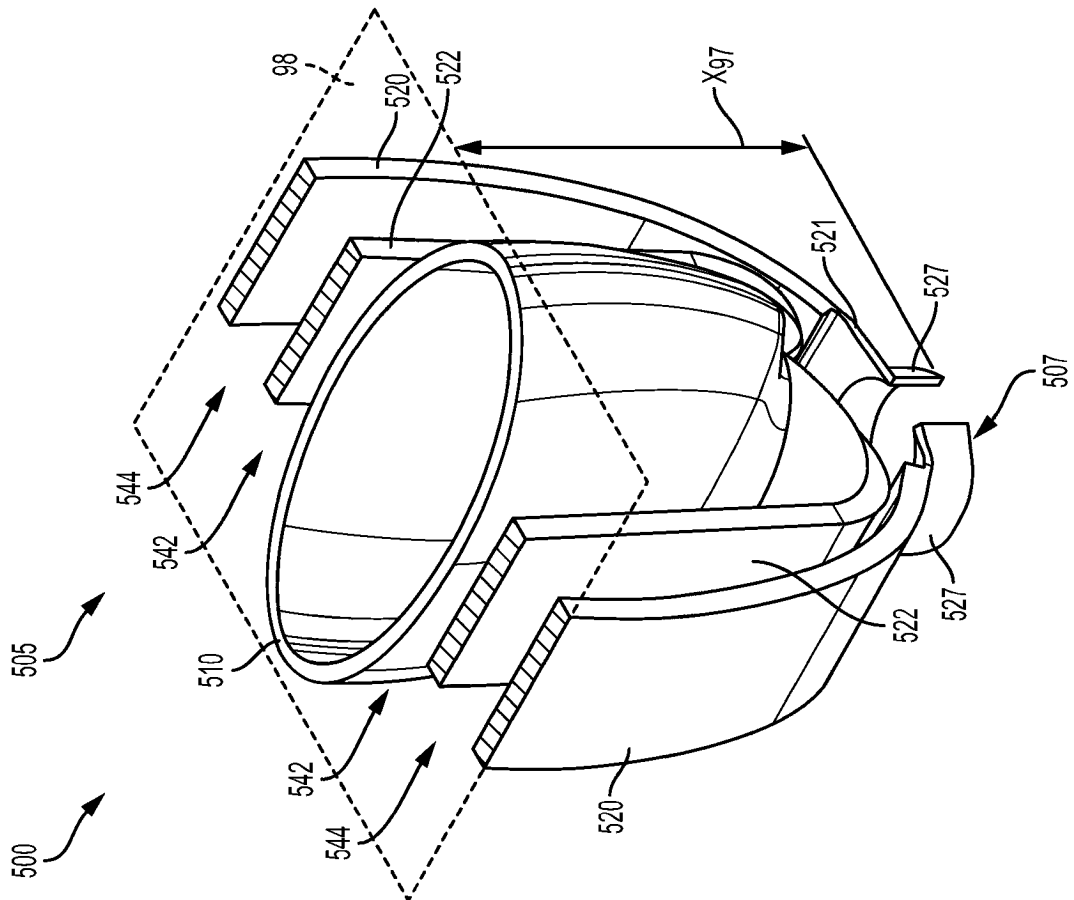


Fig. 97

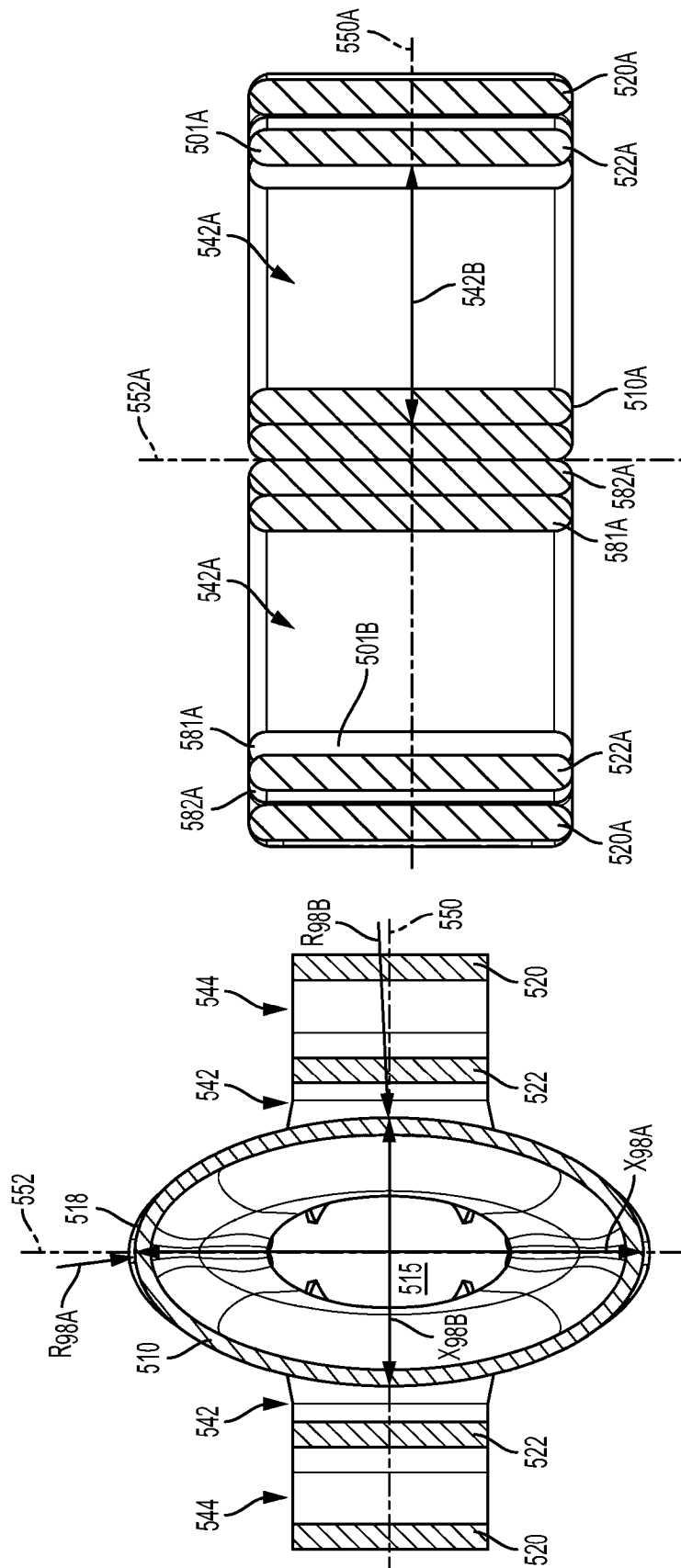


Fig. 98A

Fig. 98

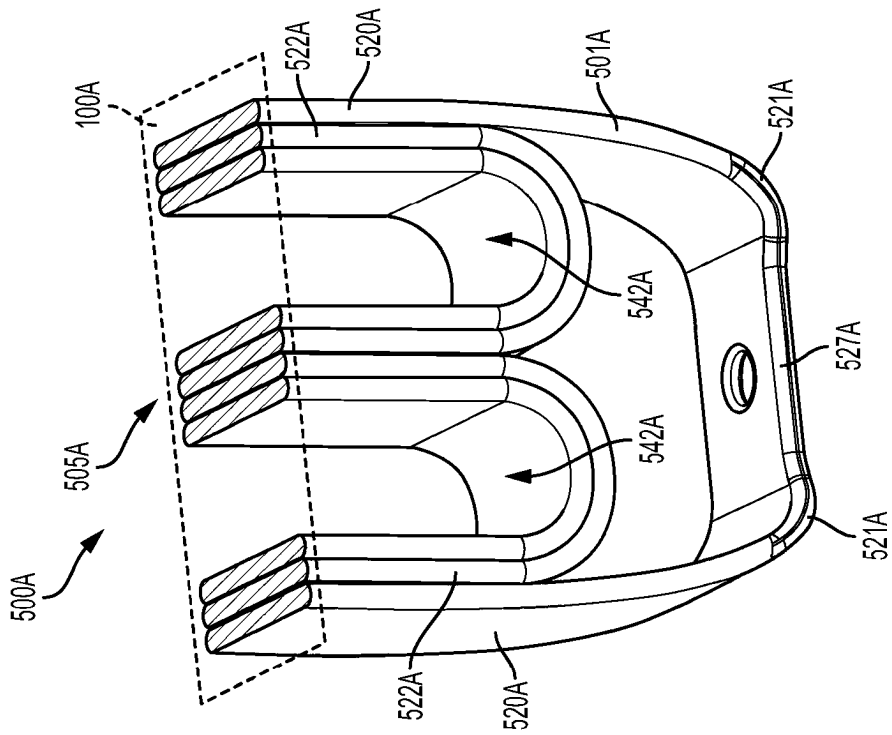


Fig. 99A

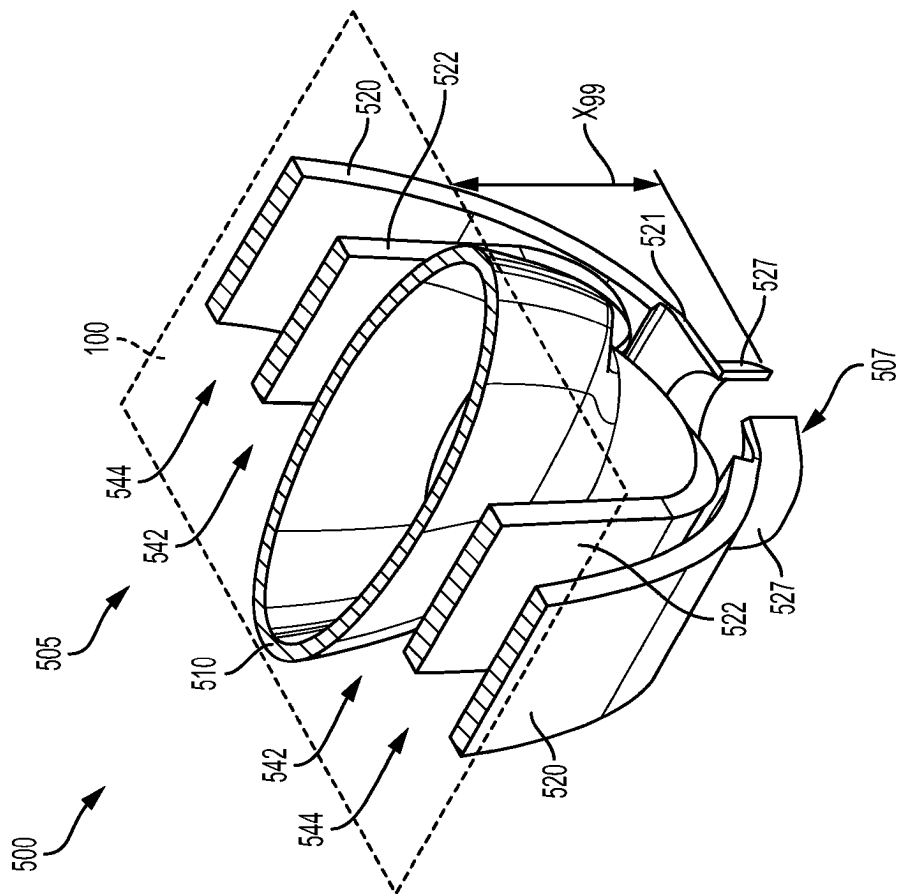


Fig. 99

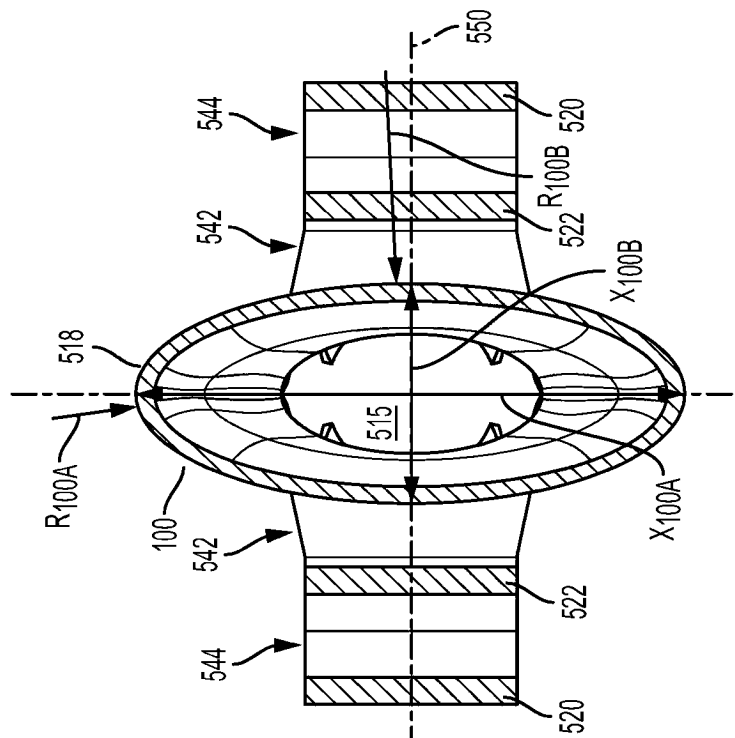


Fig. 100

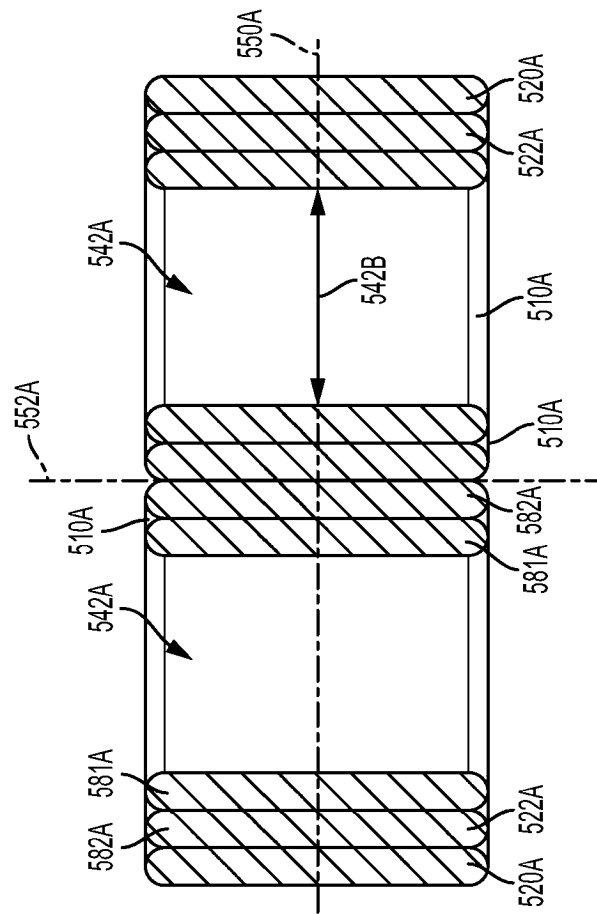
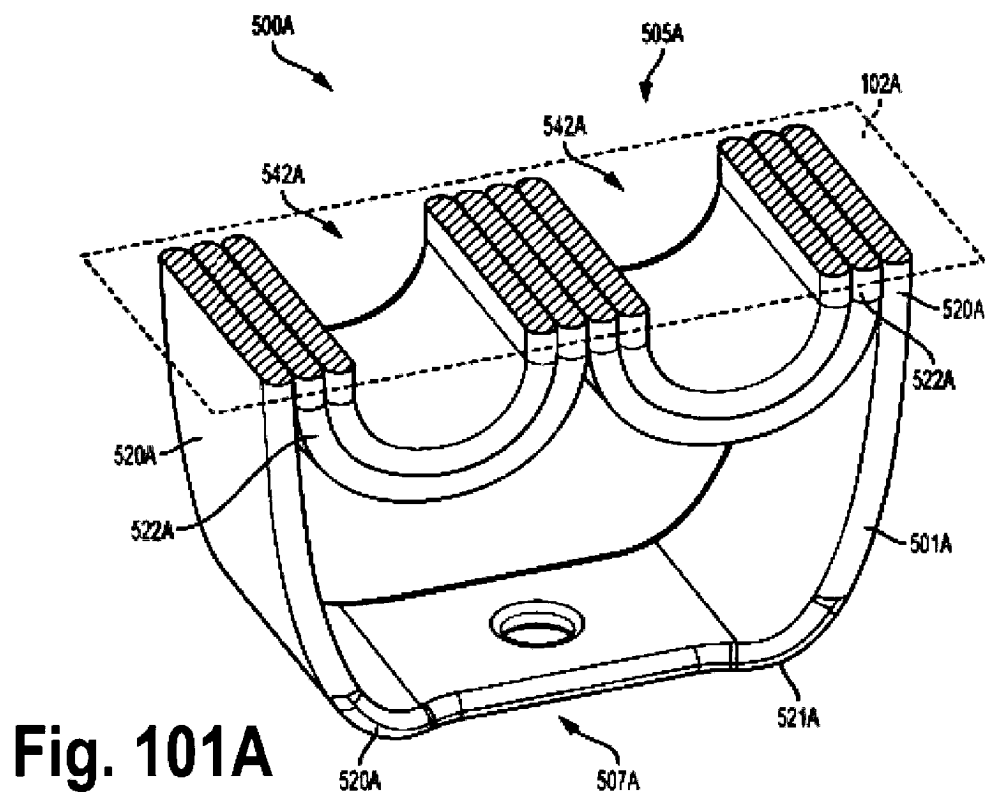
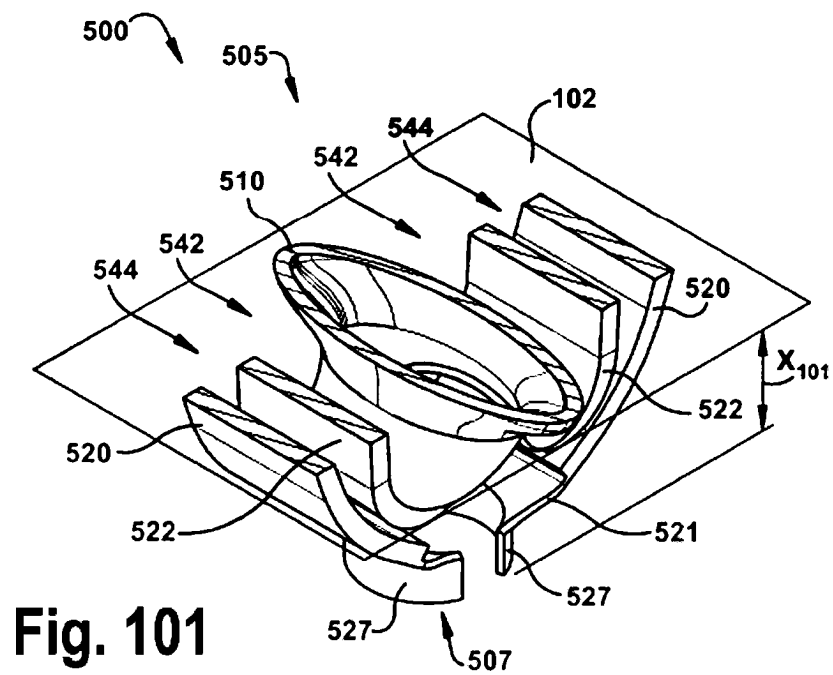


Fig. 100A



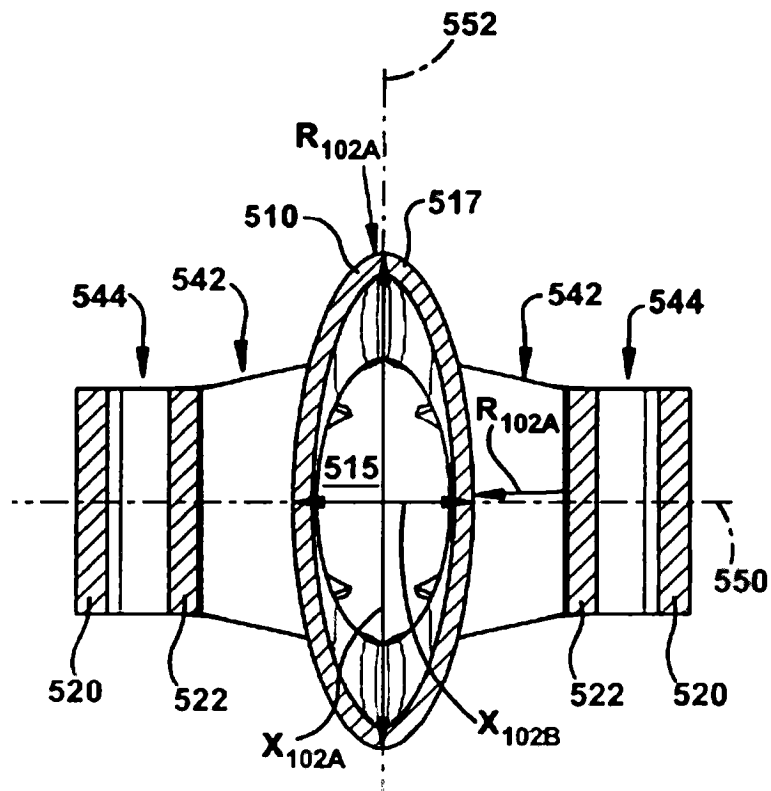


Fig. 102

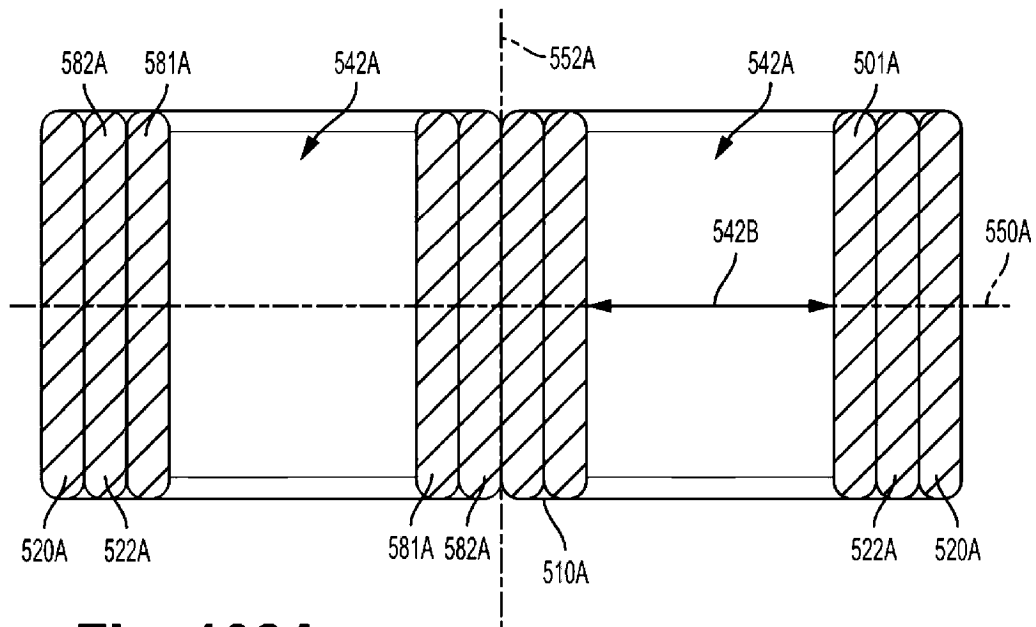


Fig. 102A

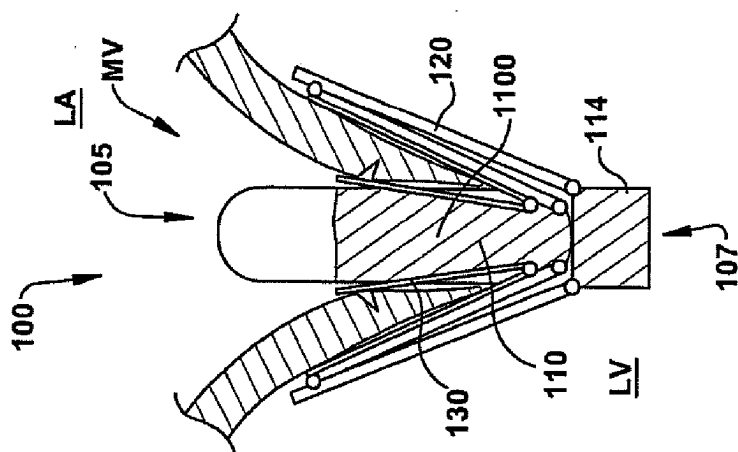


Fig. 105

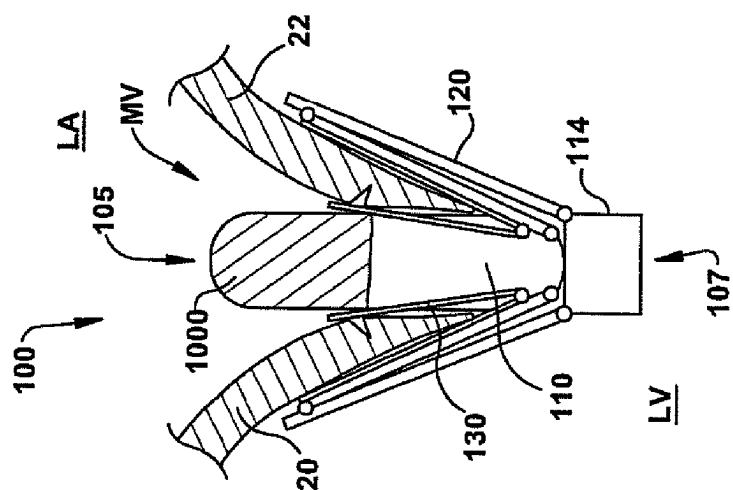


Fig. 104

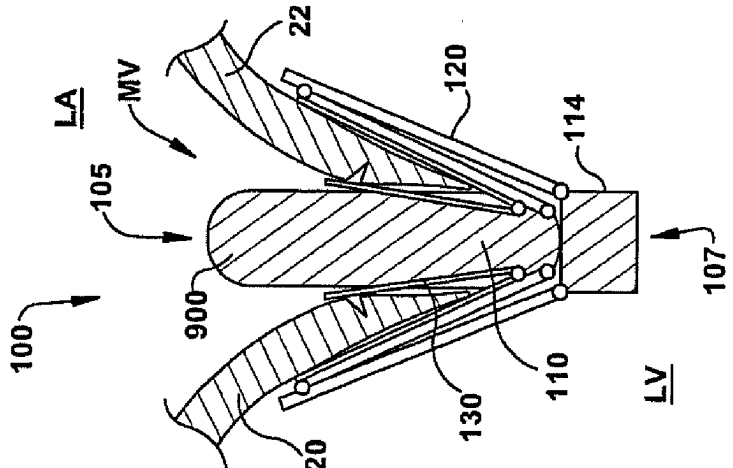
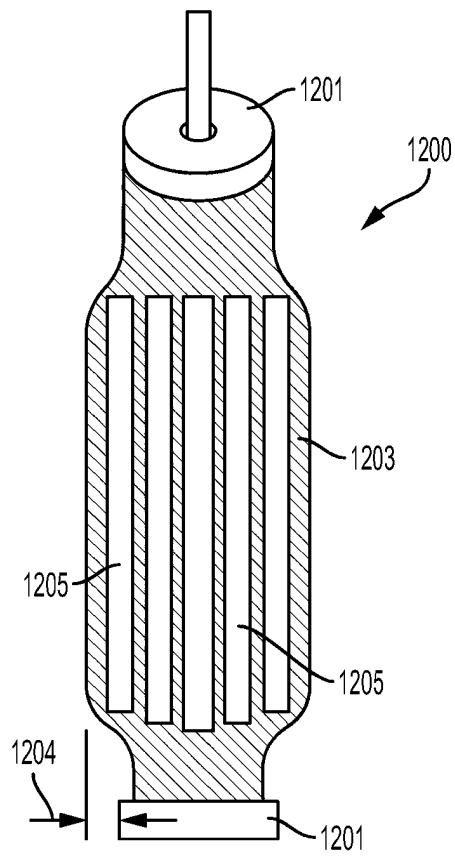
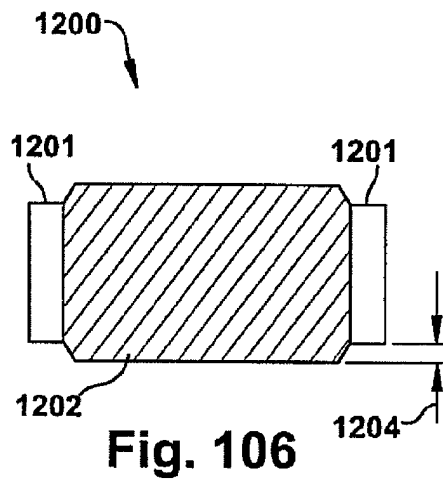


Fig. 103



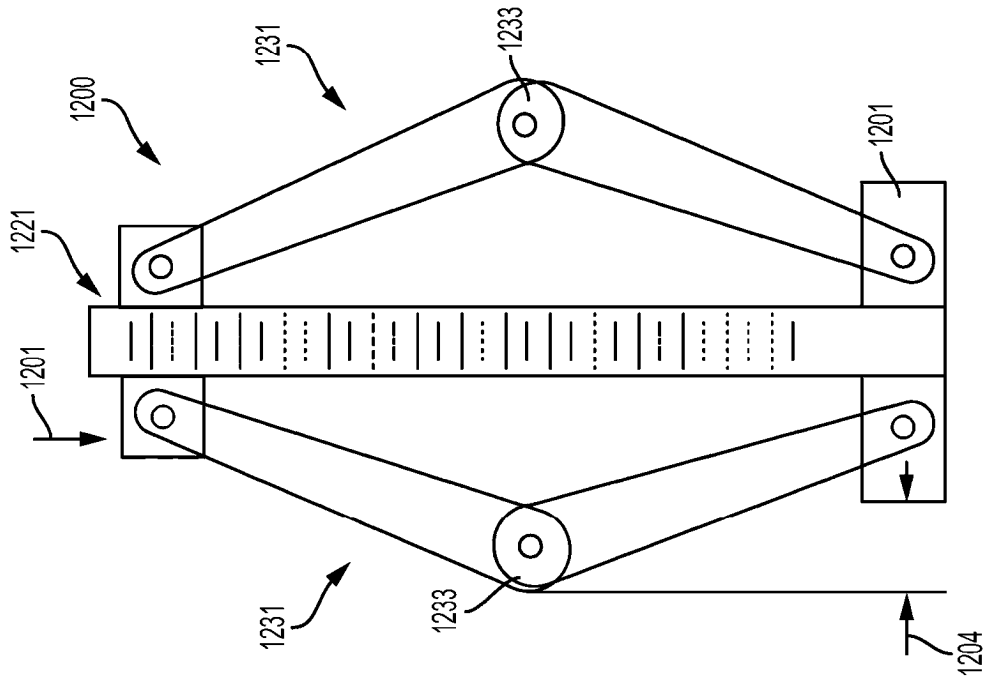


Fig. 106C

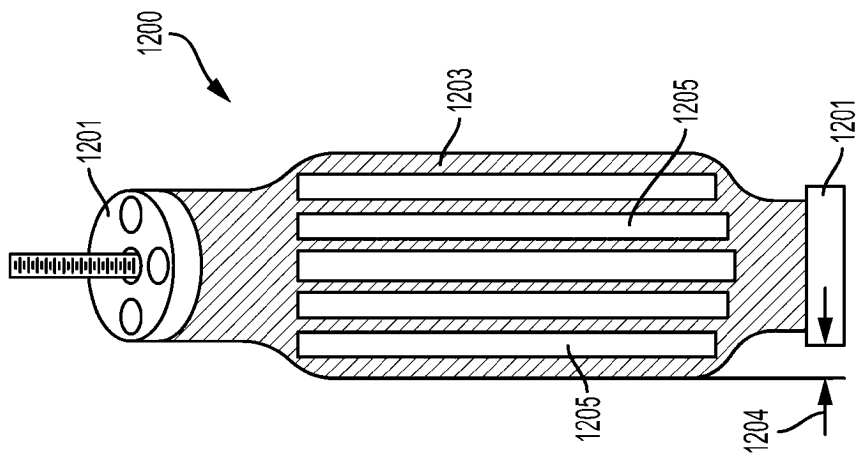


Fig. 106B

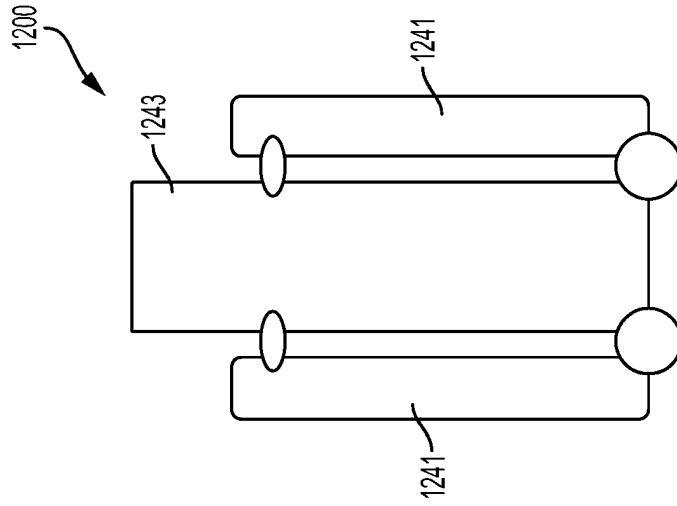


Fig. 106E

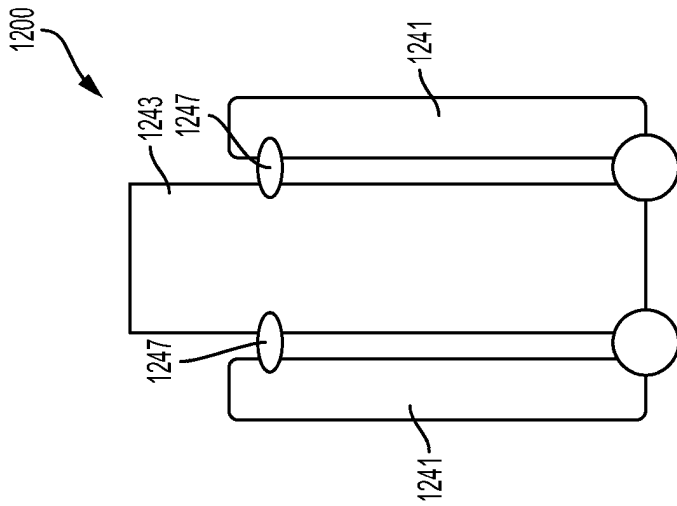


Fig. 106D

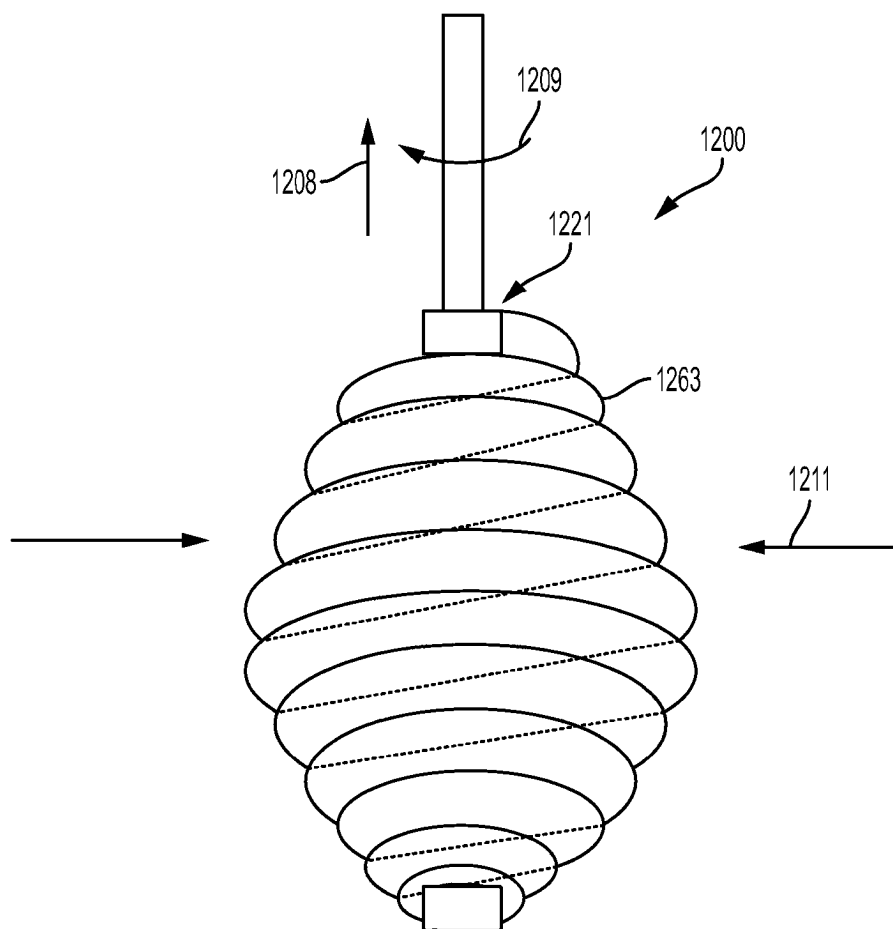


Fig. 106F

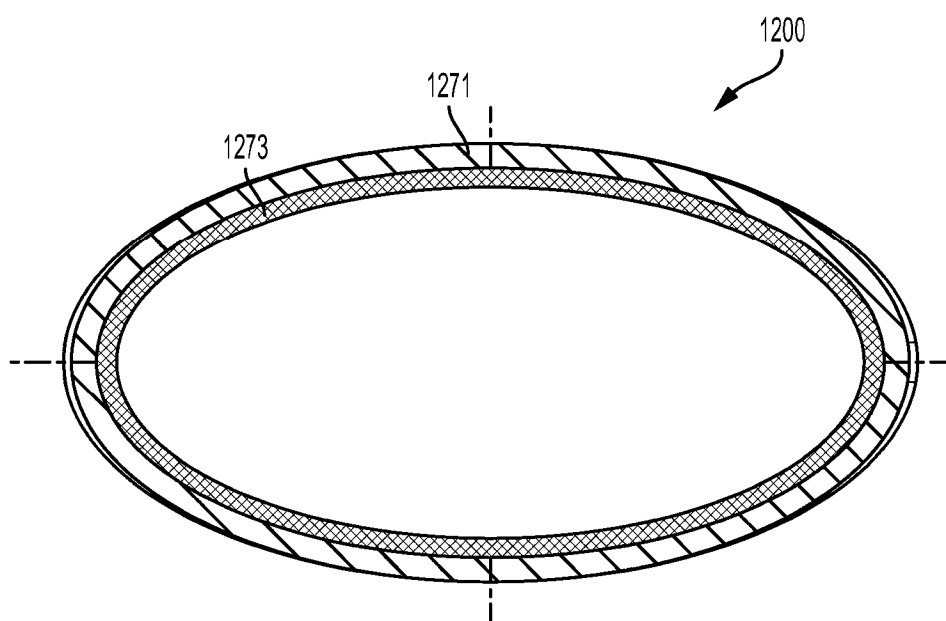


Fig. 106G

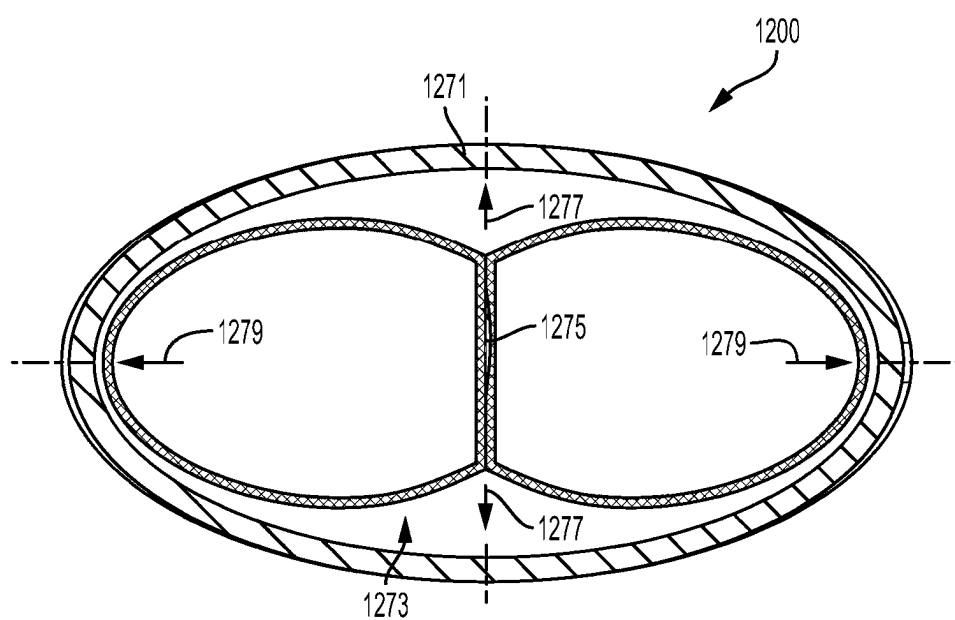


Fig. 106H

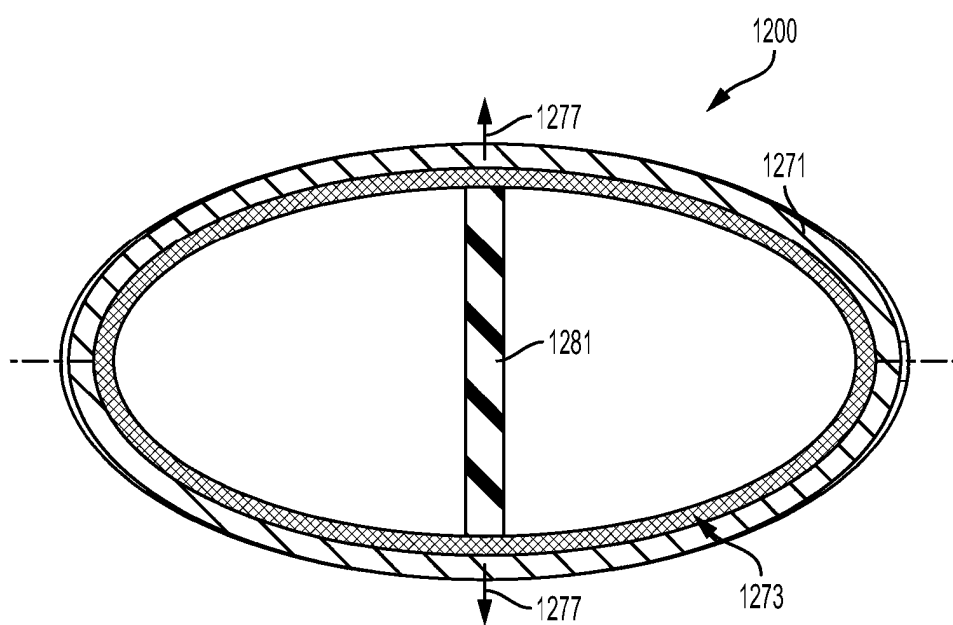


Fig. 106I

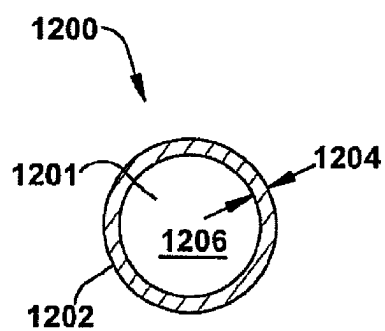


Fig. 107

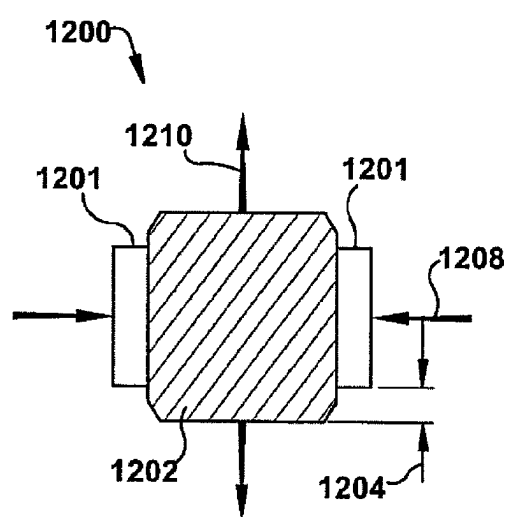


Fig. 108

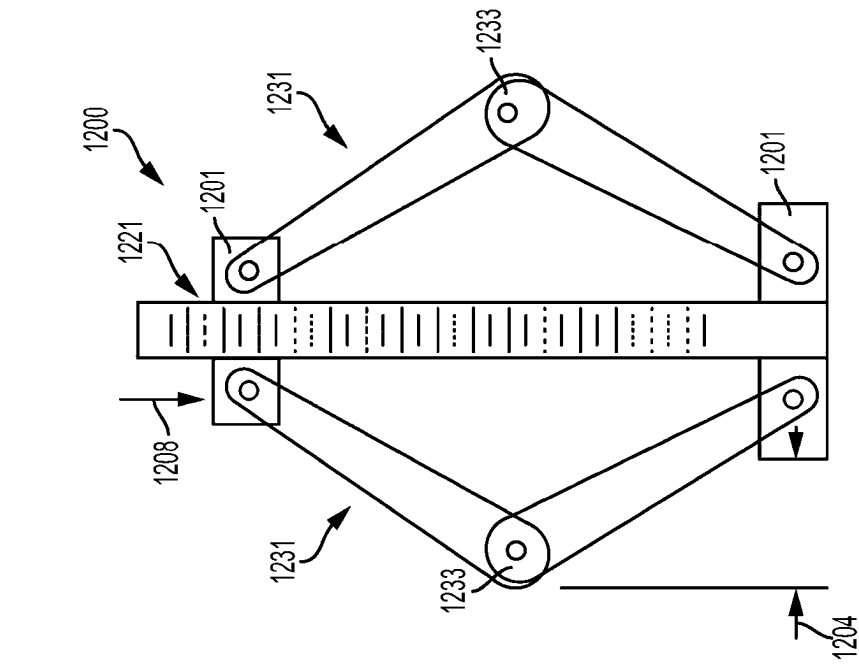


FIG. 108C

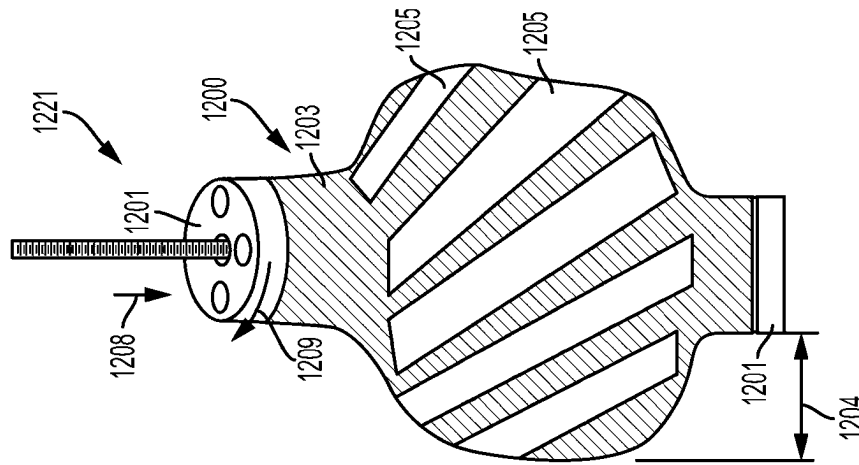


Fig. 108B

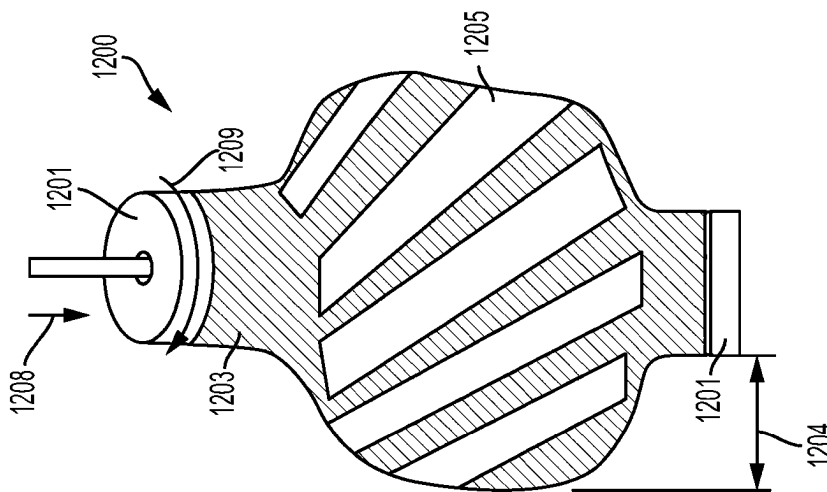


Fig. 108A

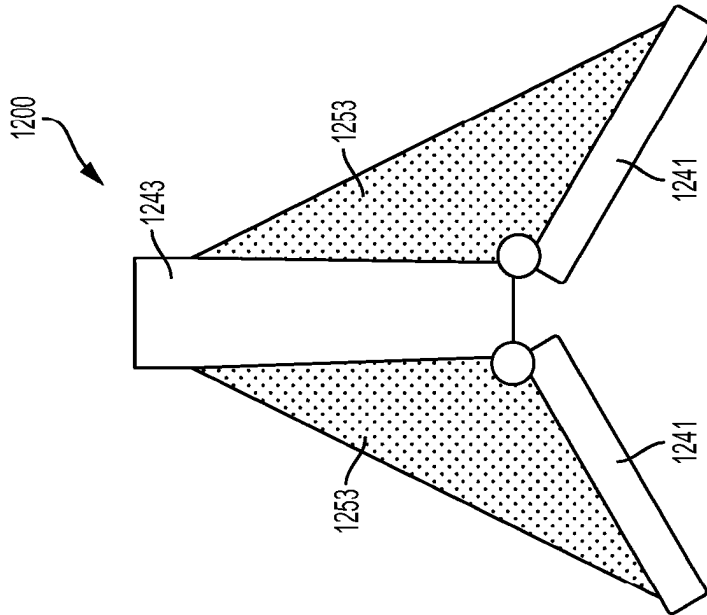


Fig. 108E

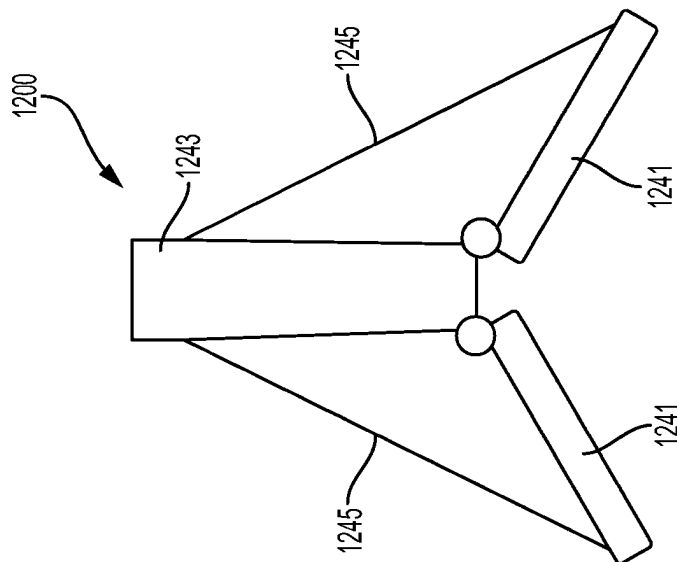
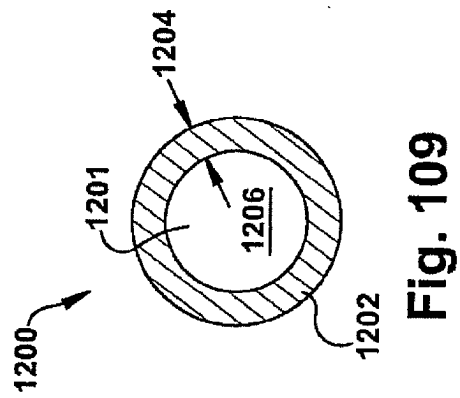
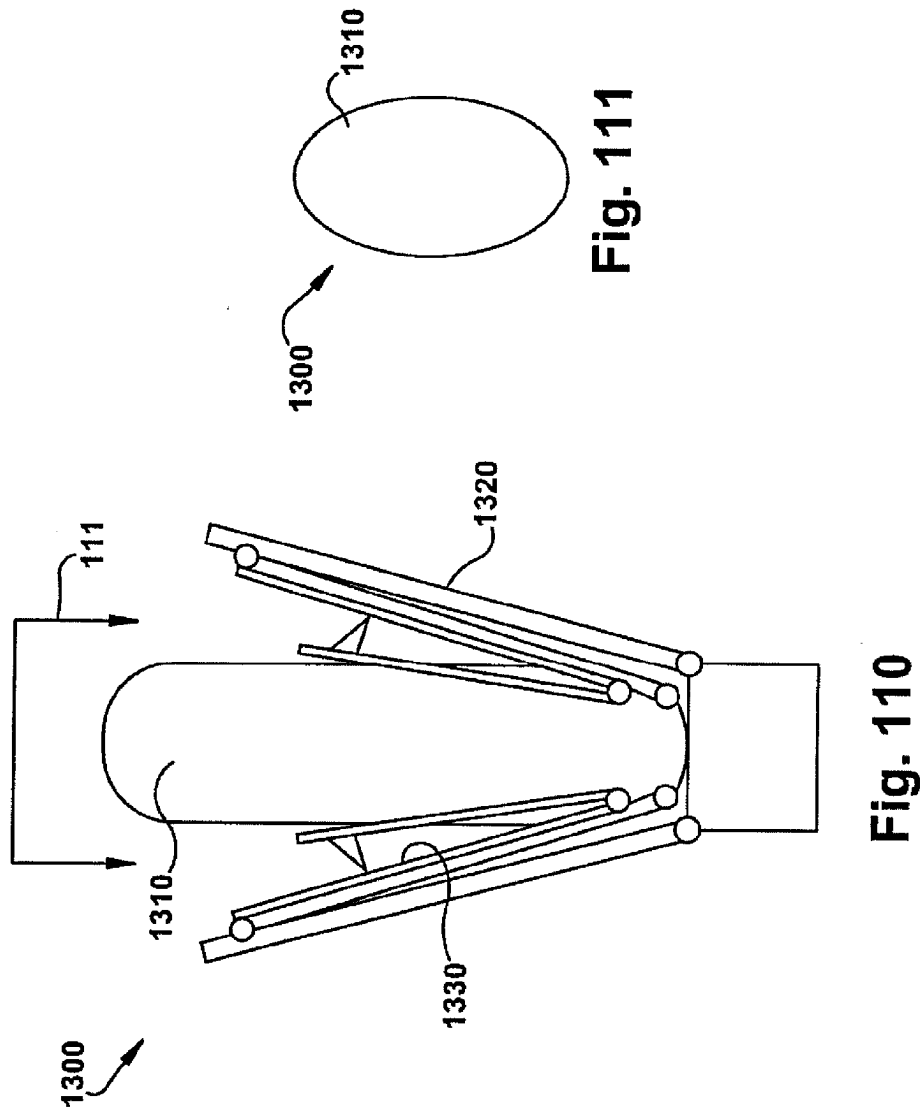
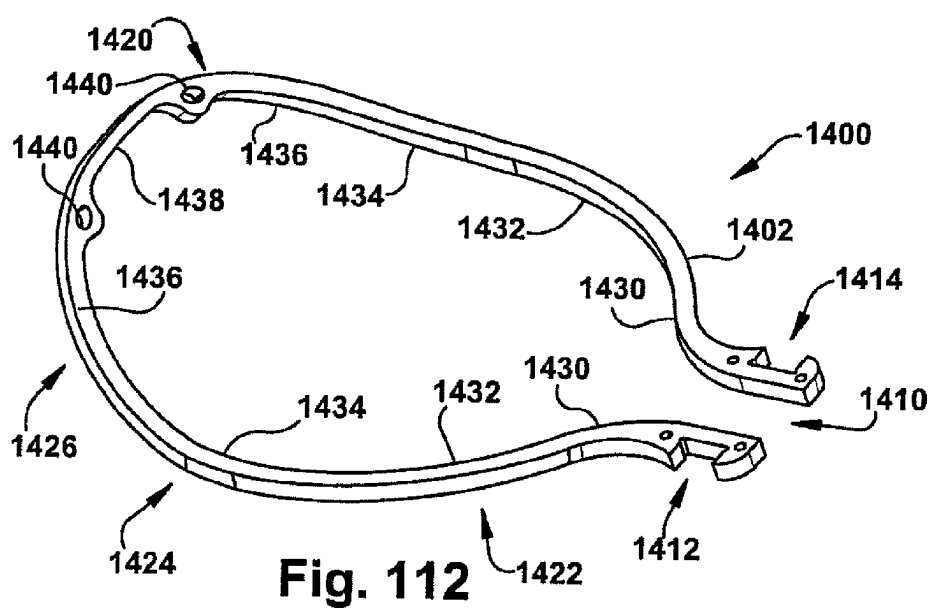


Fig. 108D





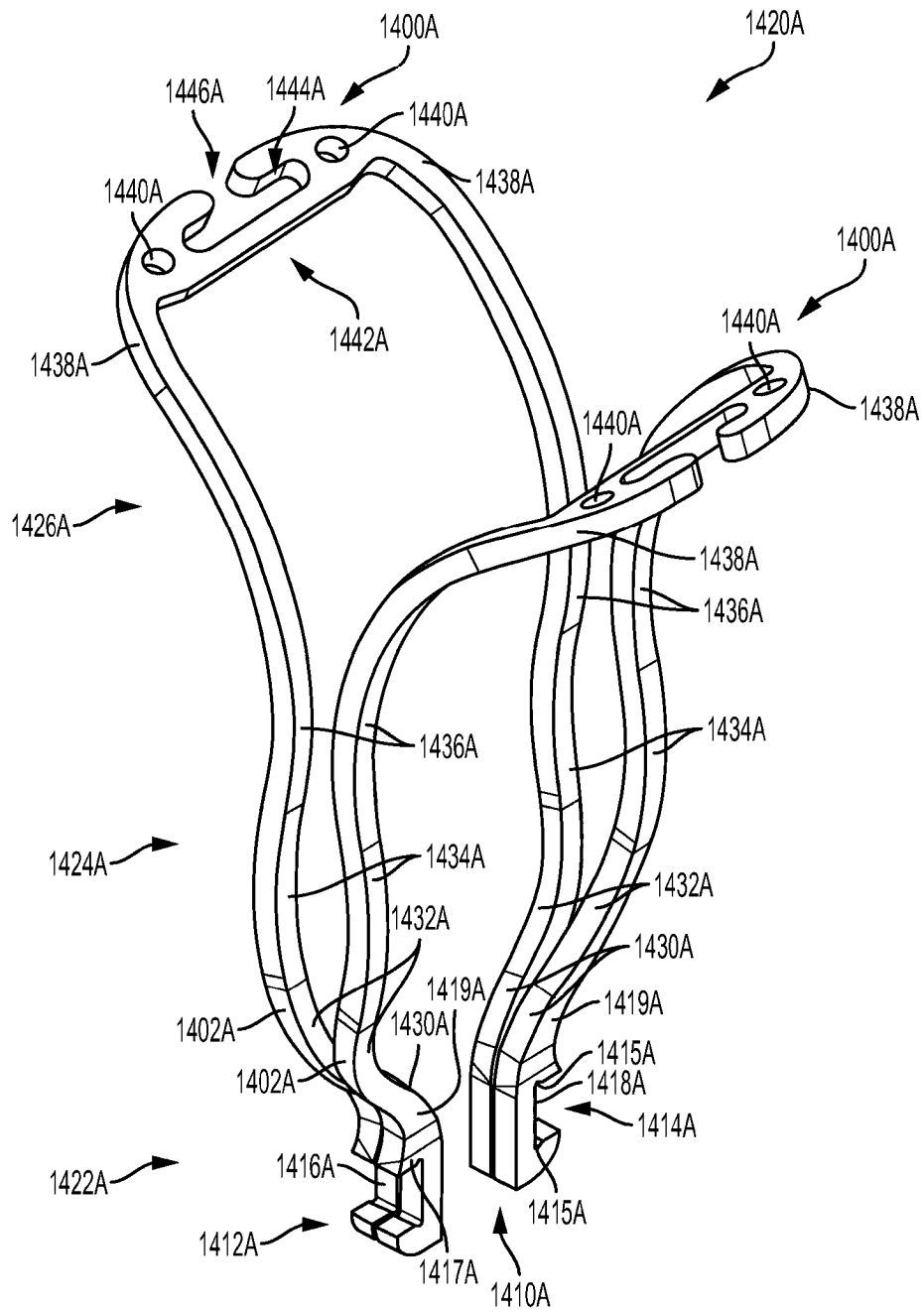
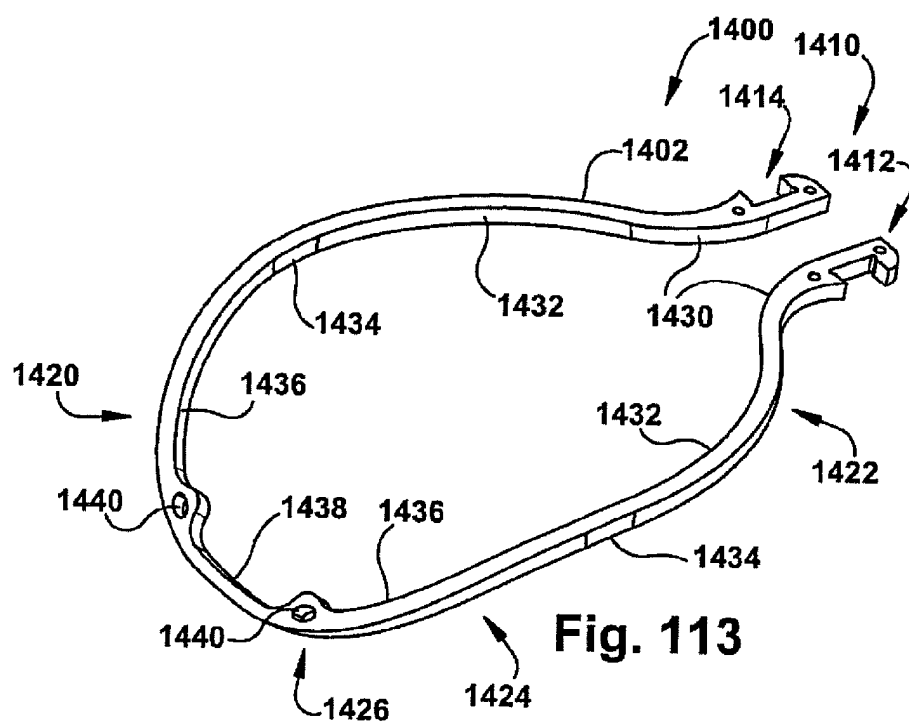
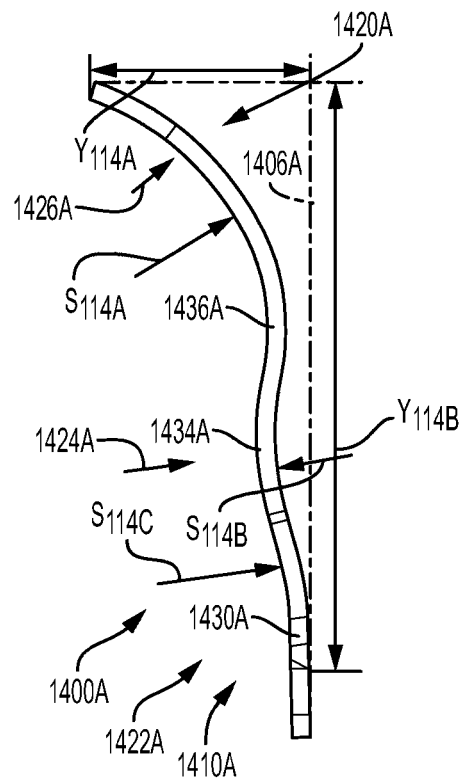
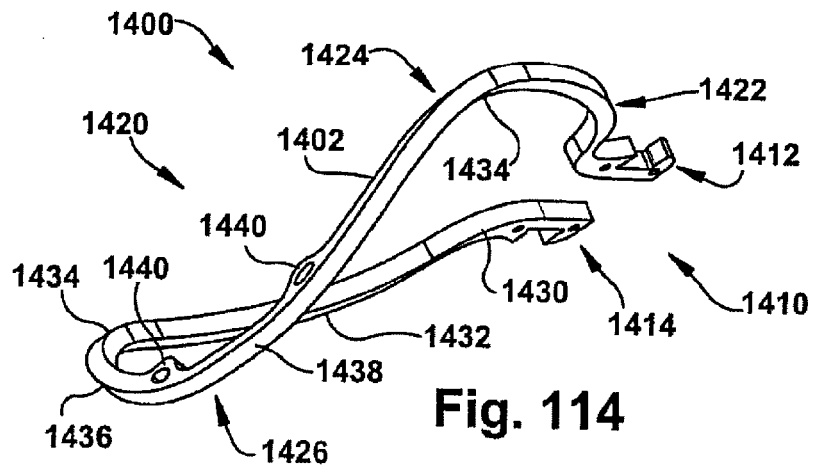


Fig. 112A





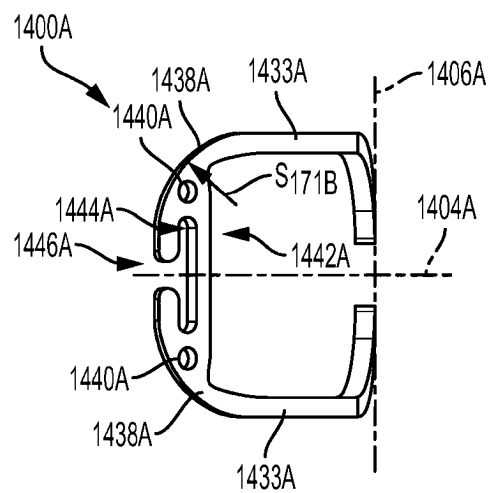
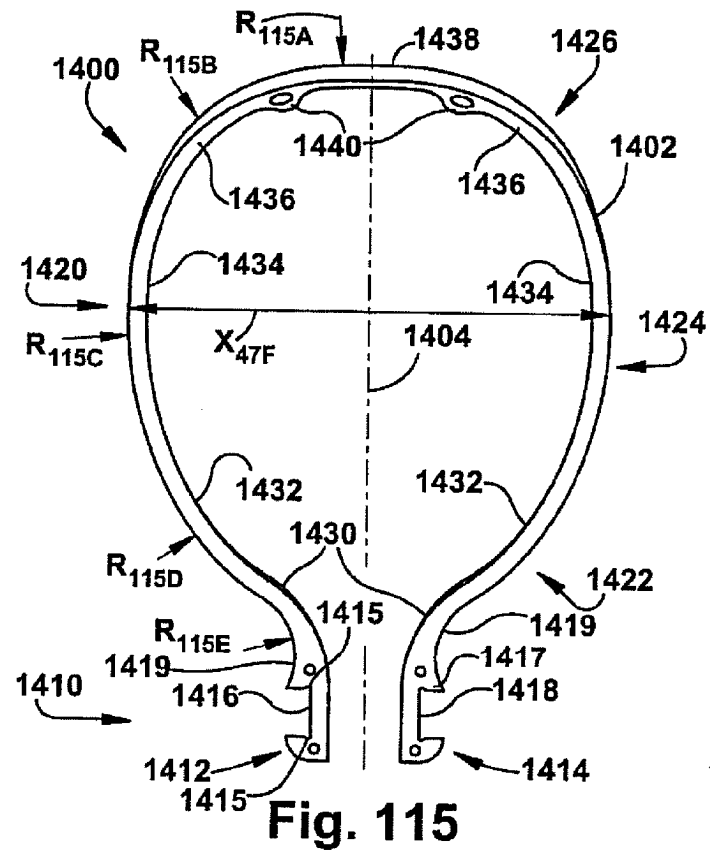
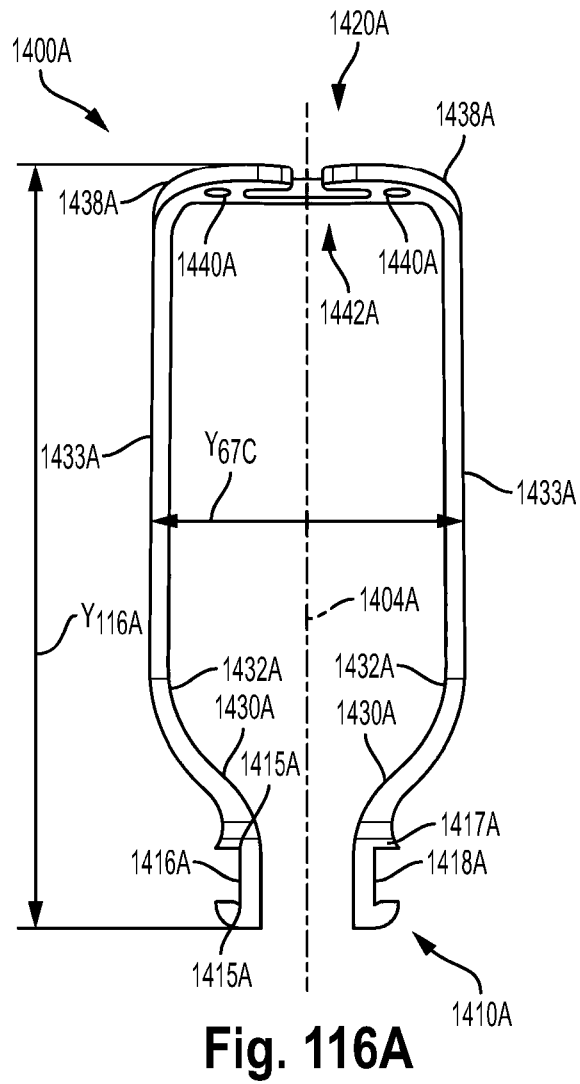
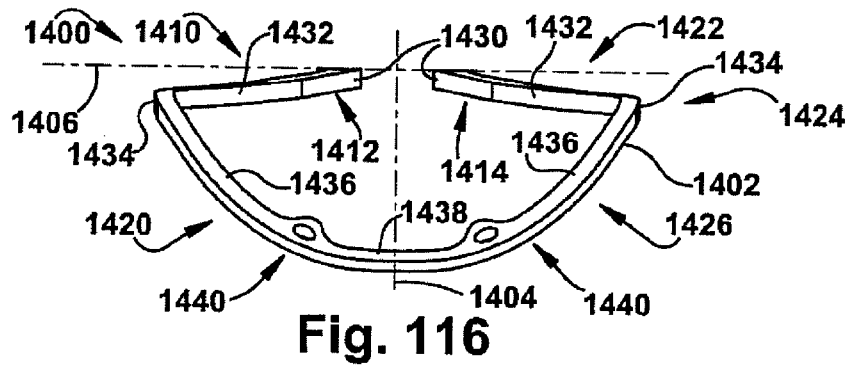


Fig. 115A



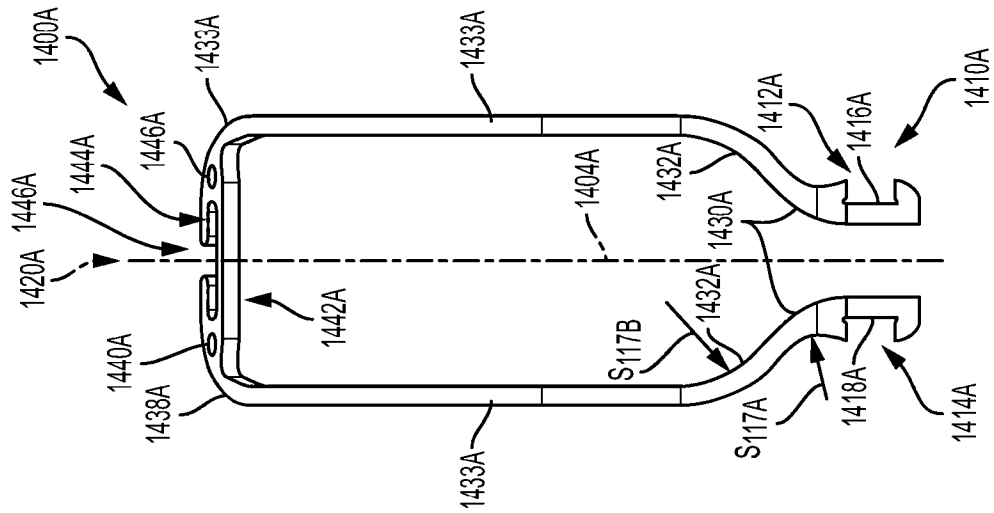


FIG. 117A

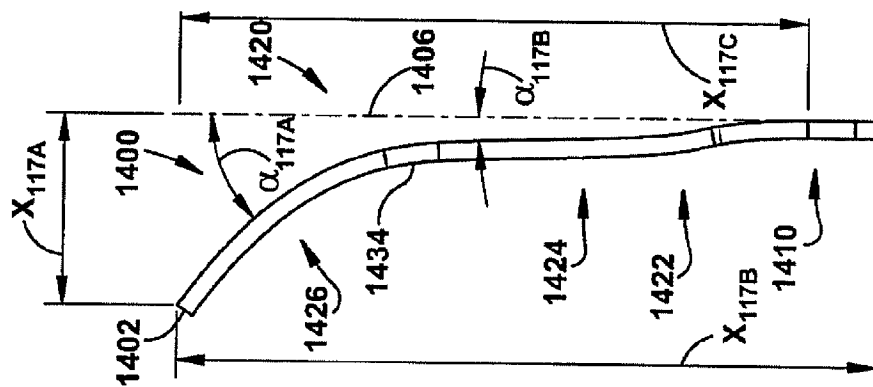


Fig. 117

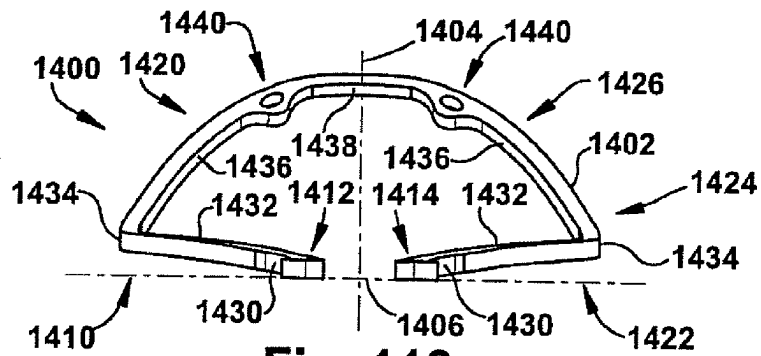


Fig. 118

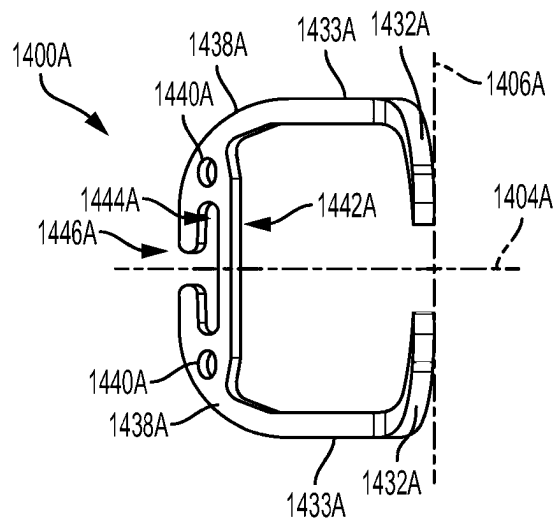


Fig. 118A

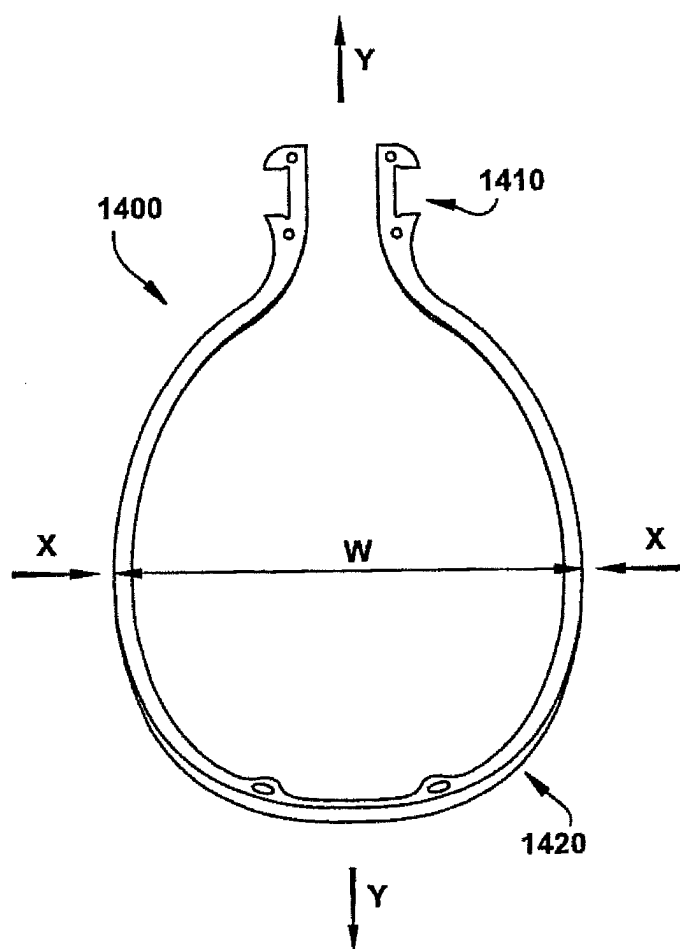


Fig. 119

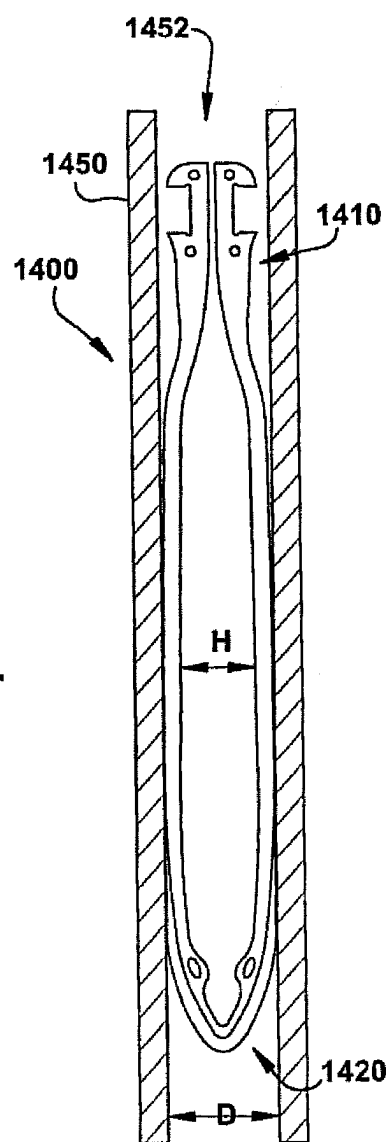


Fig. 120

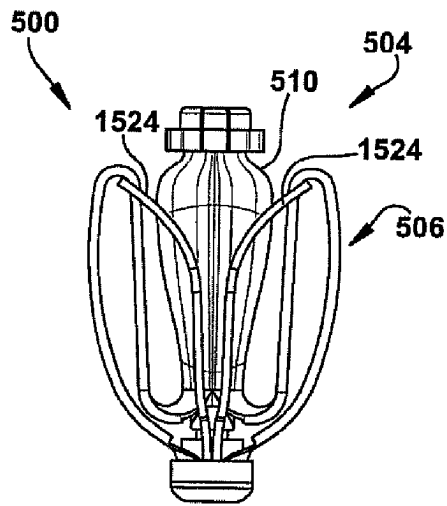


Fig. 121

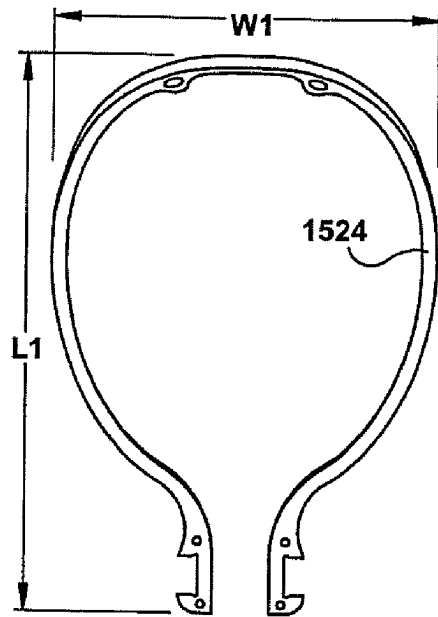


Fig. 122

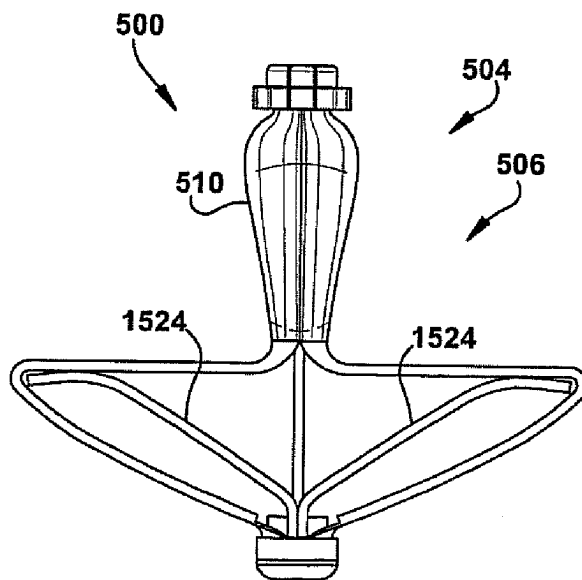


Fig. 123

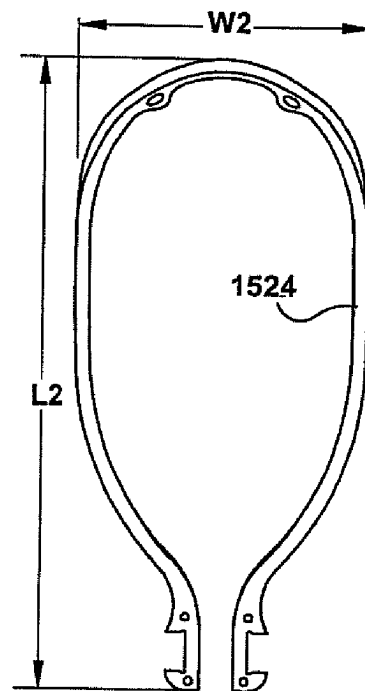


Fig. 124

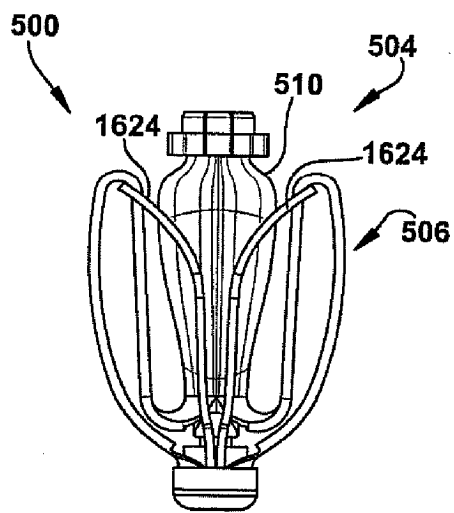


Fig. 125

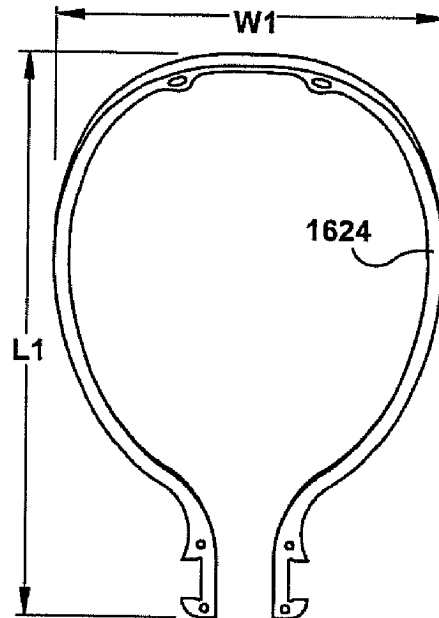


Fig. 126

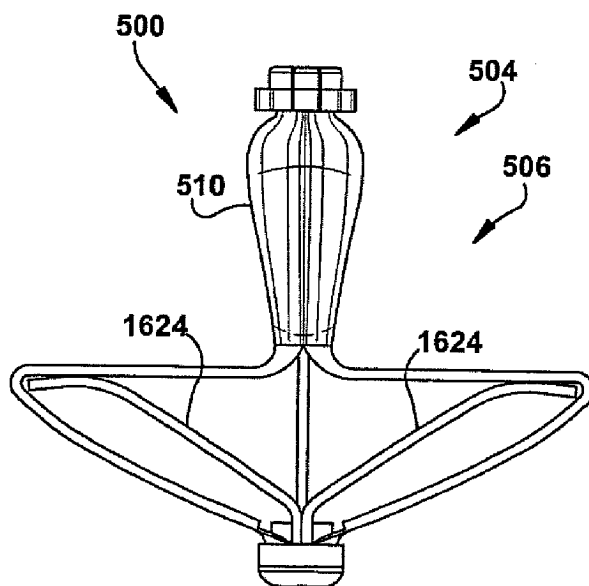


Fig. 127

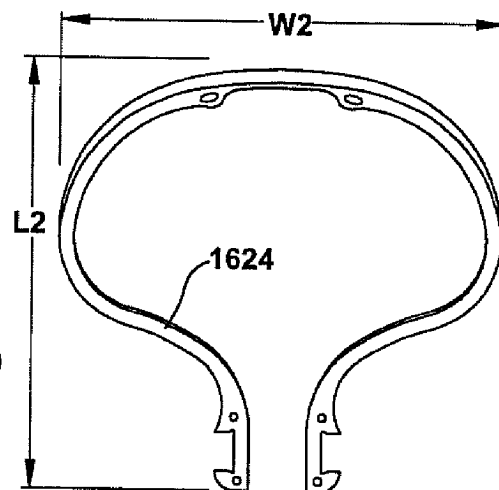


Fig. 128

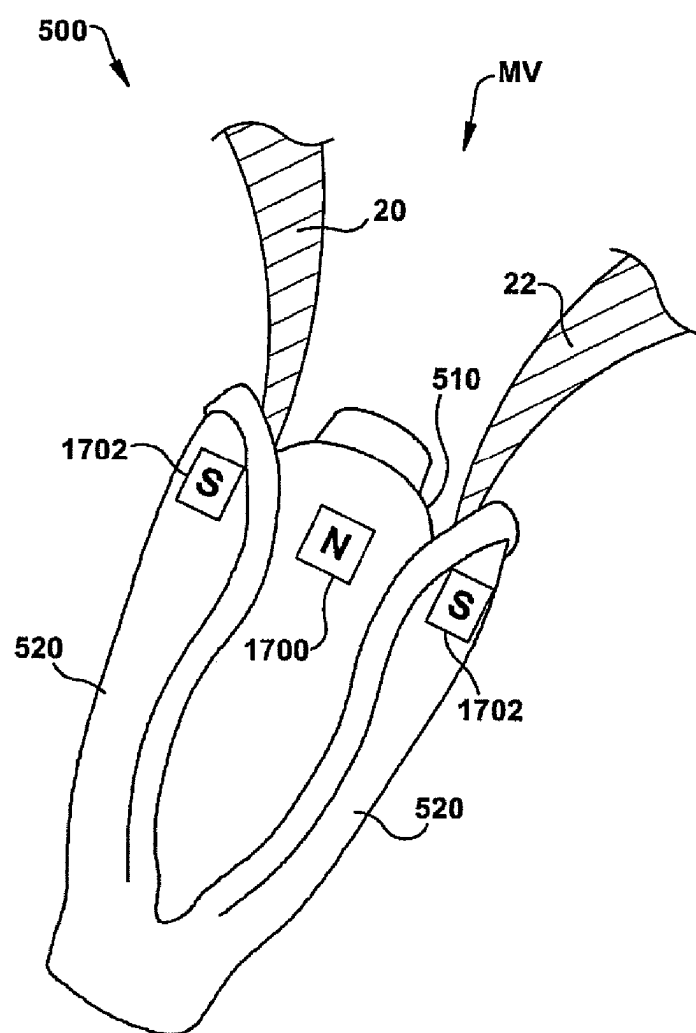
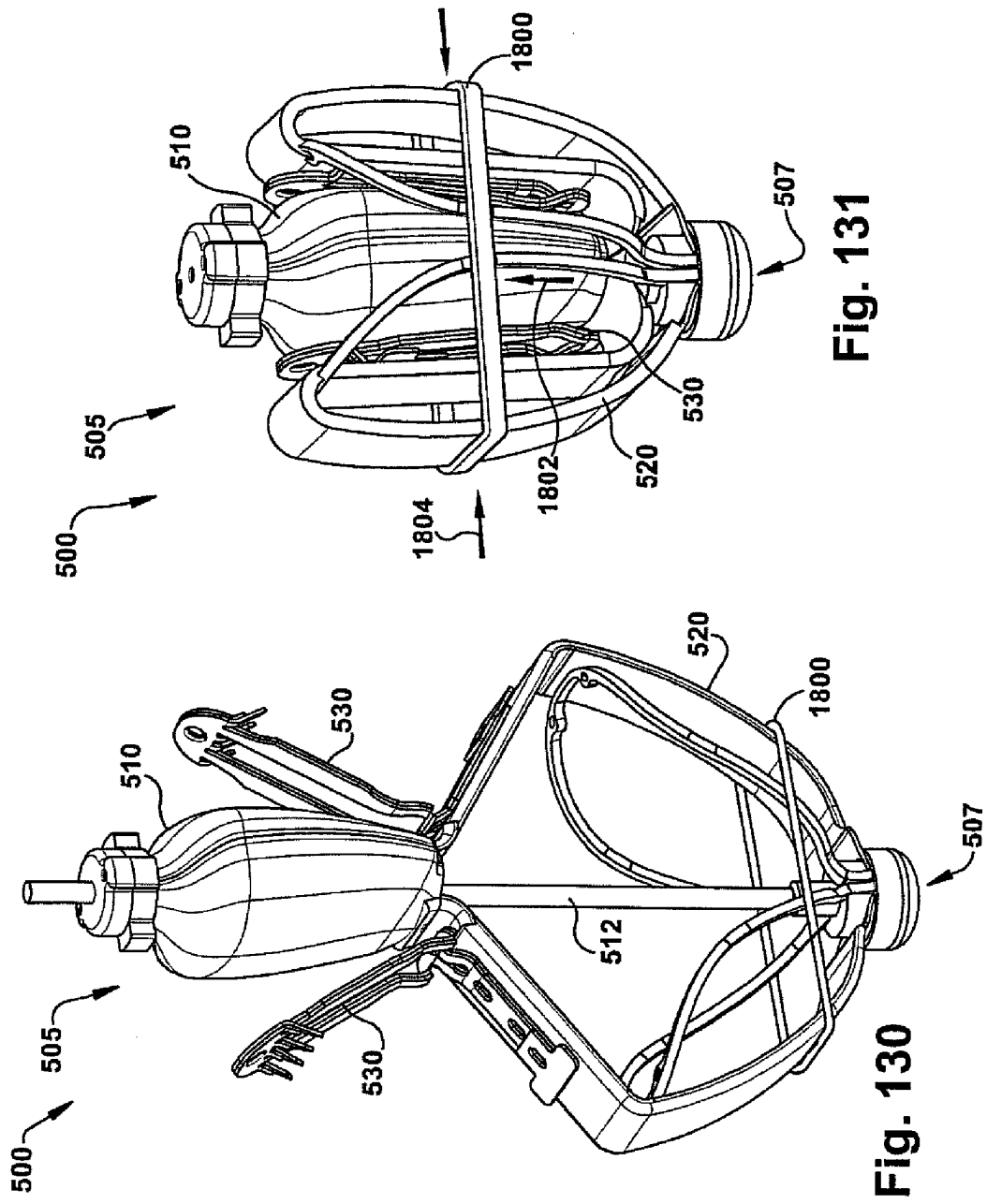


Fig. 129



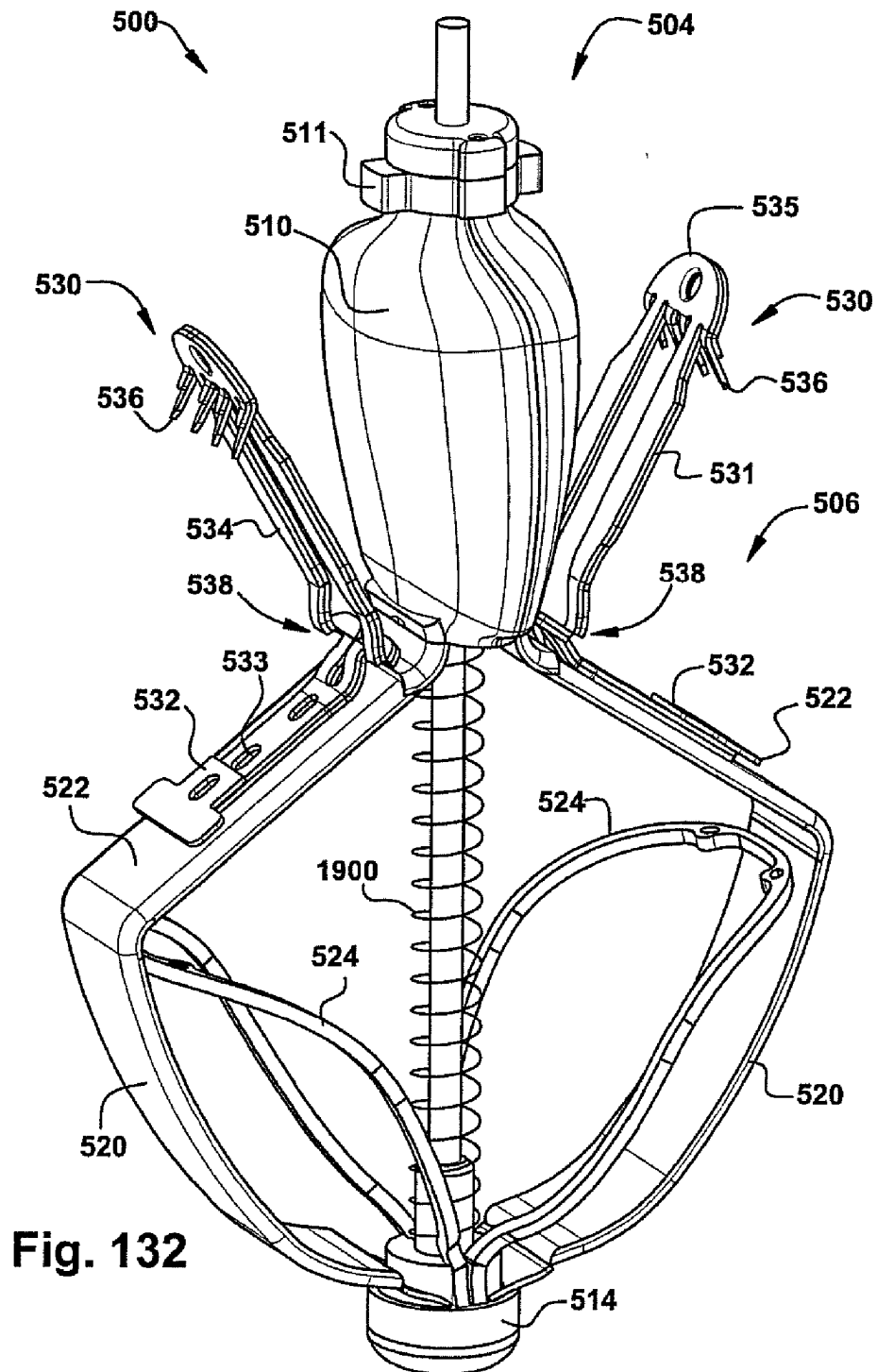


Fig. 132

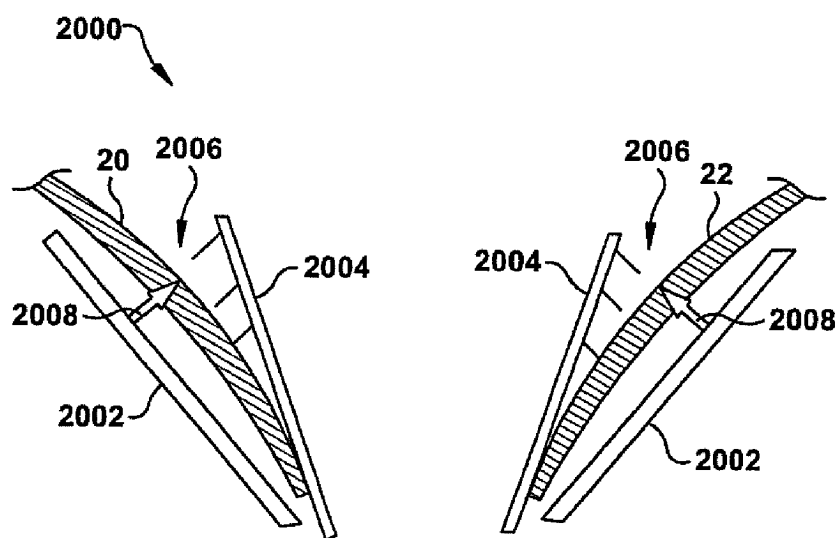


Fig. 133

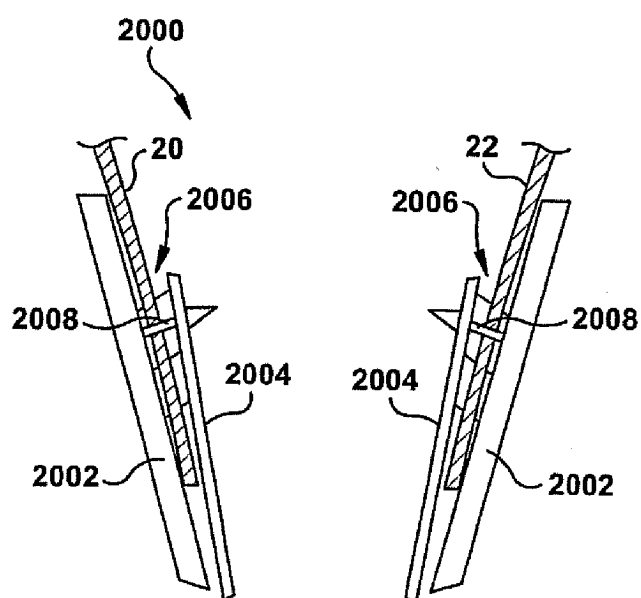


Fig. 134

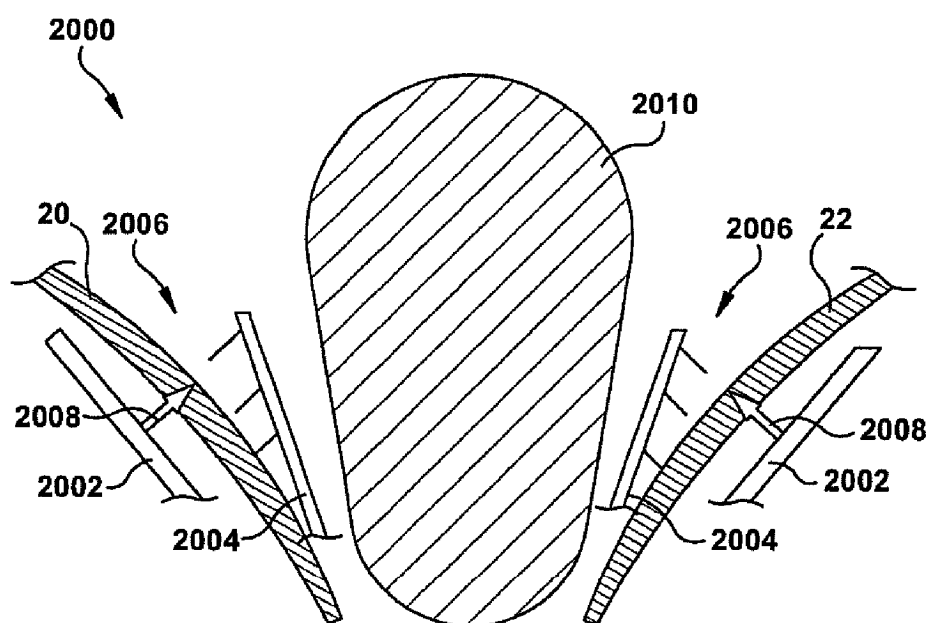


Fig. 135

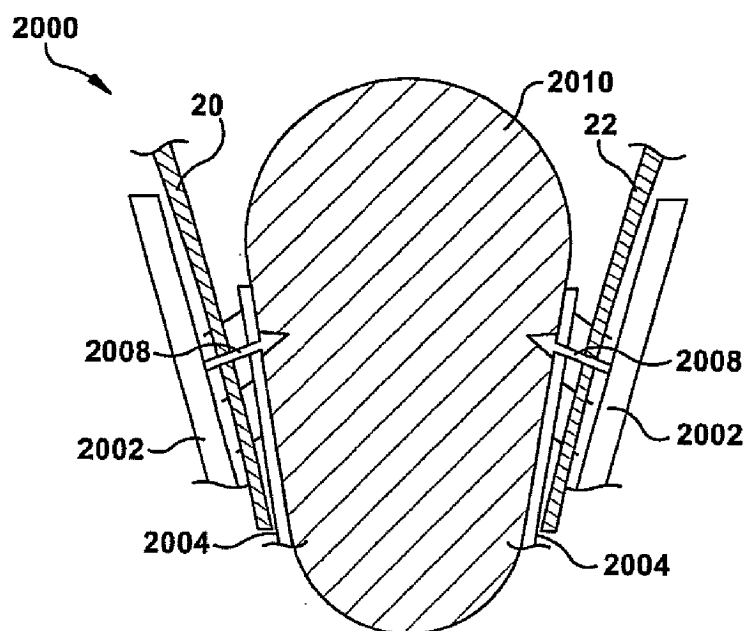


Fig. 136

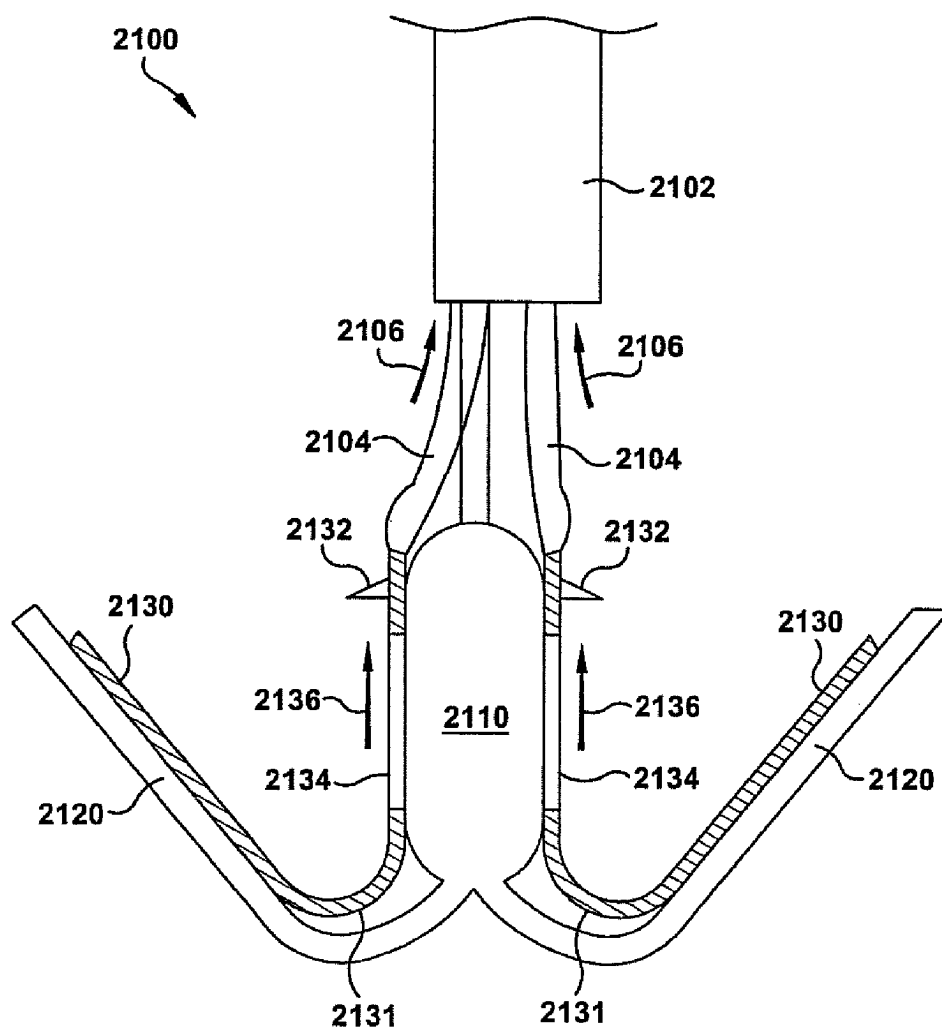


Fig. 137

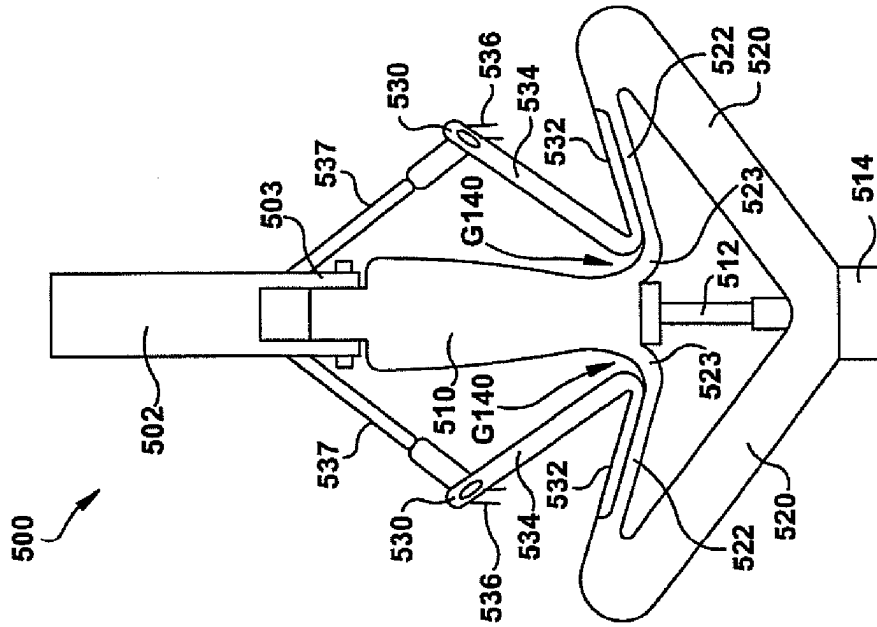


Fig. 138

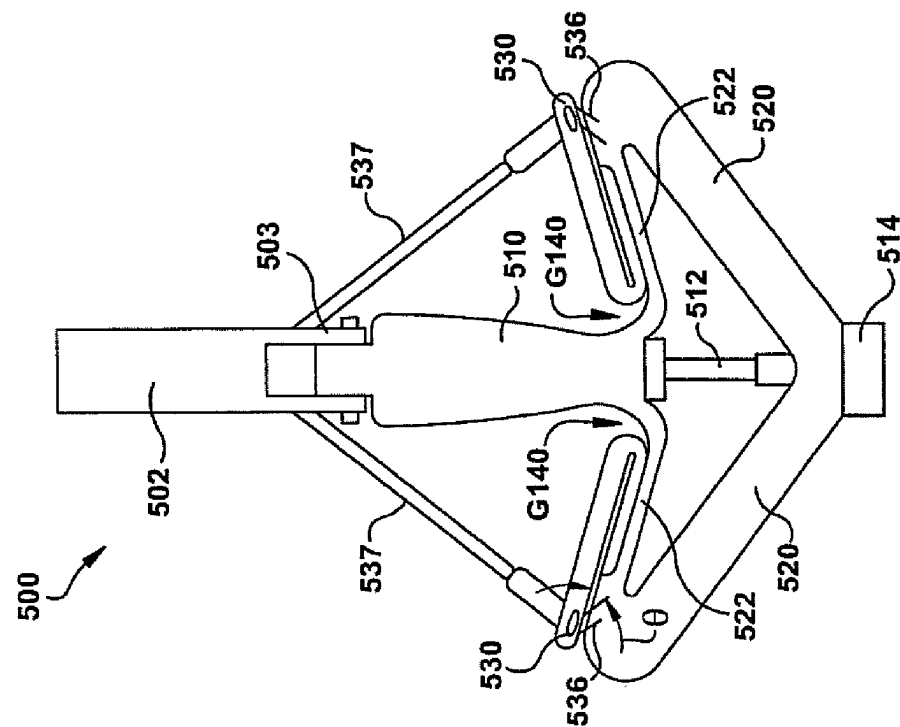


Fig. 139

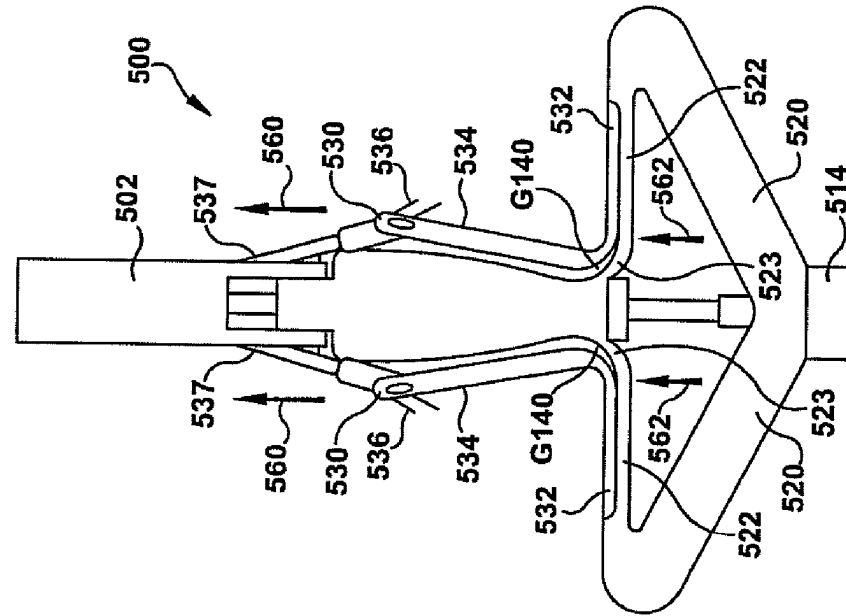


Fig. 141

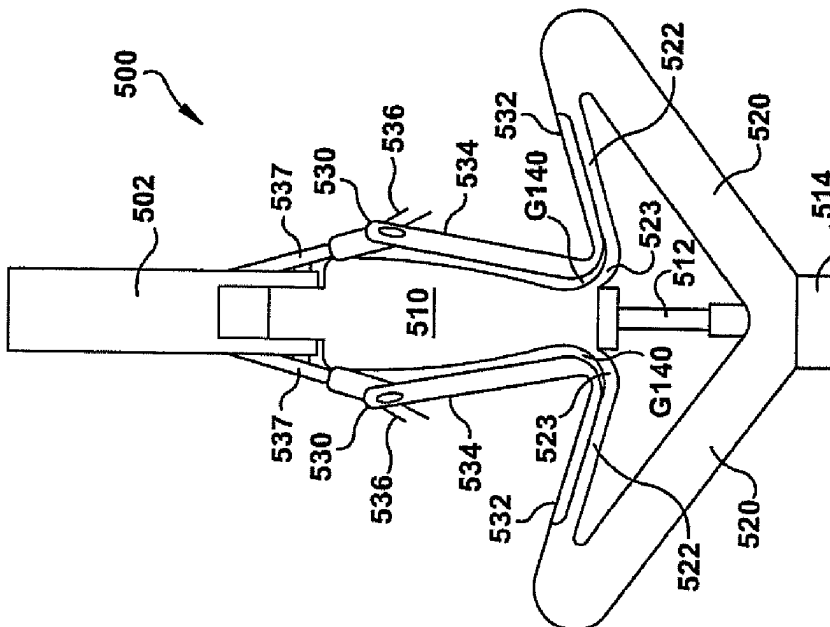


Fig. 140

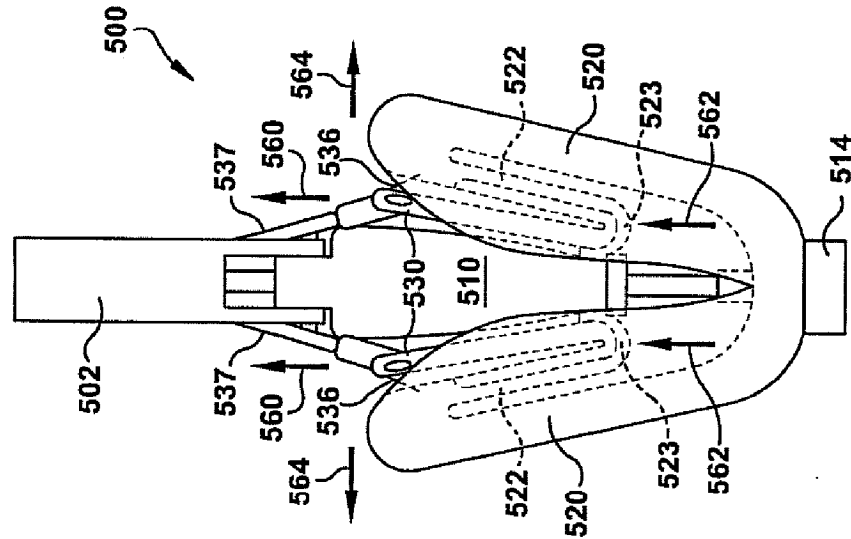


Fig. 142

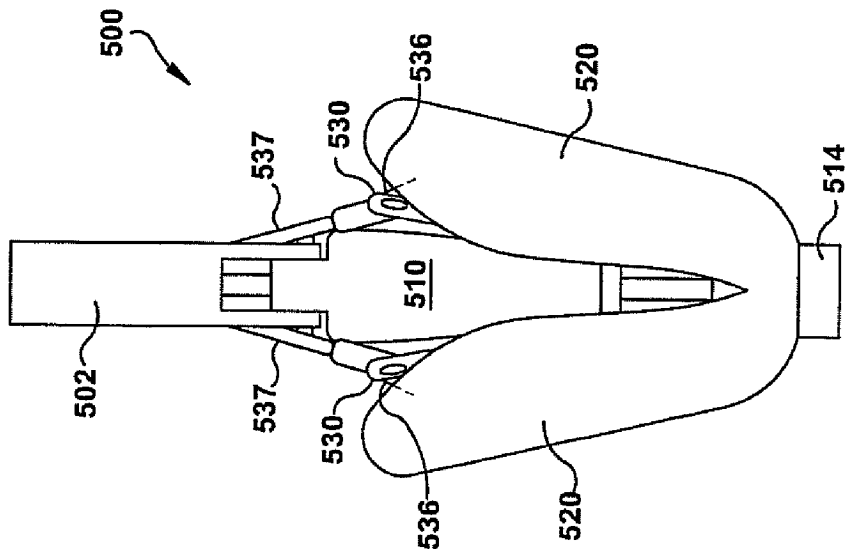


Fig. 143

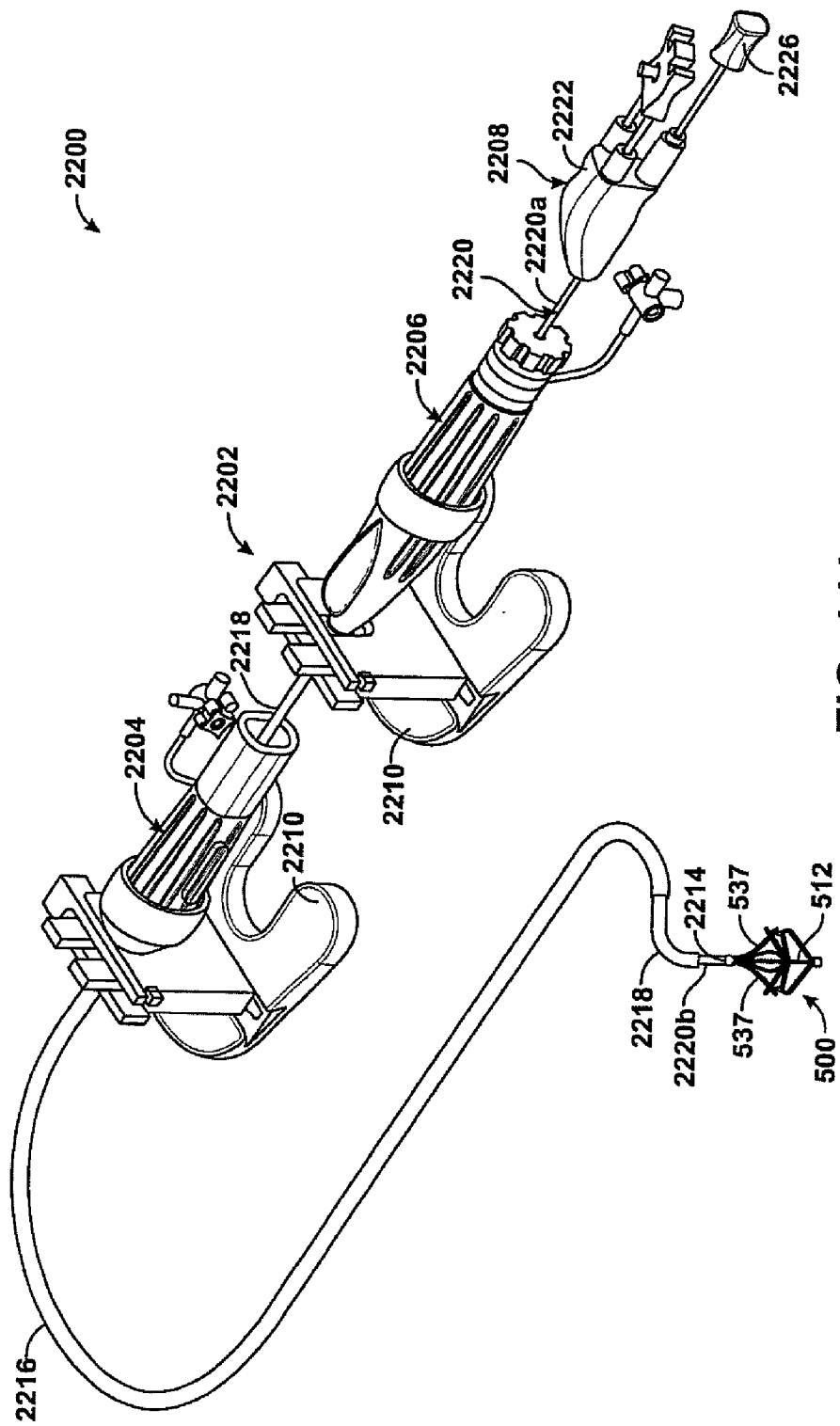


FIG. 144

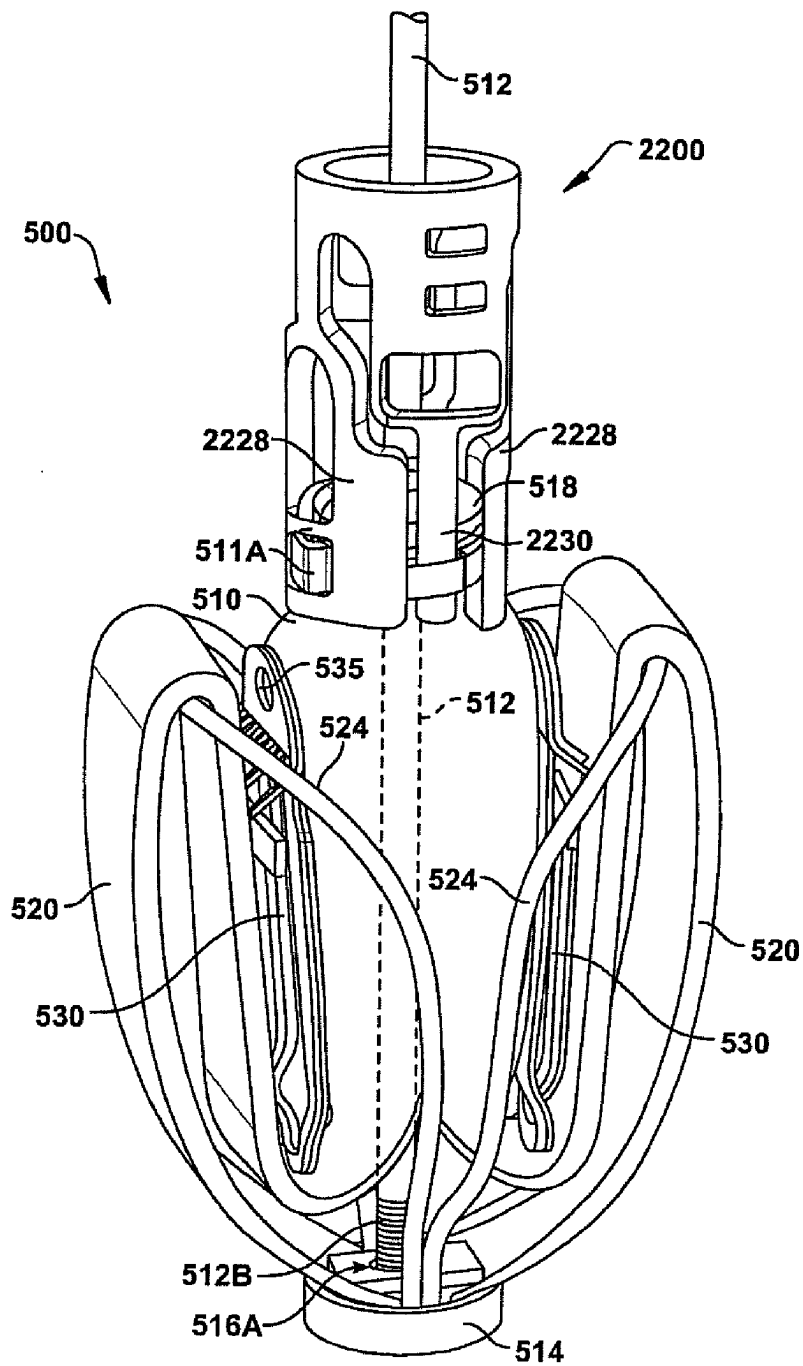


FIG.145

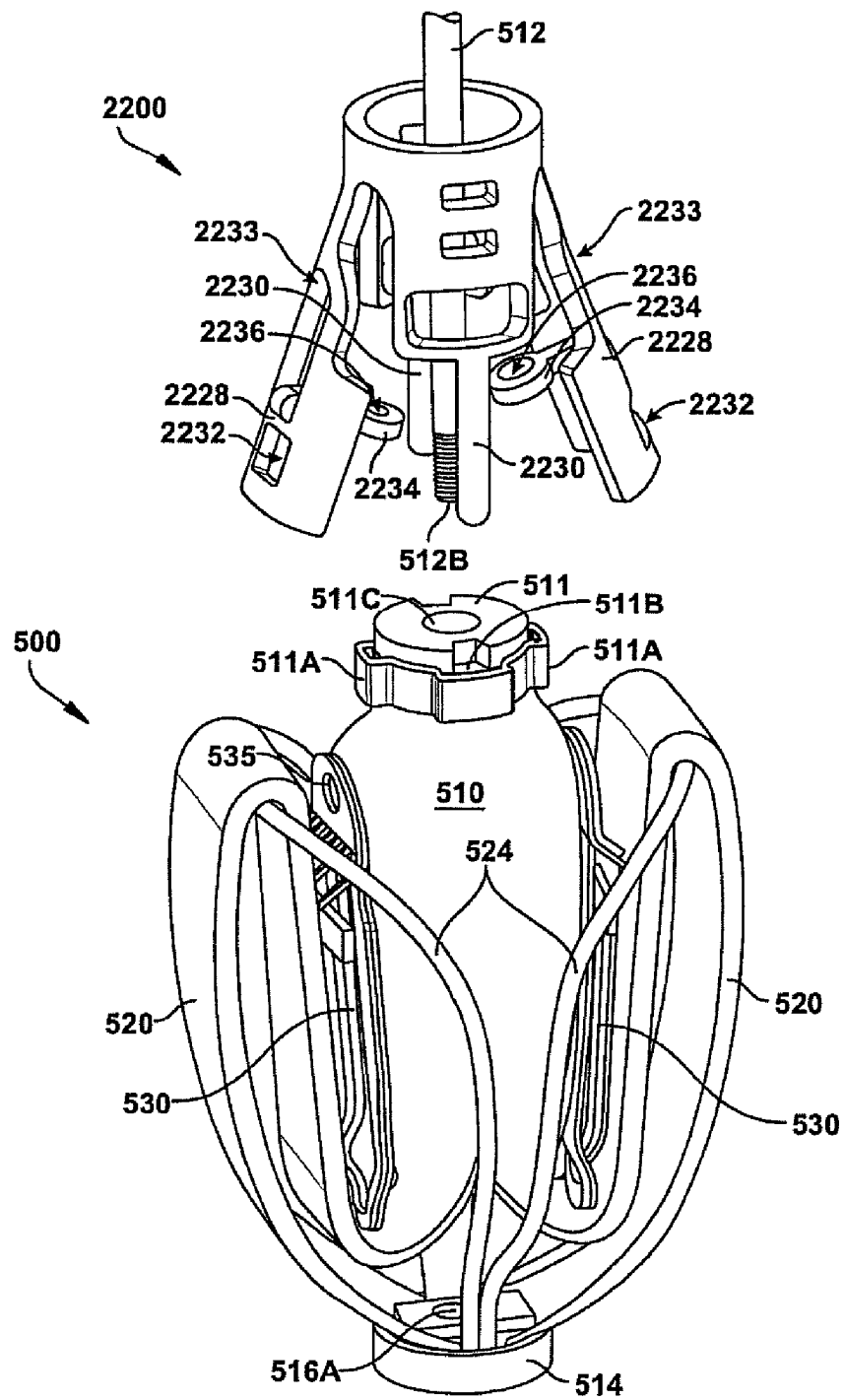


FIG.146

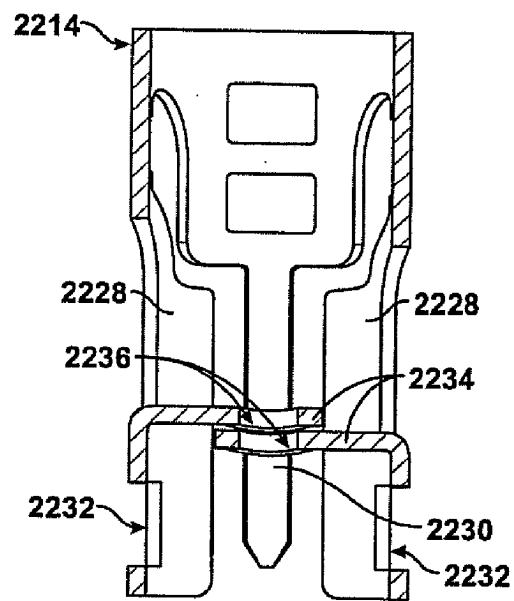


FIG. 147

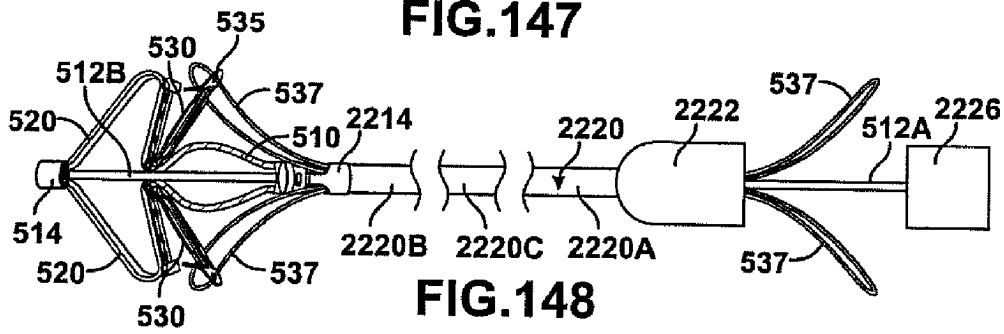


FIG. 148

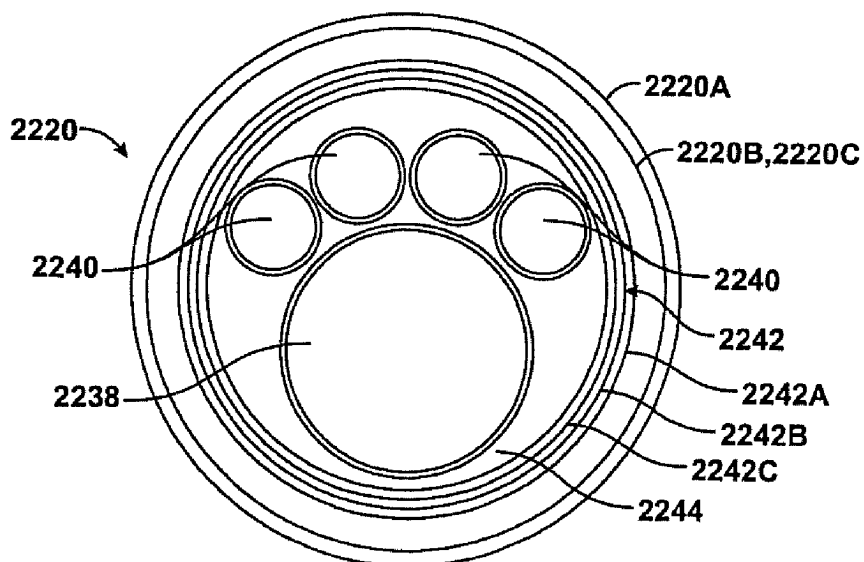
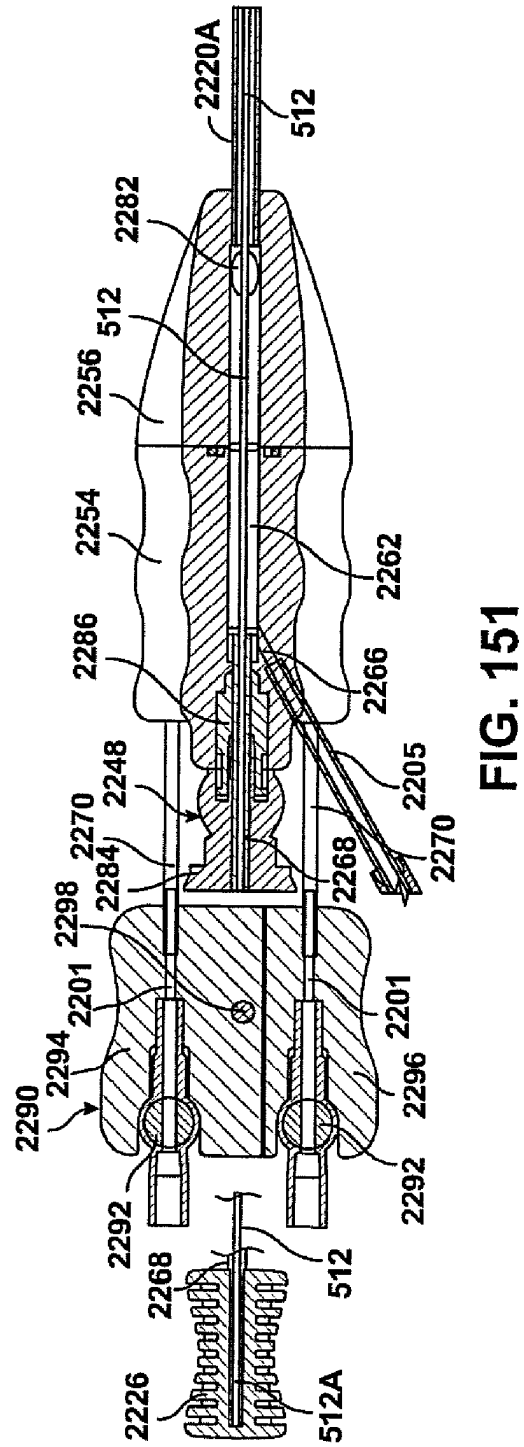
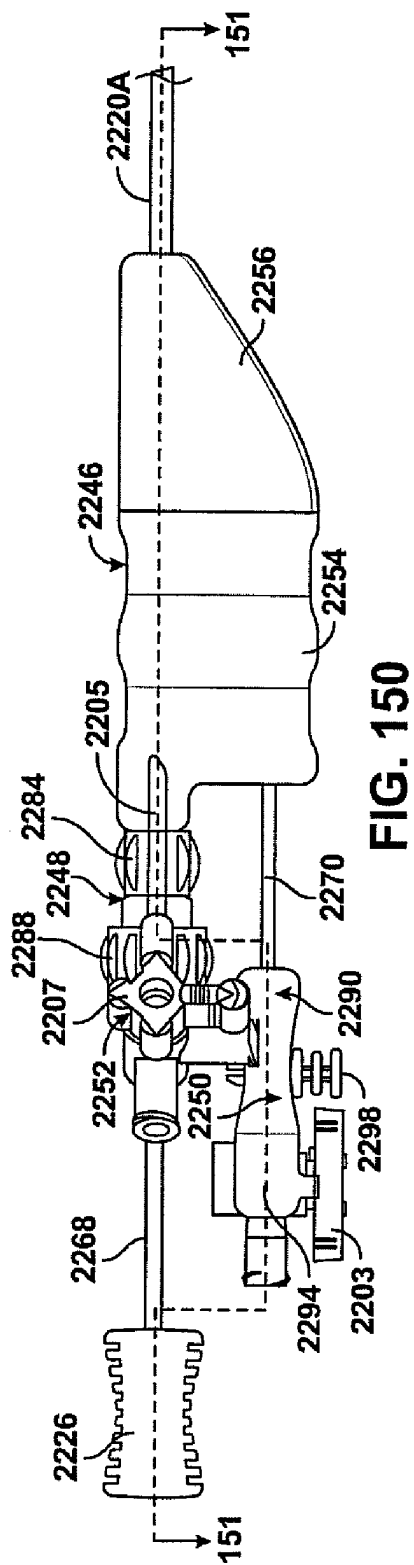


FIG. 149



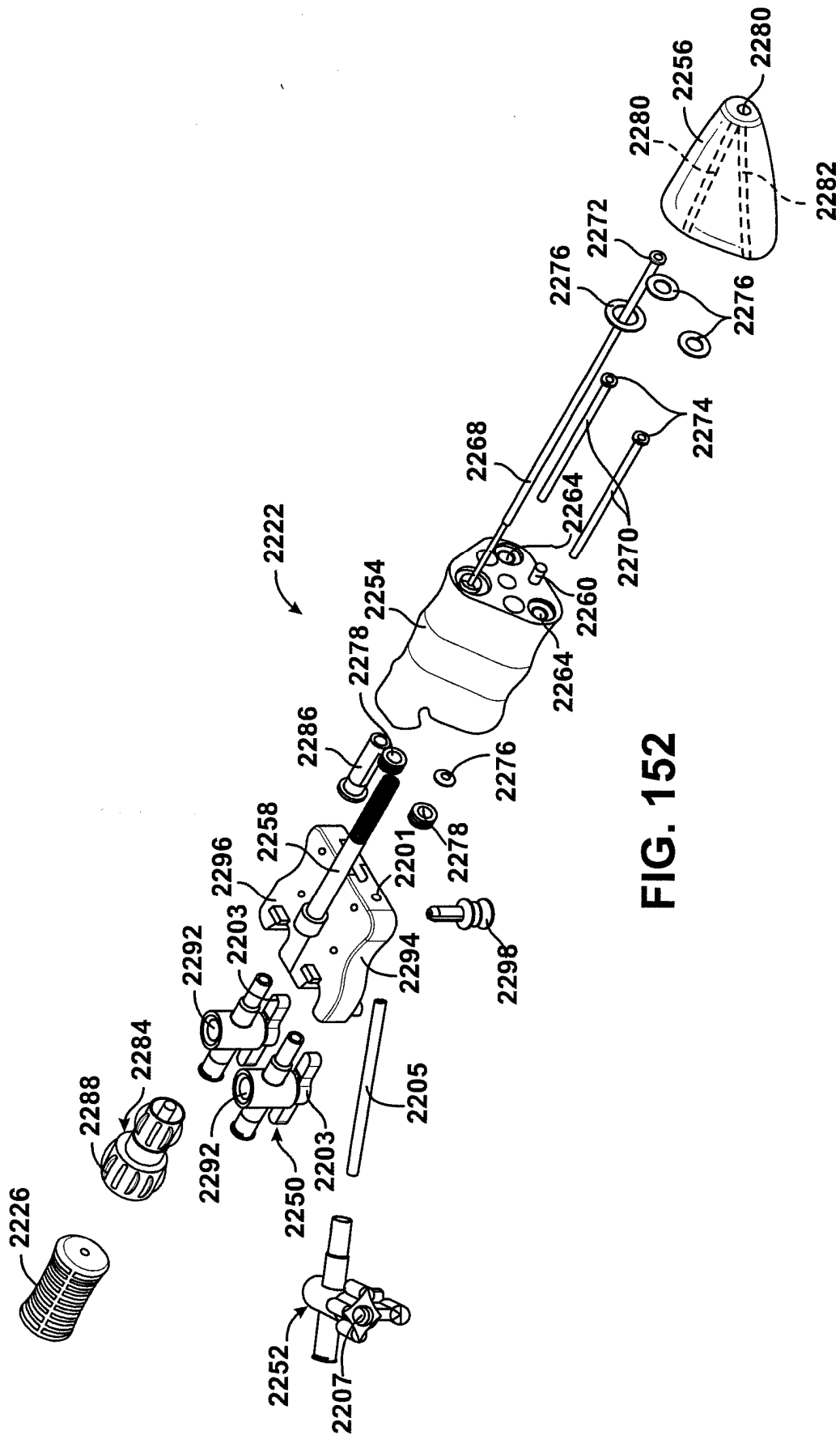


FIG. 152

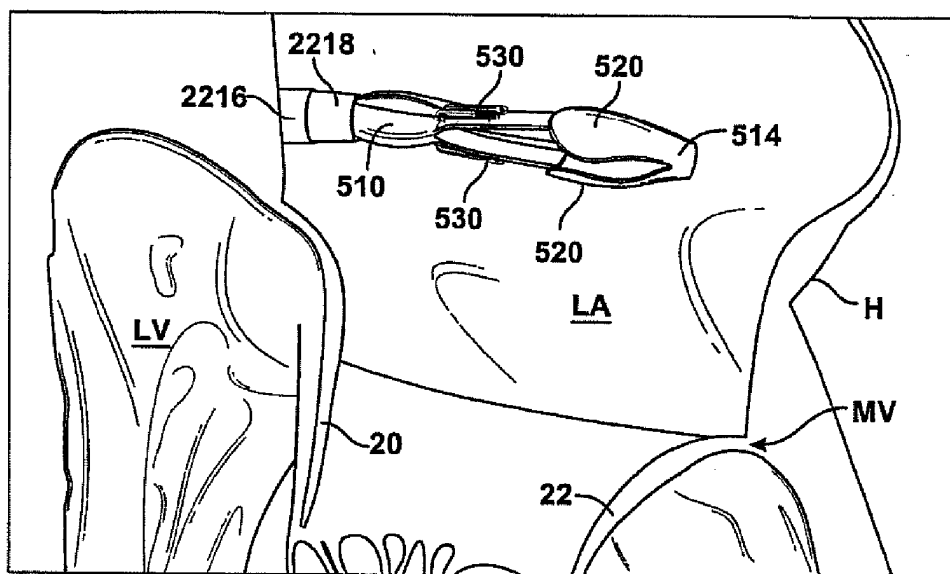


Fig. 153

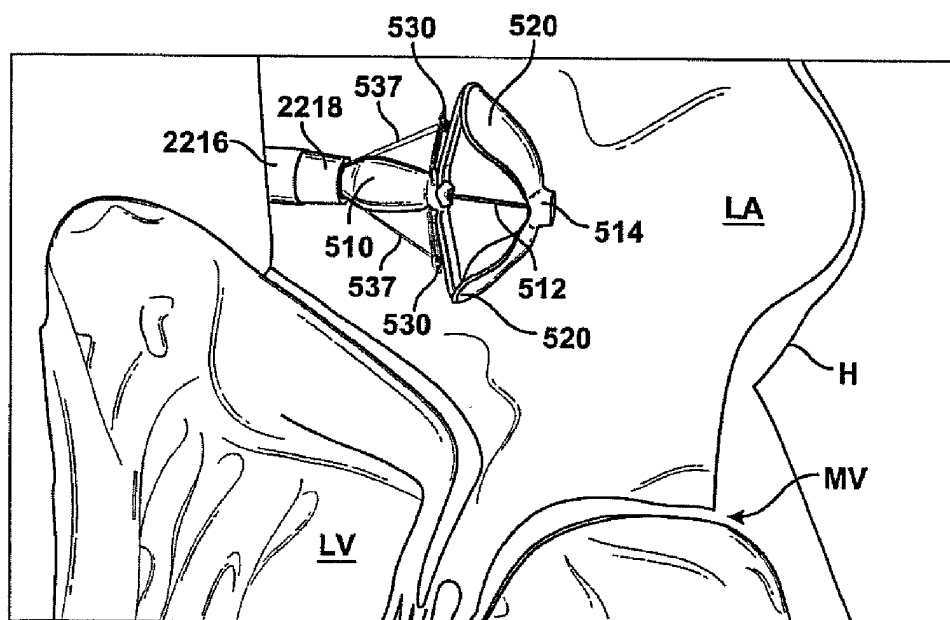


Fig. 154

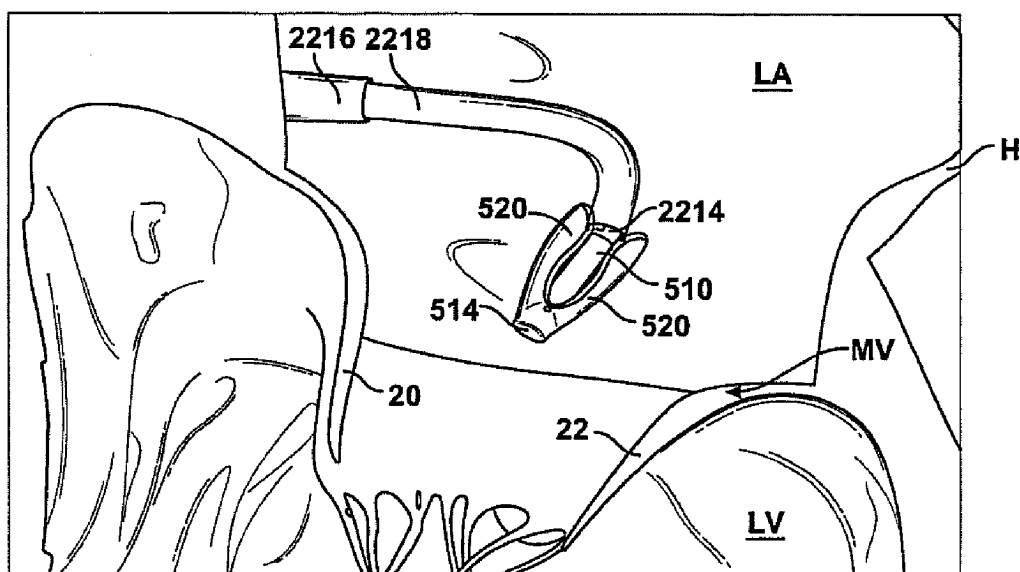


Fig. 155

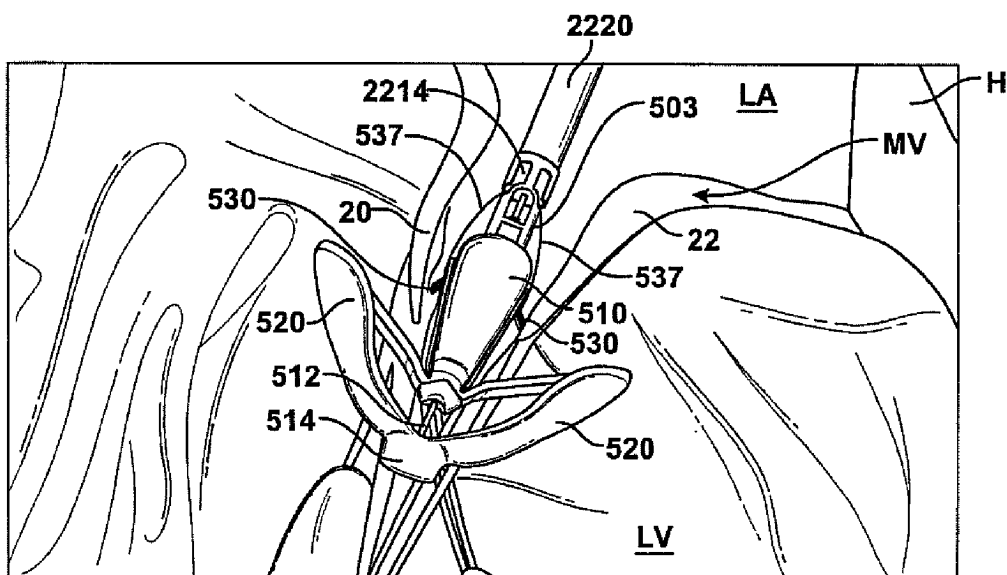


Fig. 156

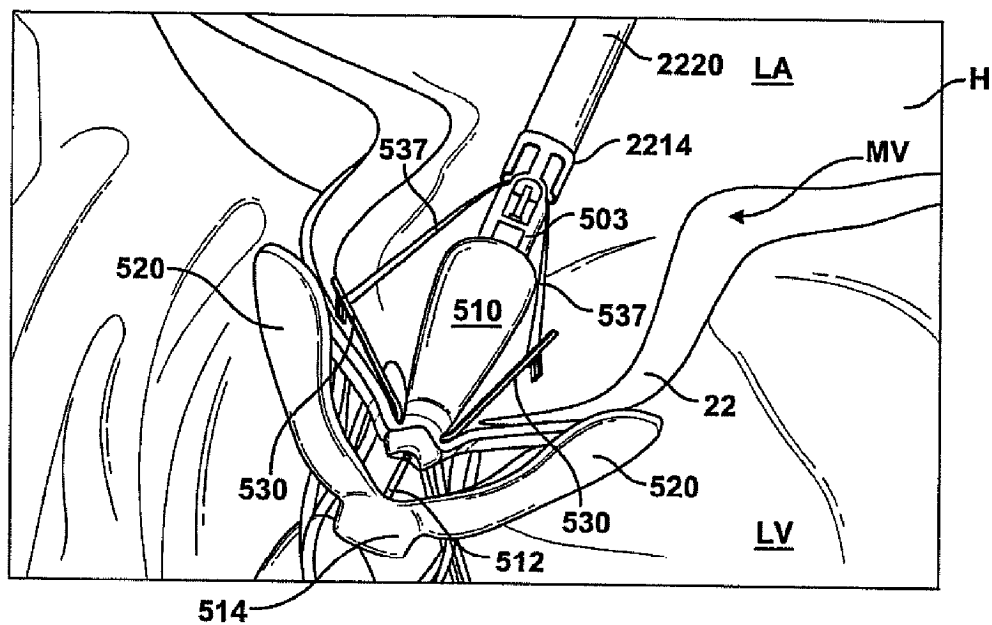


Fig. 157

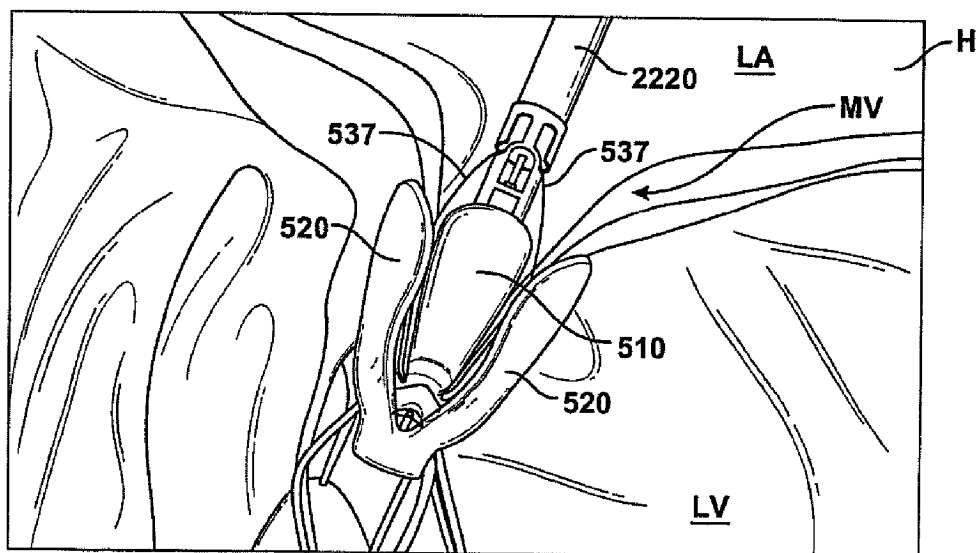


Fig. 158

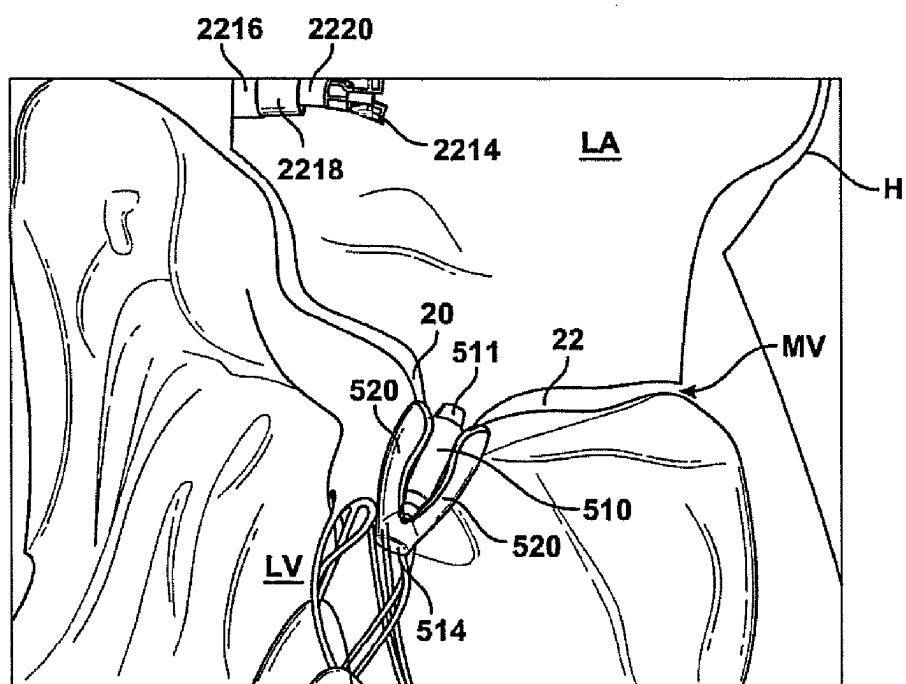


Fig. 159

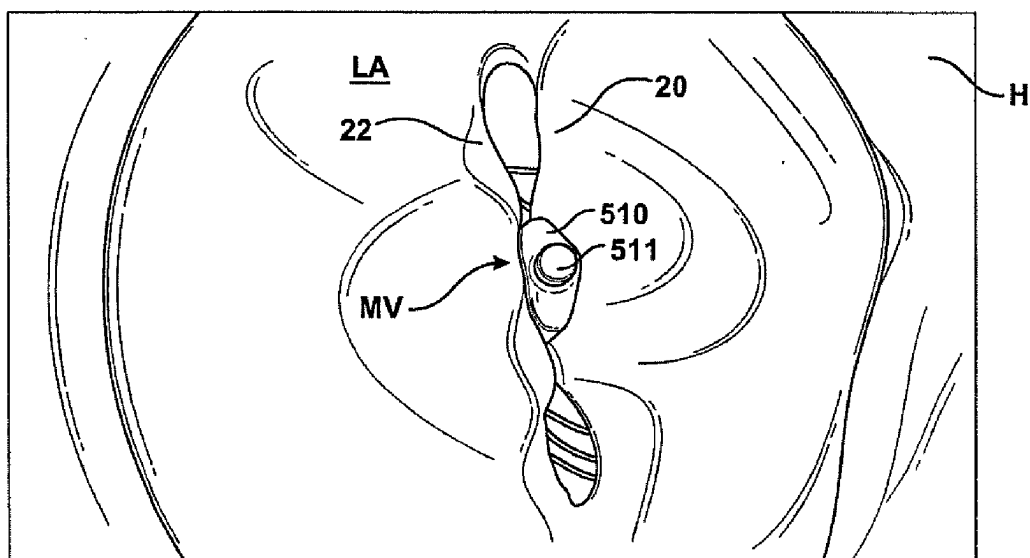
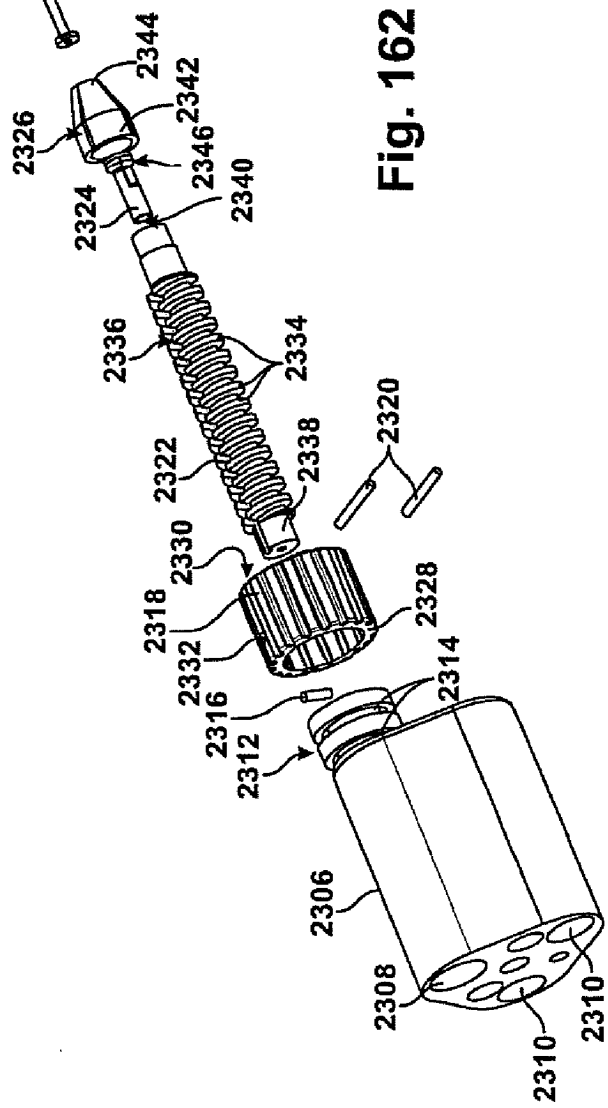
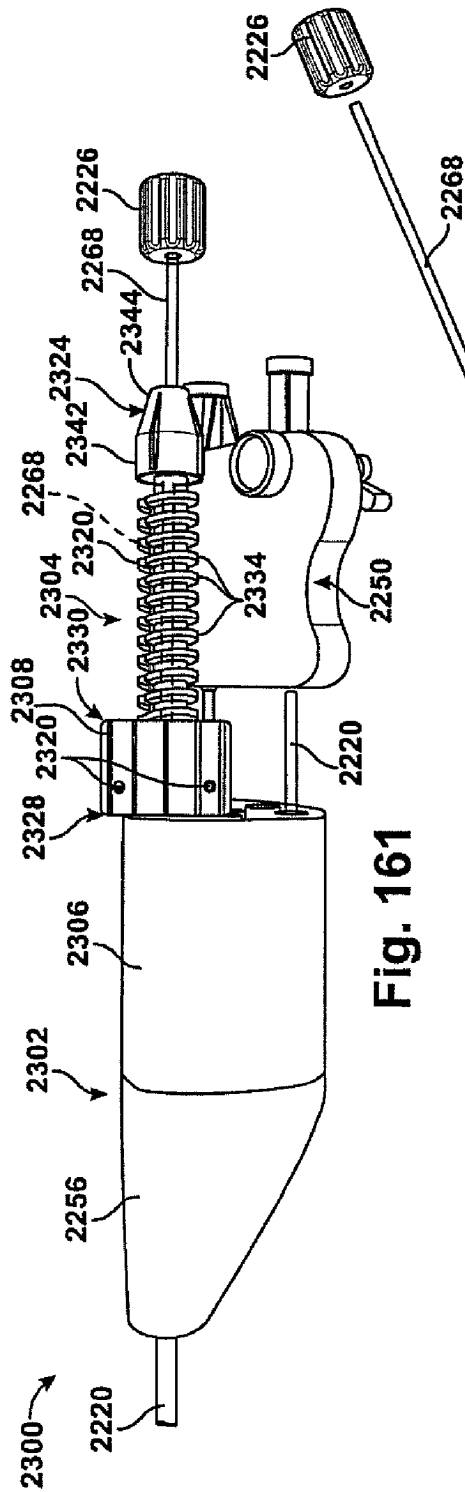


Fig. 160



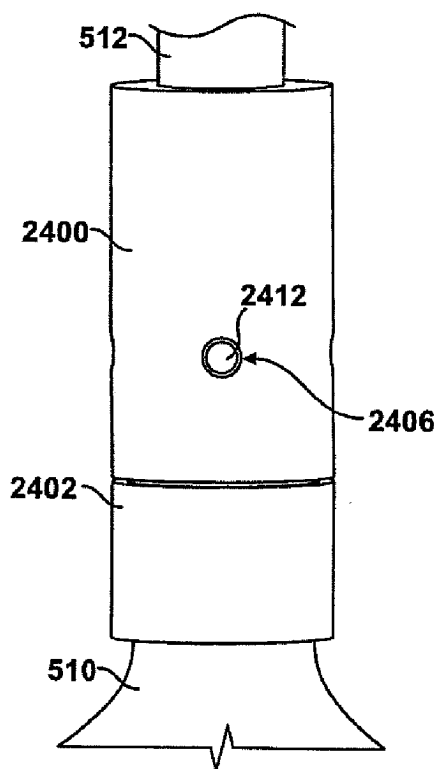


Fig. 163

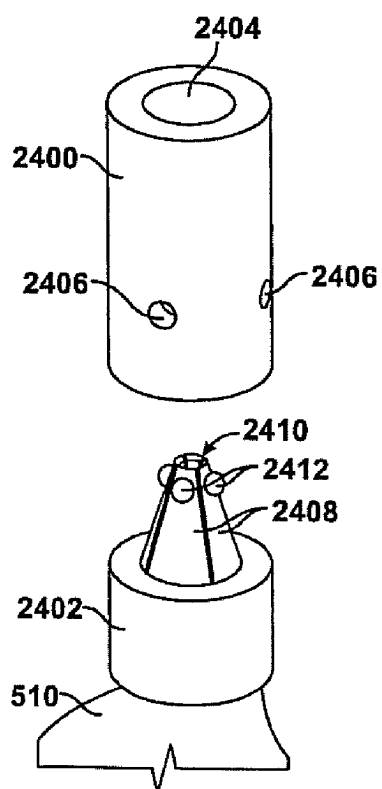
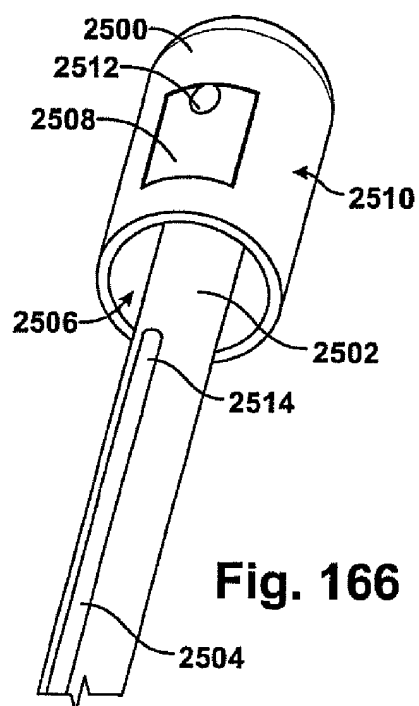
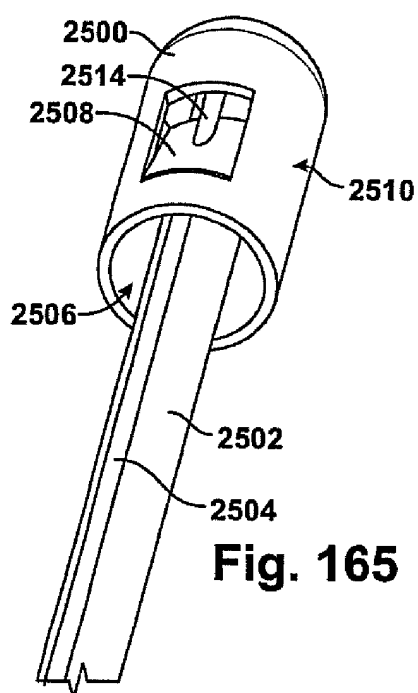


Fig. 164



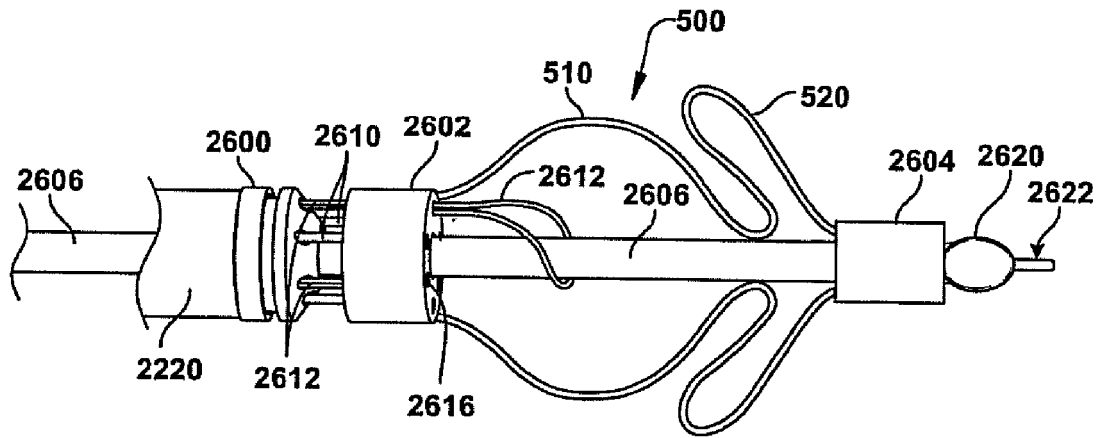


Fig. 167

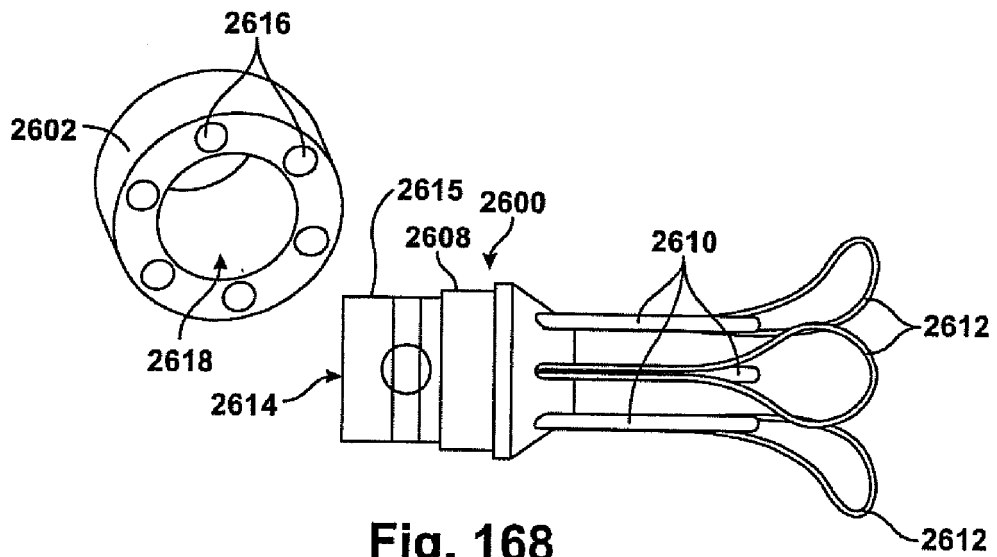


Fig. 168

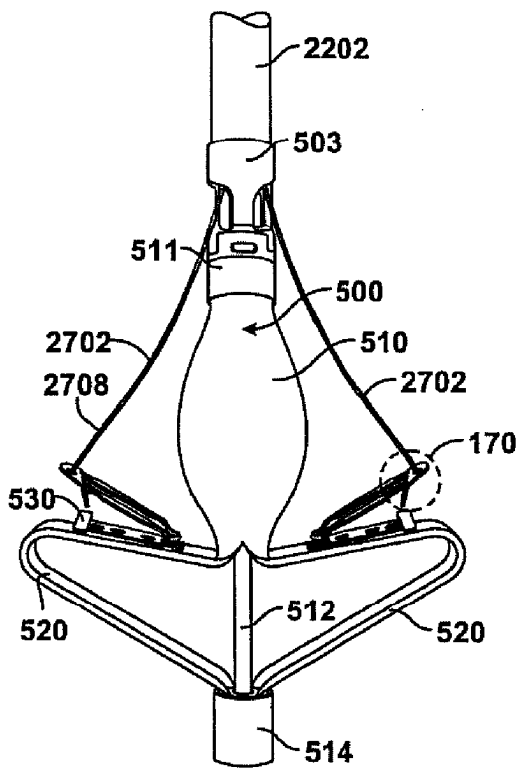


Fig. 169

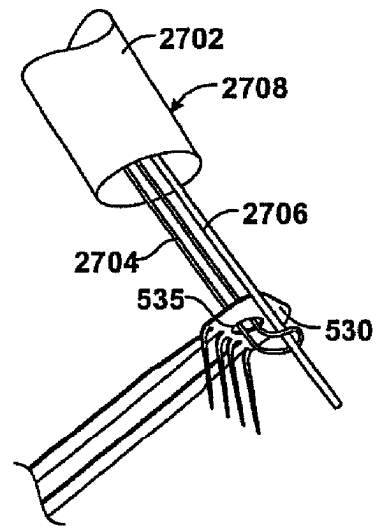


Fig. 170

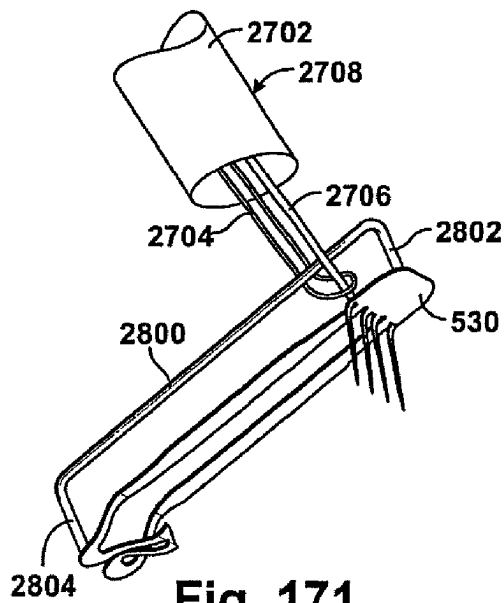


Fig. 171

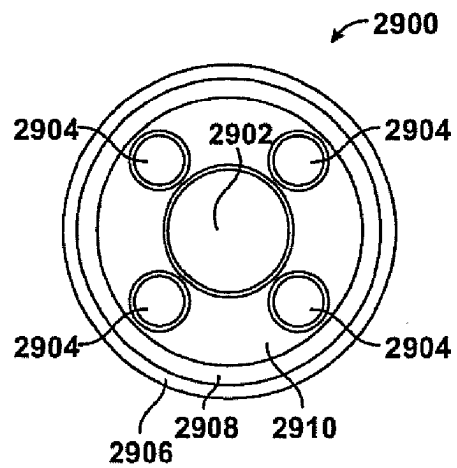
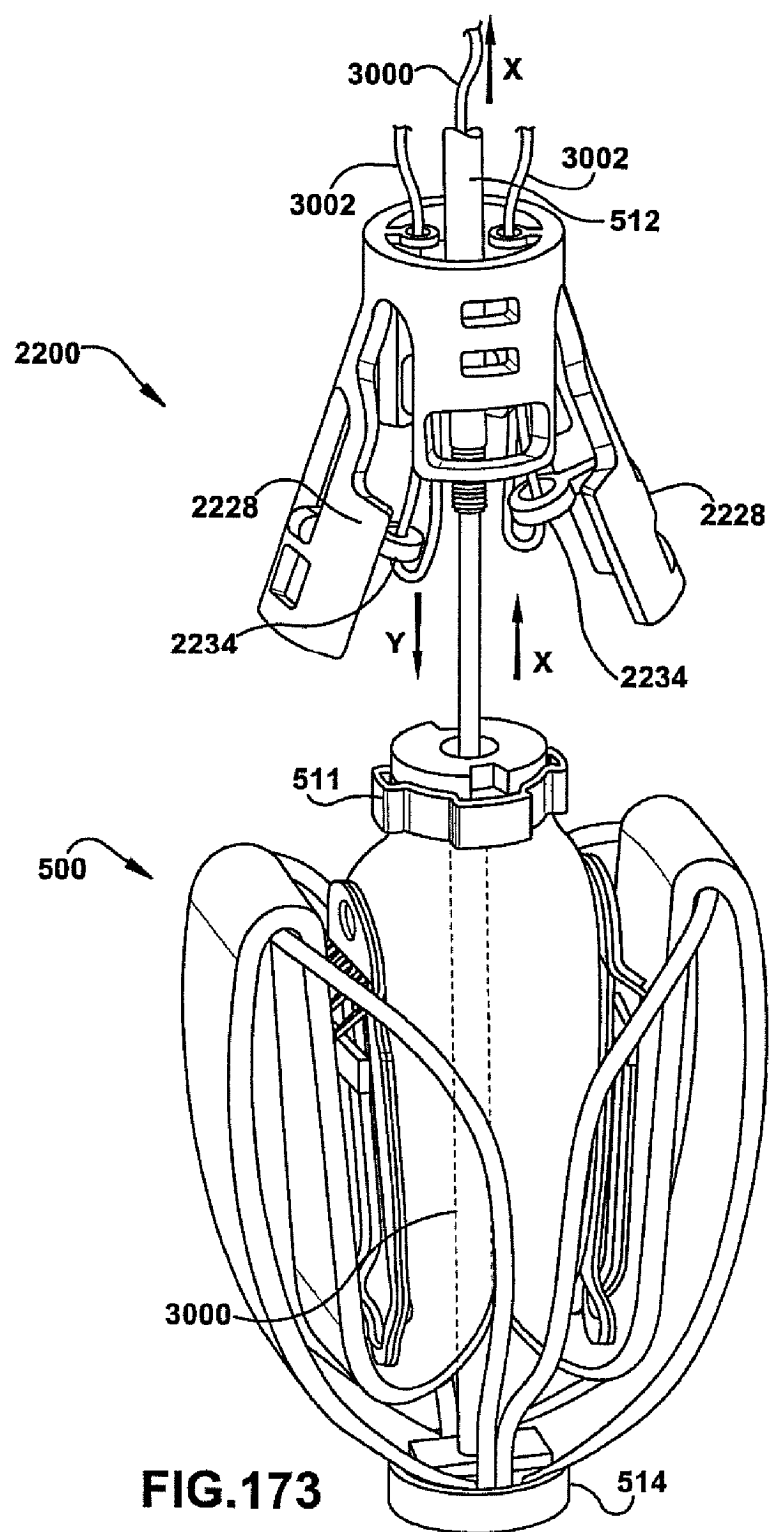
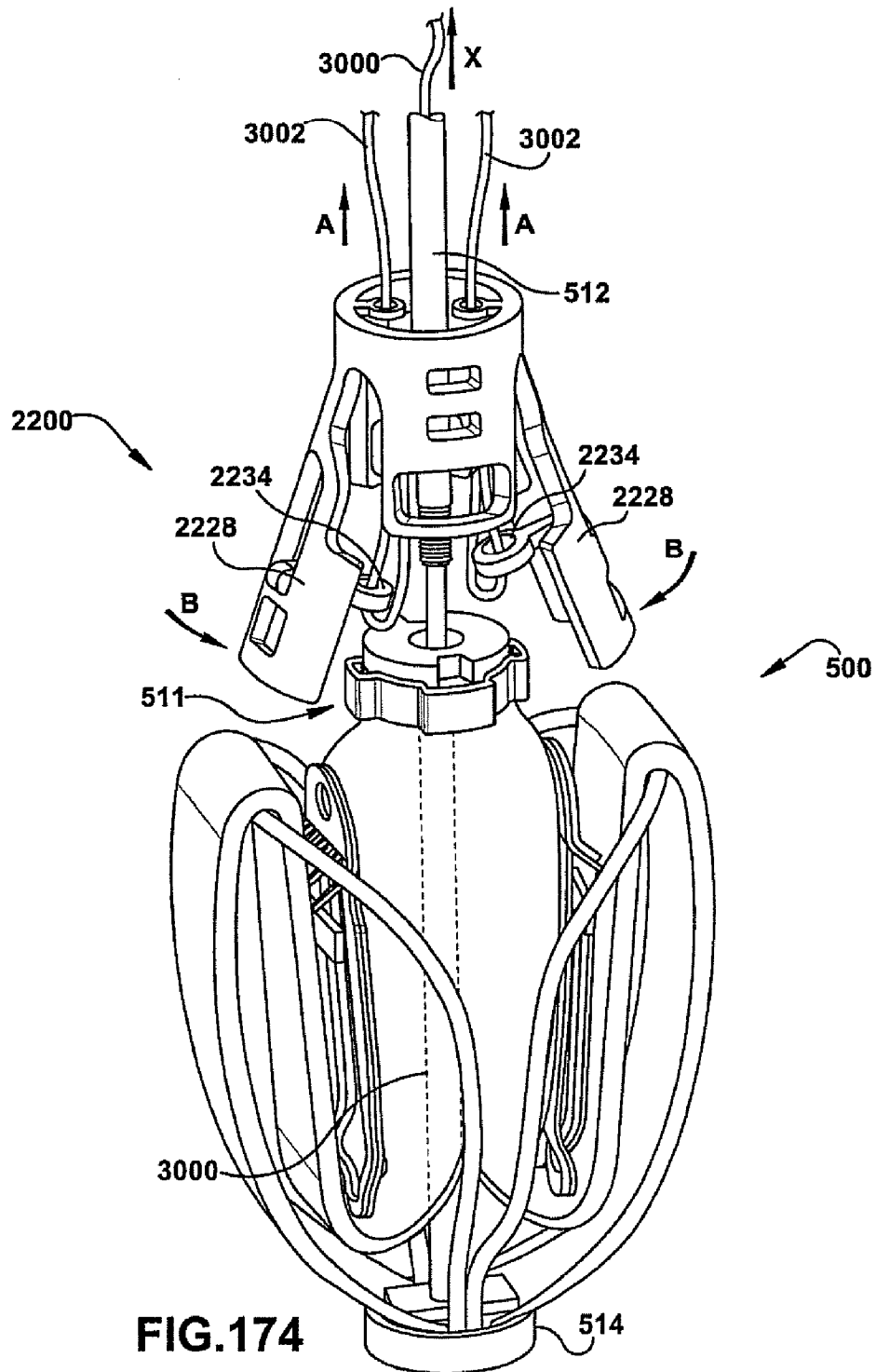
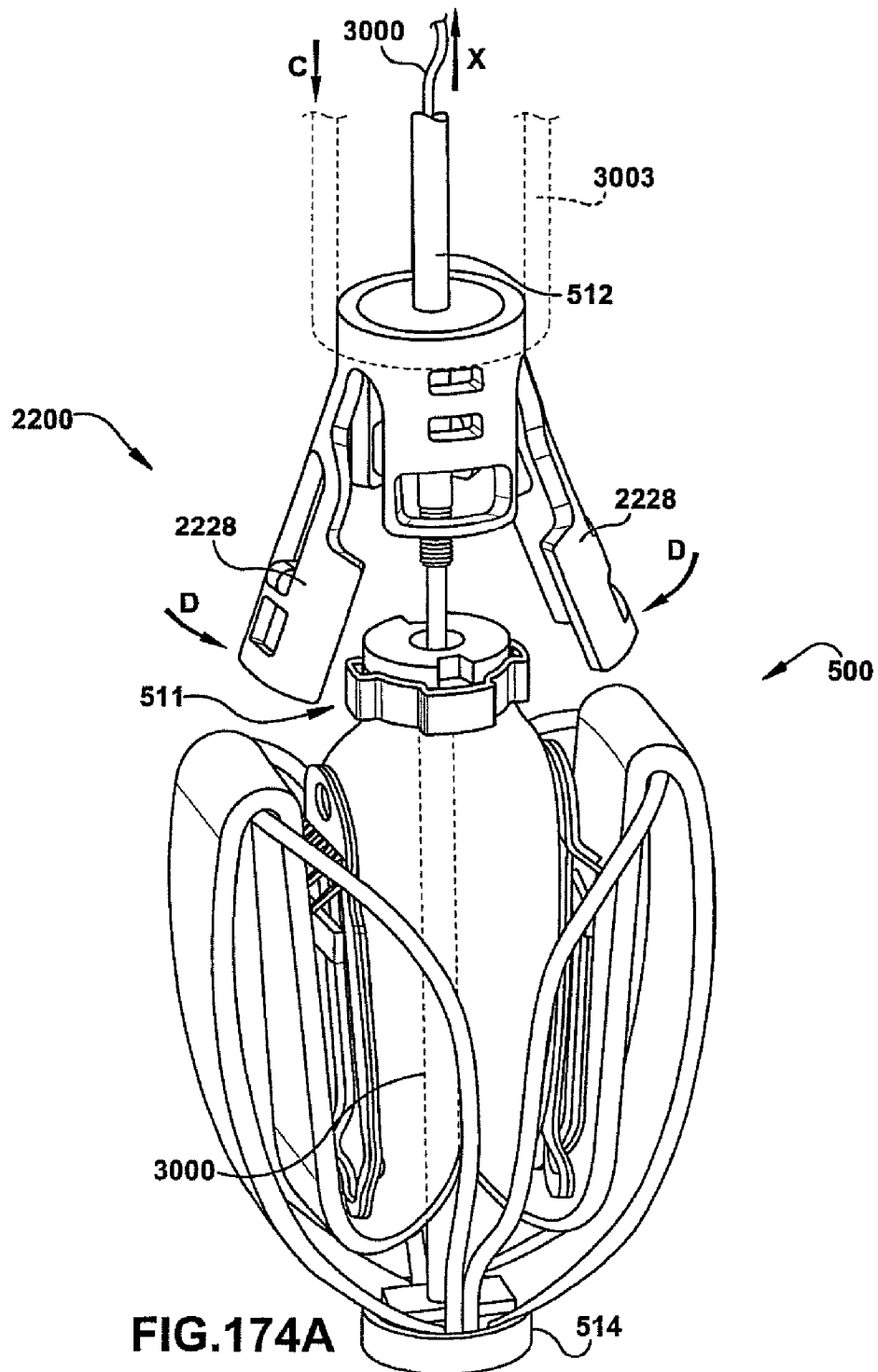


Fig. 172







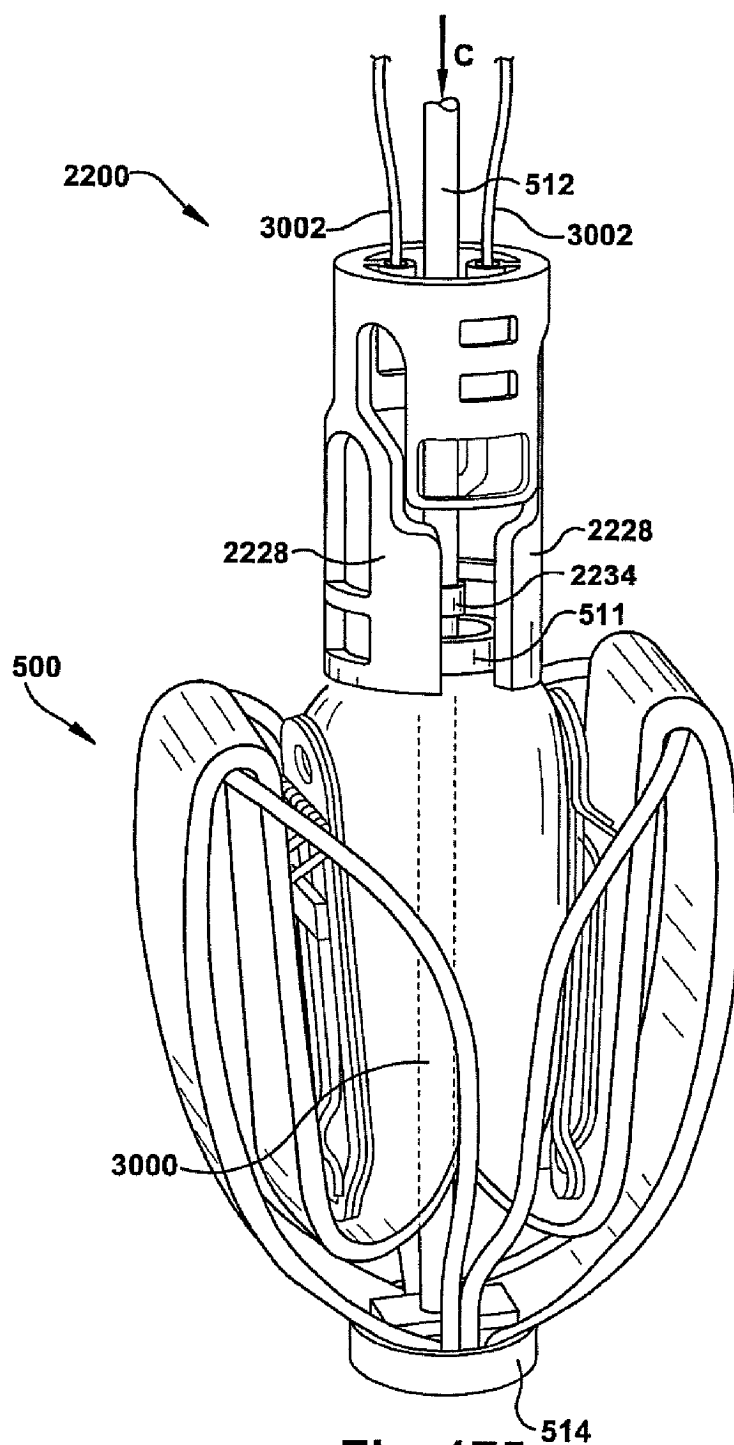


Fig. 175

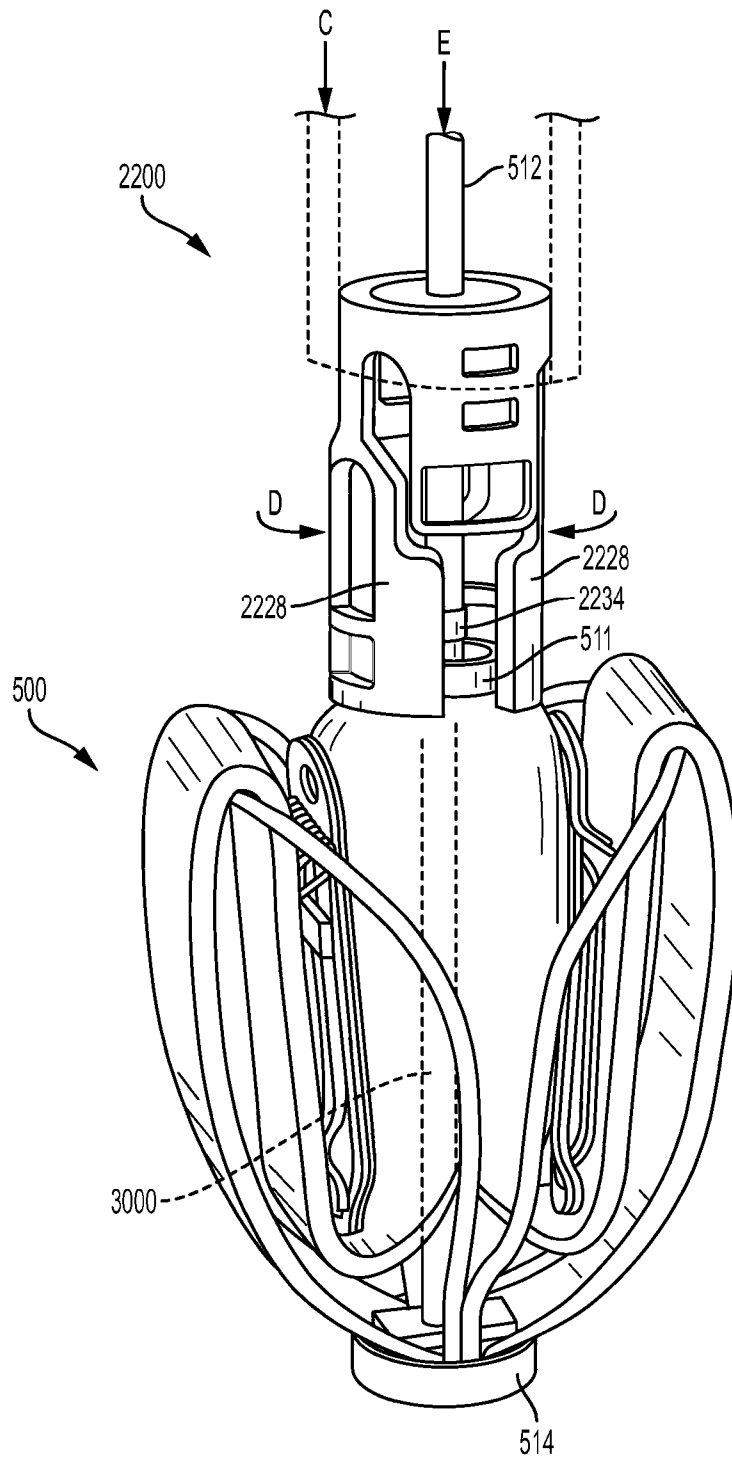


Fig. 175A

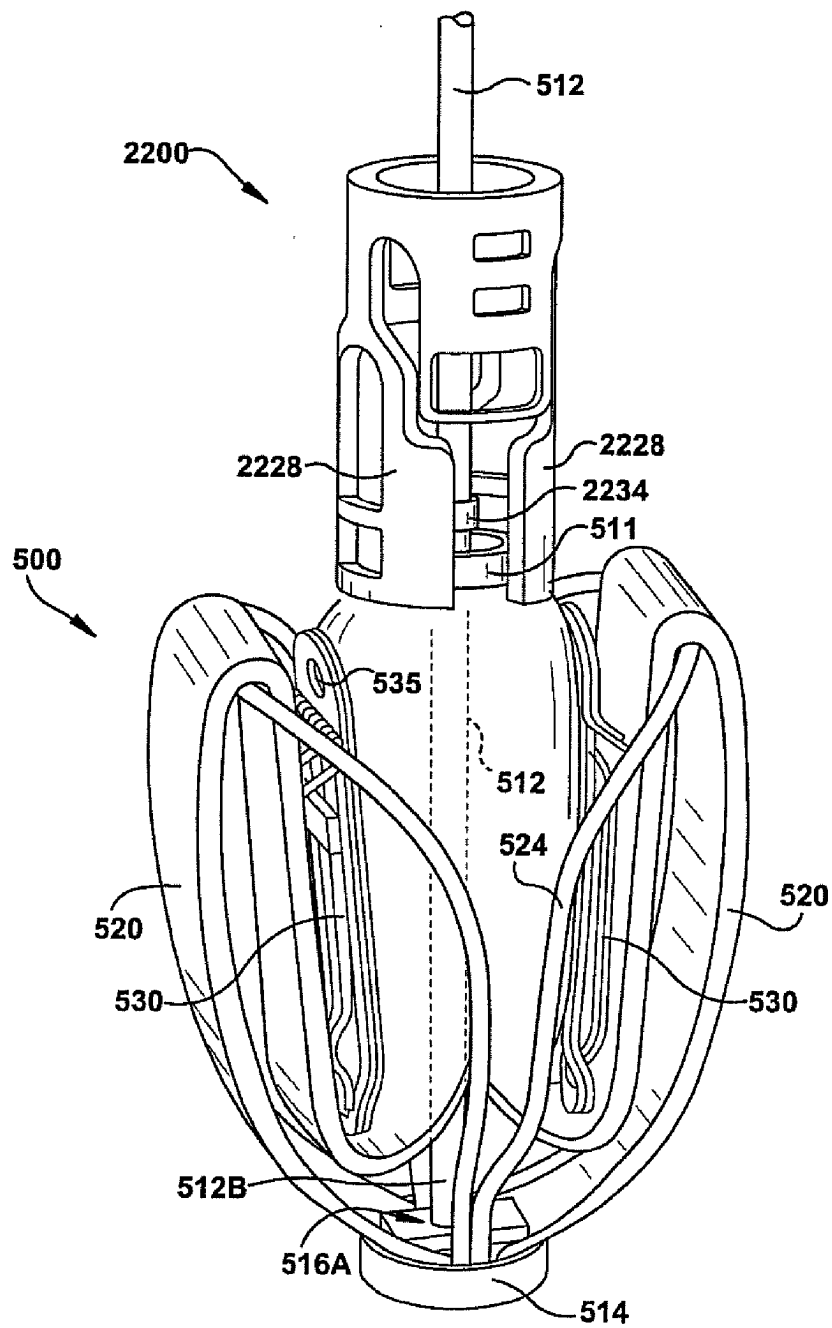


Fig. 176

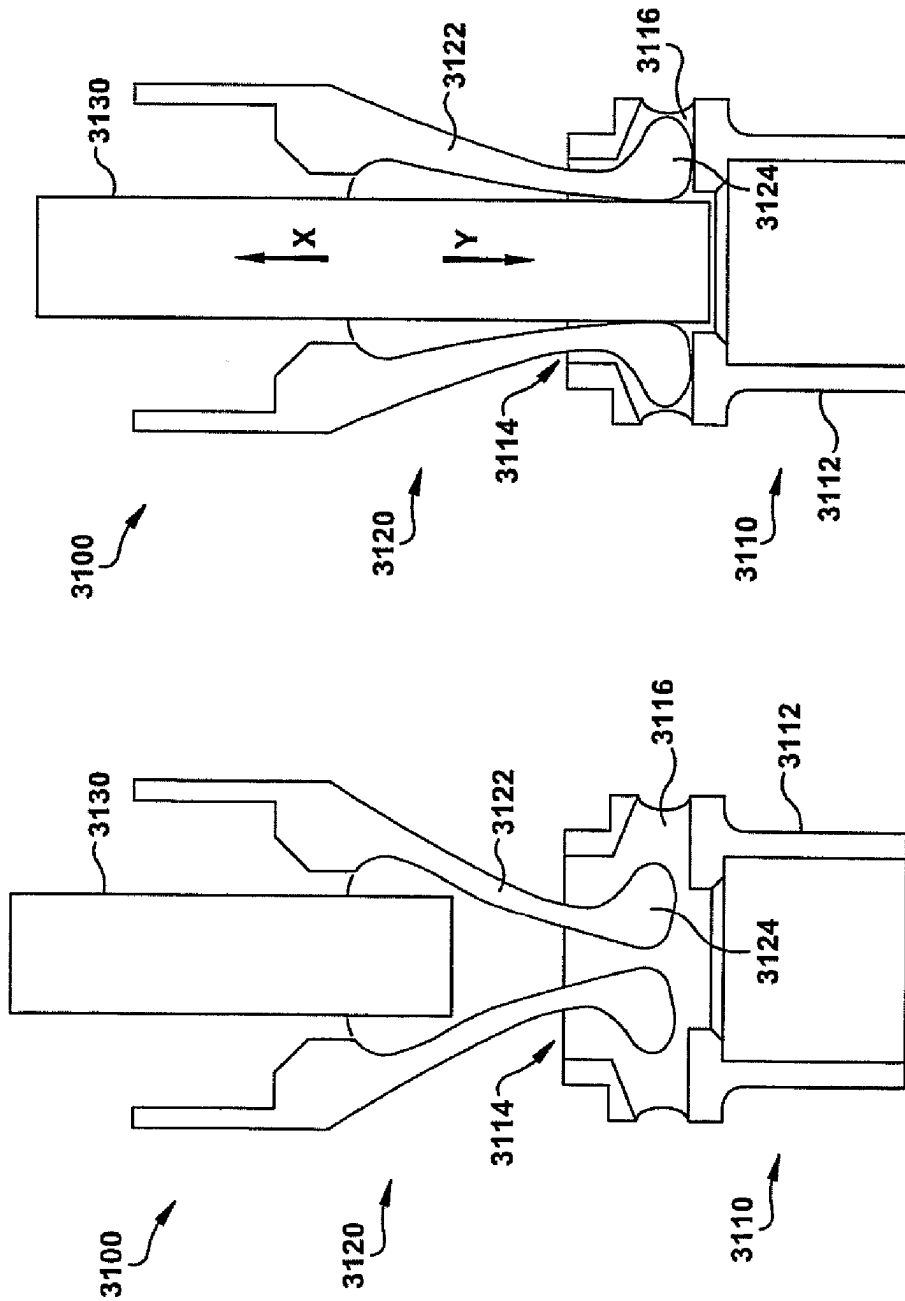


Fig. 178

Fig. 177

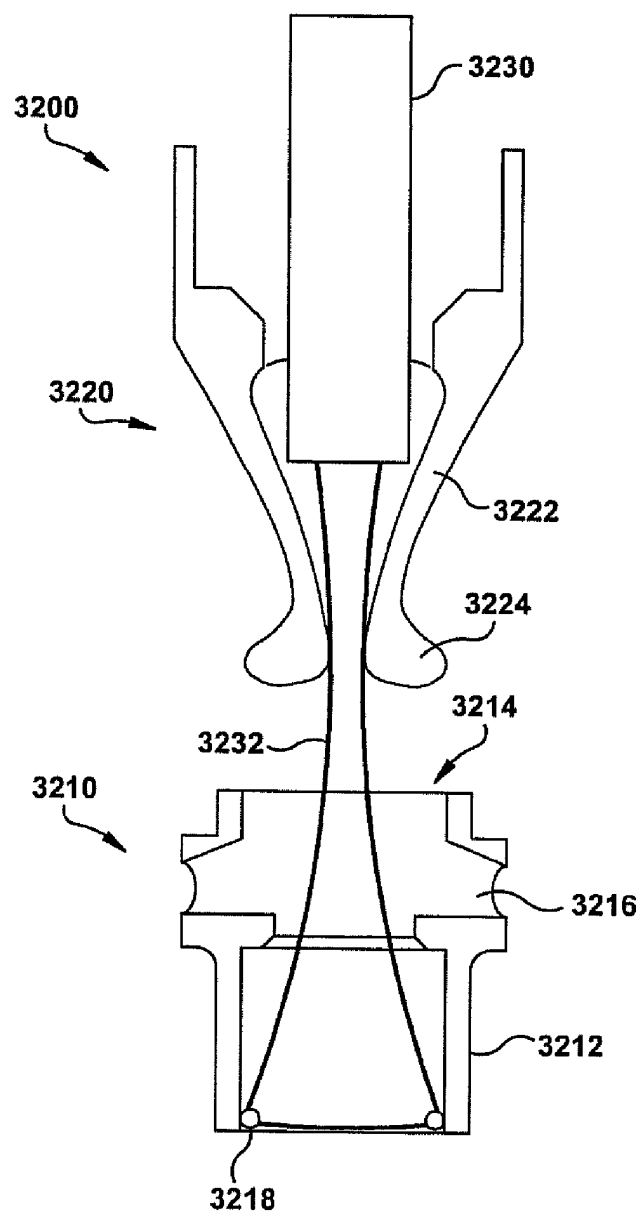


Fig. 179

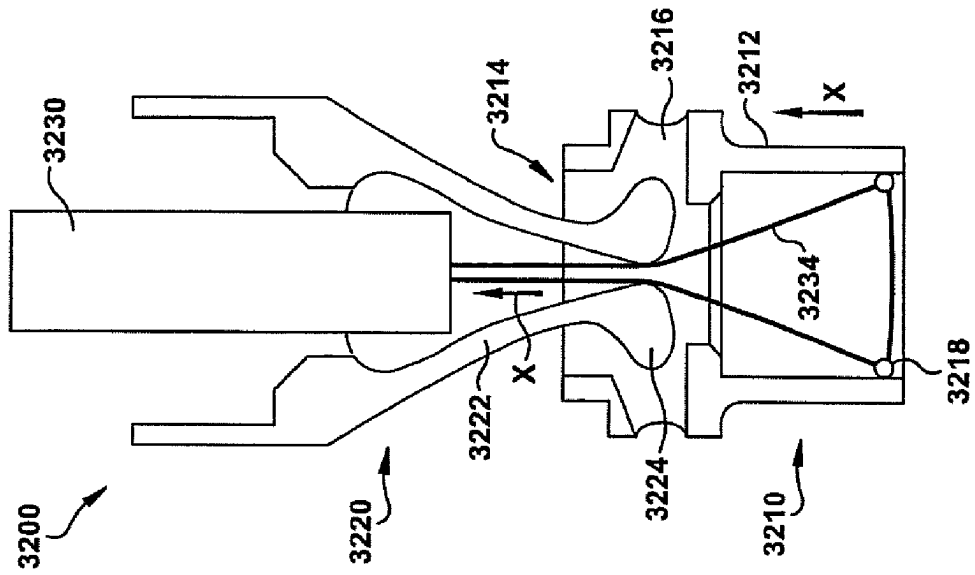


Fig. 180

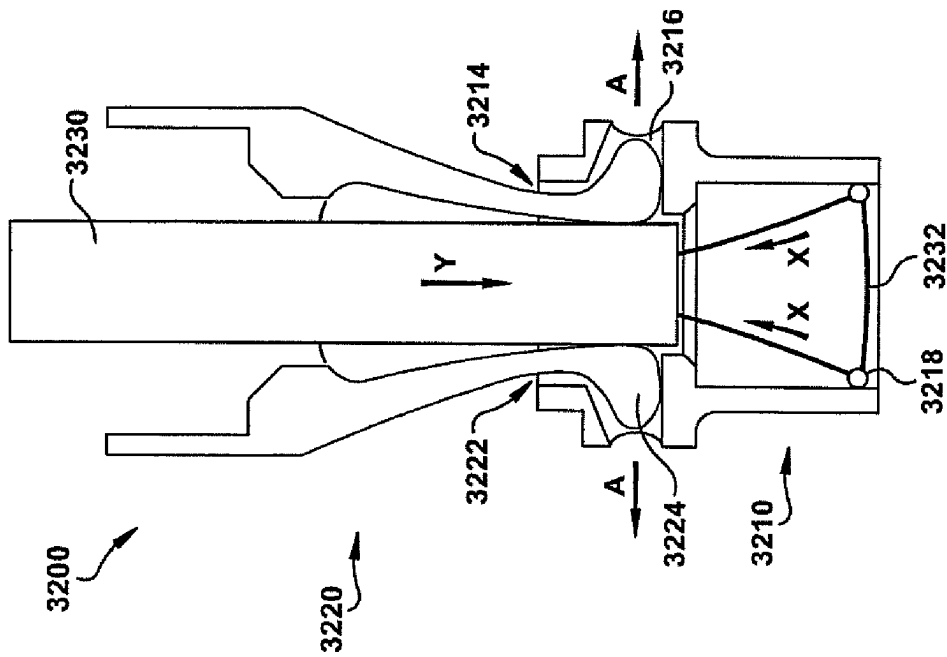
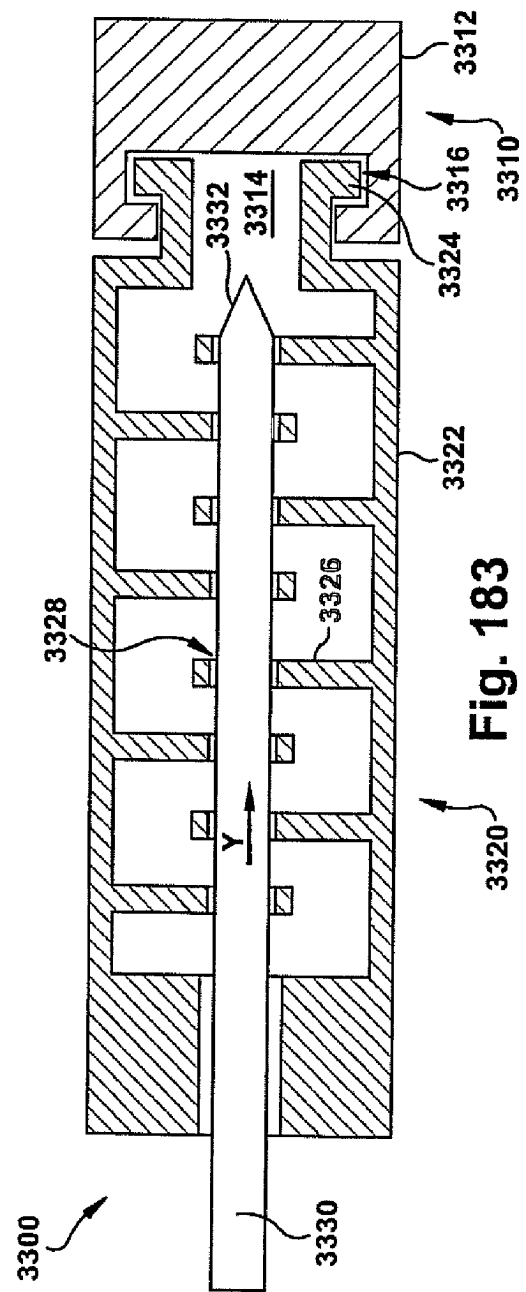
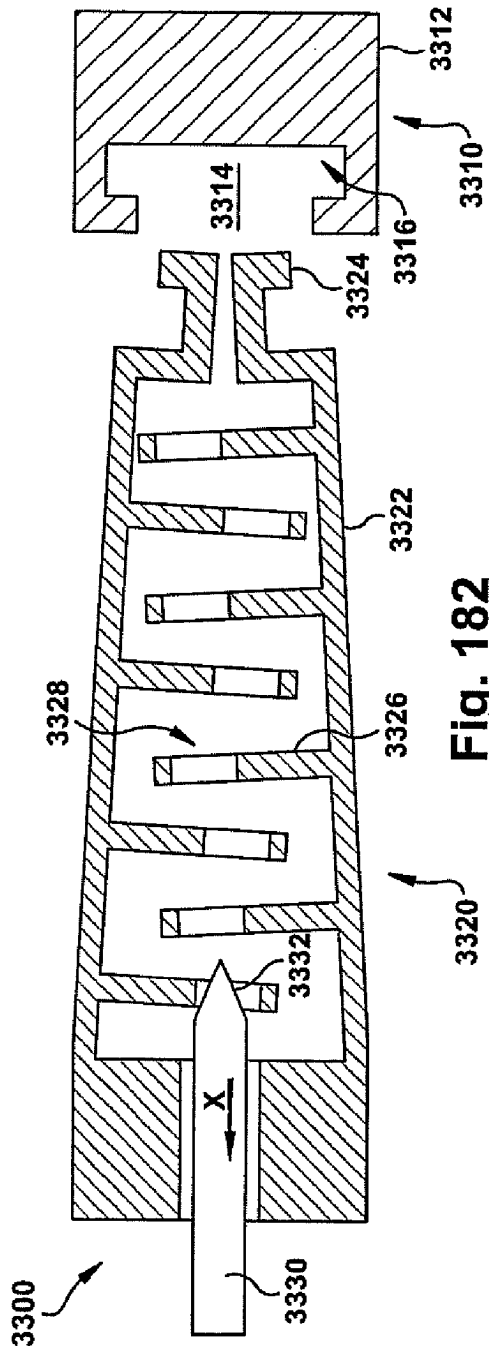
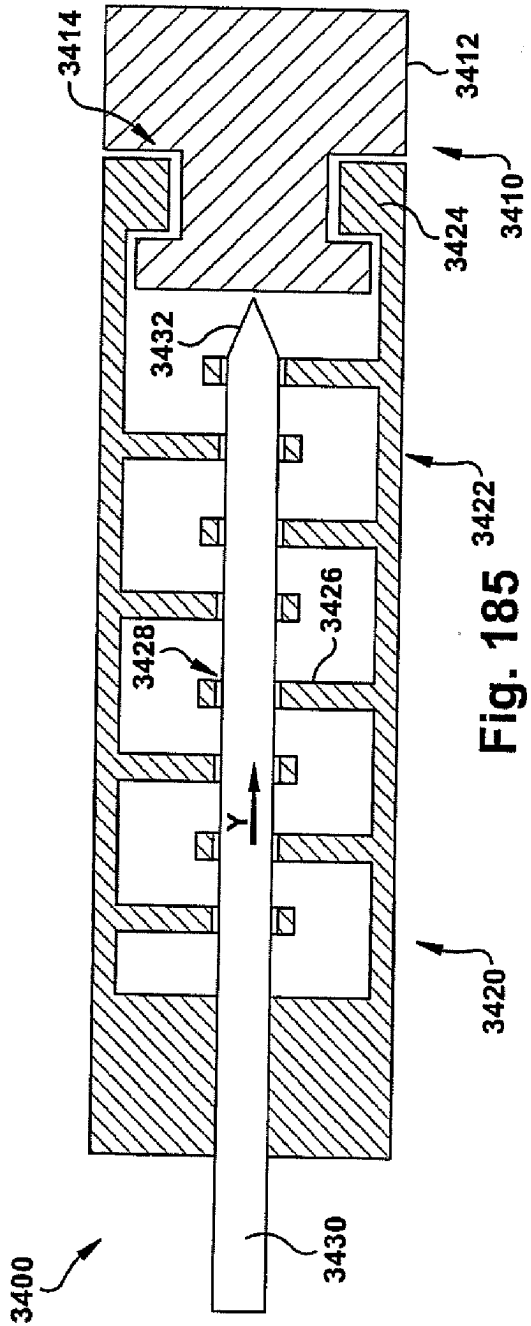
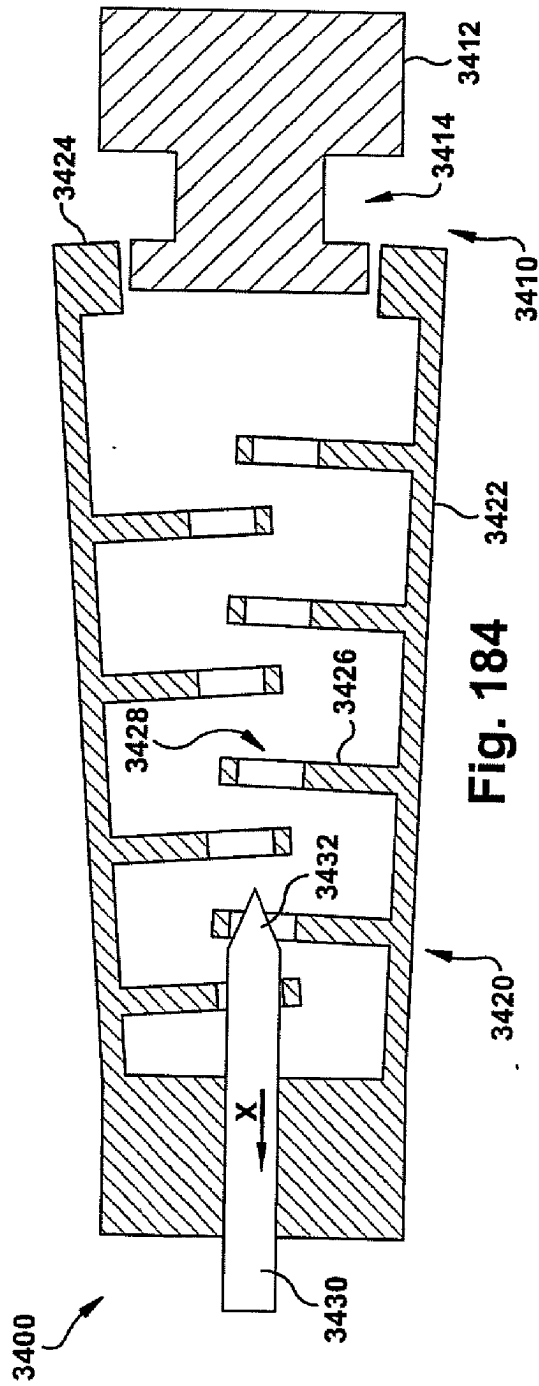


Fig. 181





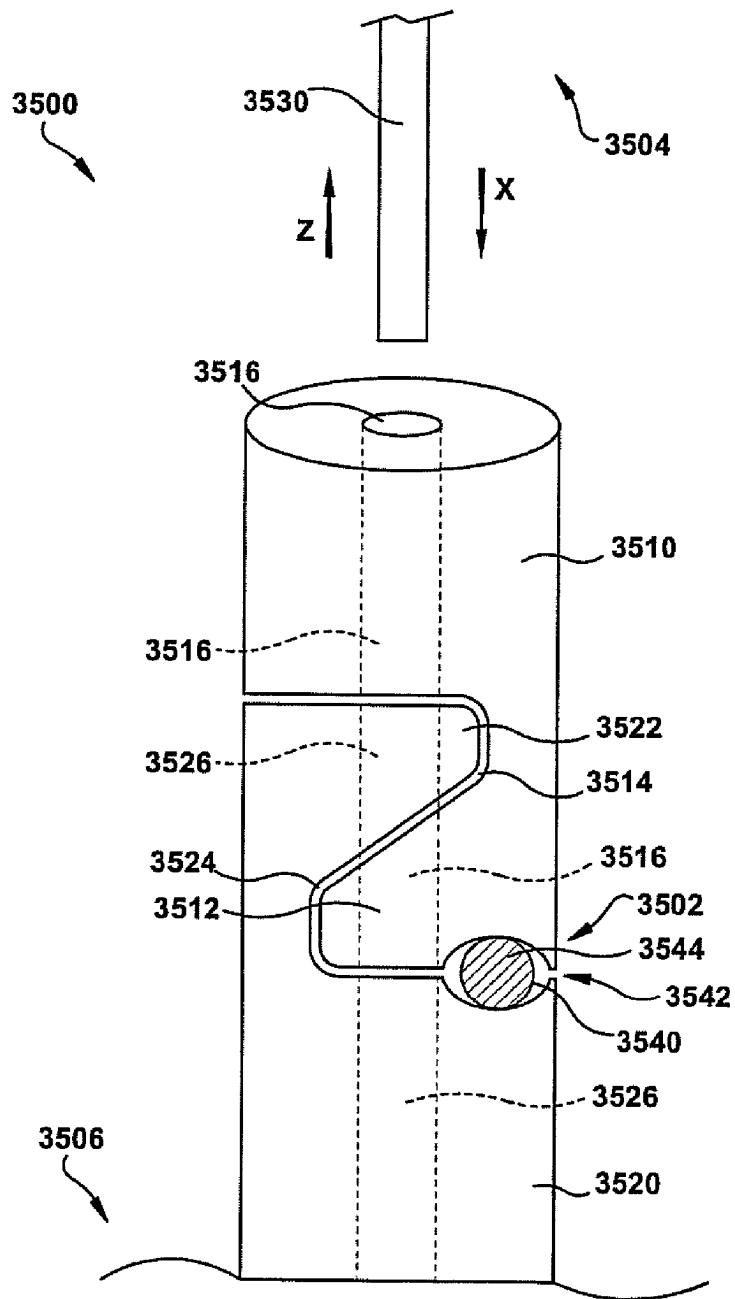


Fig. 186

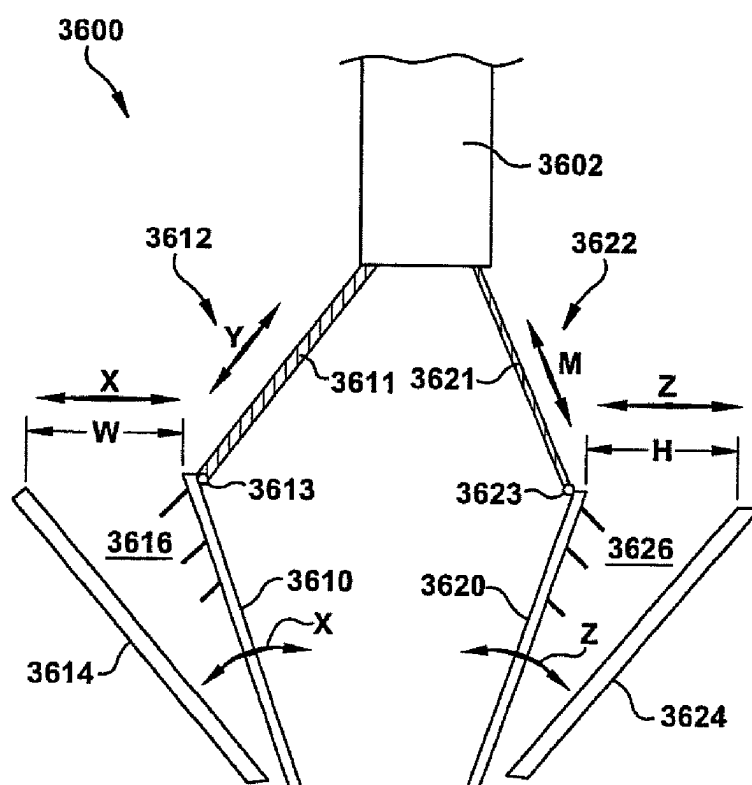


Fig. 187

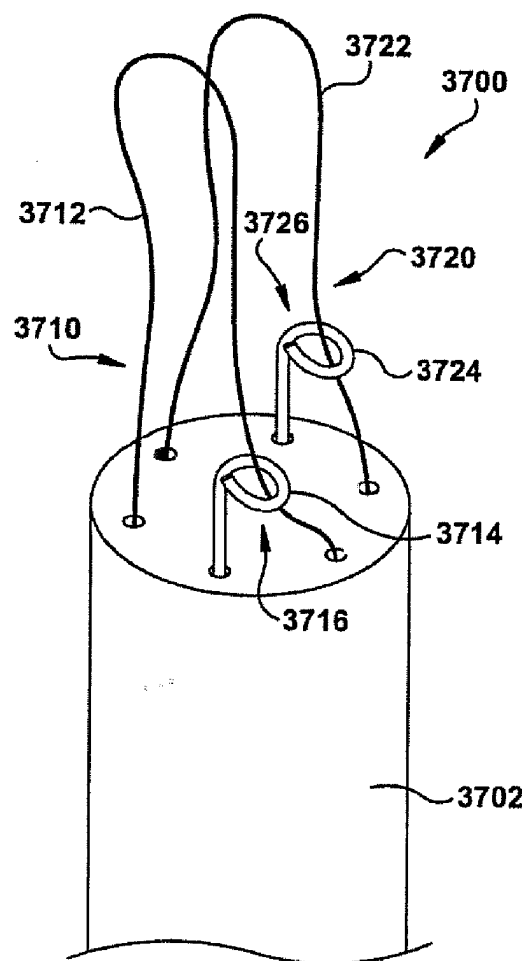


Fig. 188

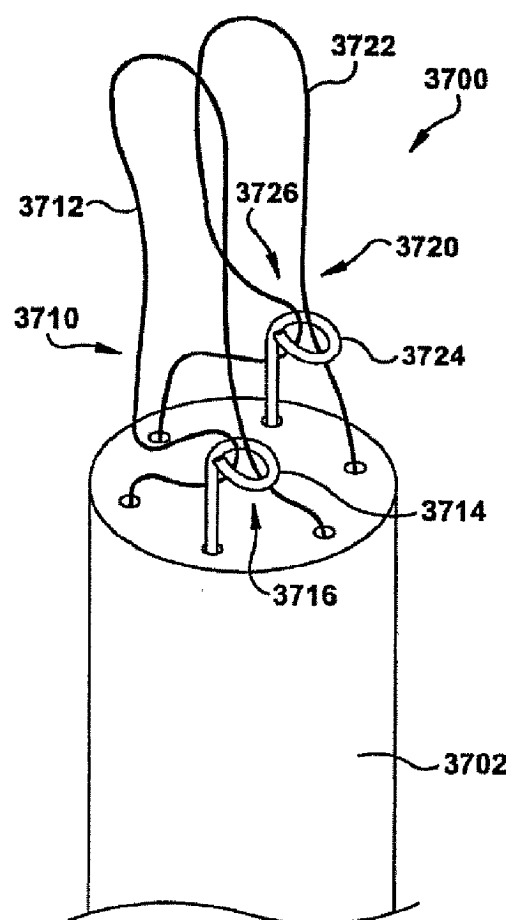


Fig. 188A

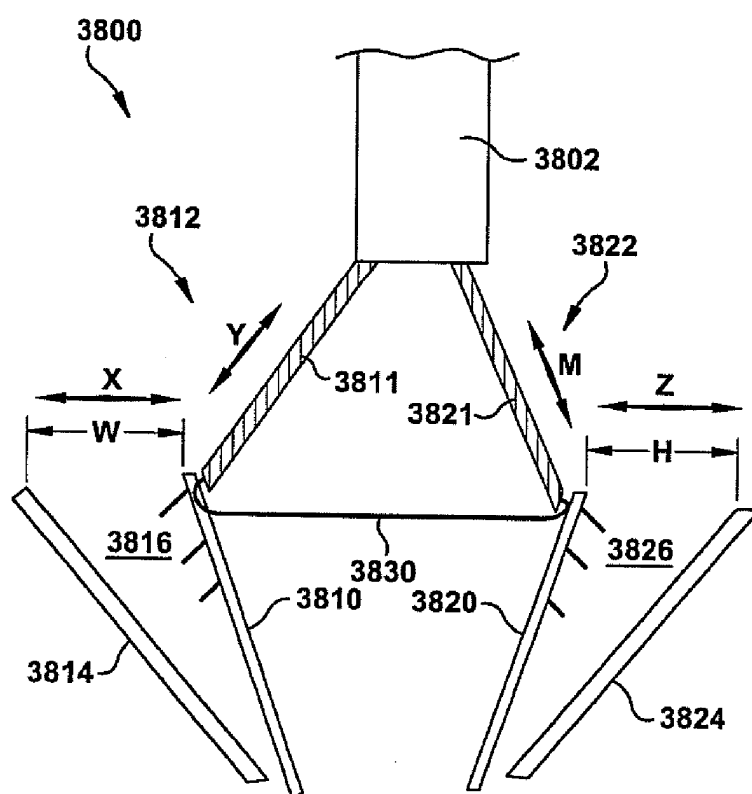


Fig. 189

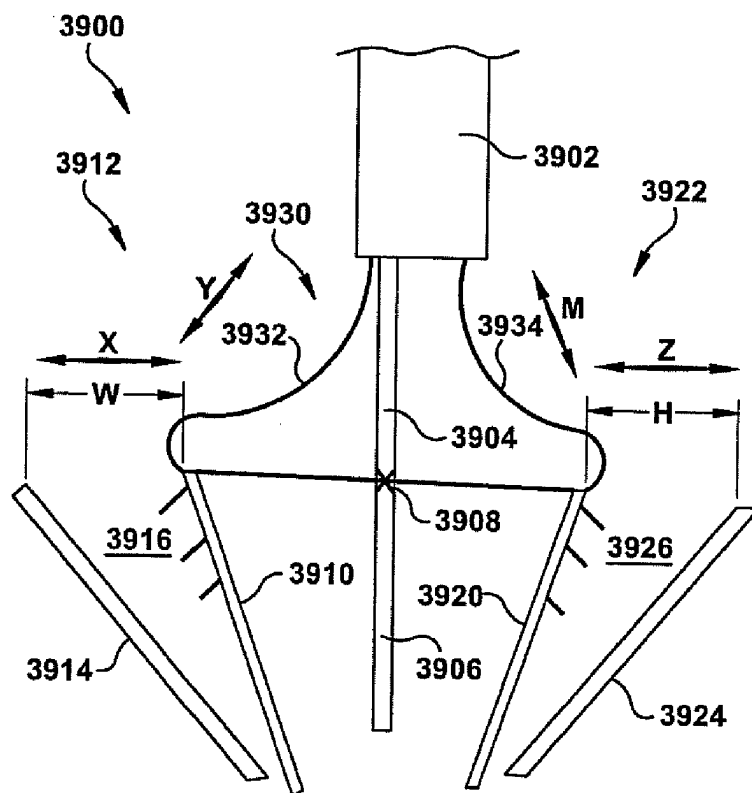


Fig. 190

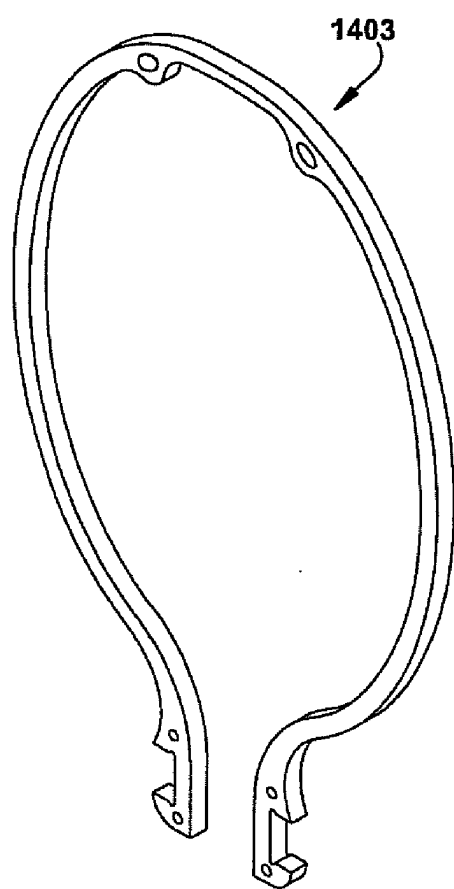


Fig. 191

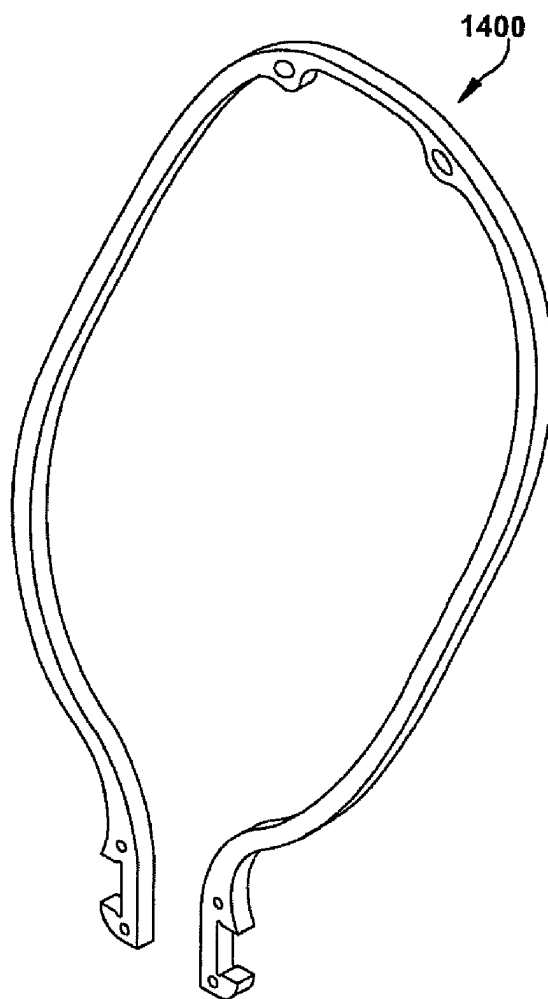


Fig. 192

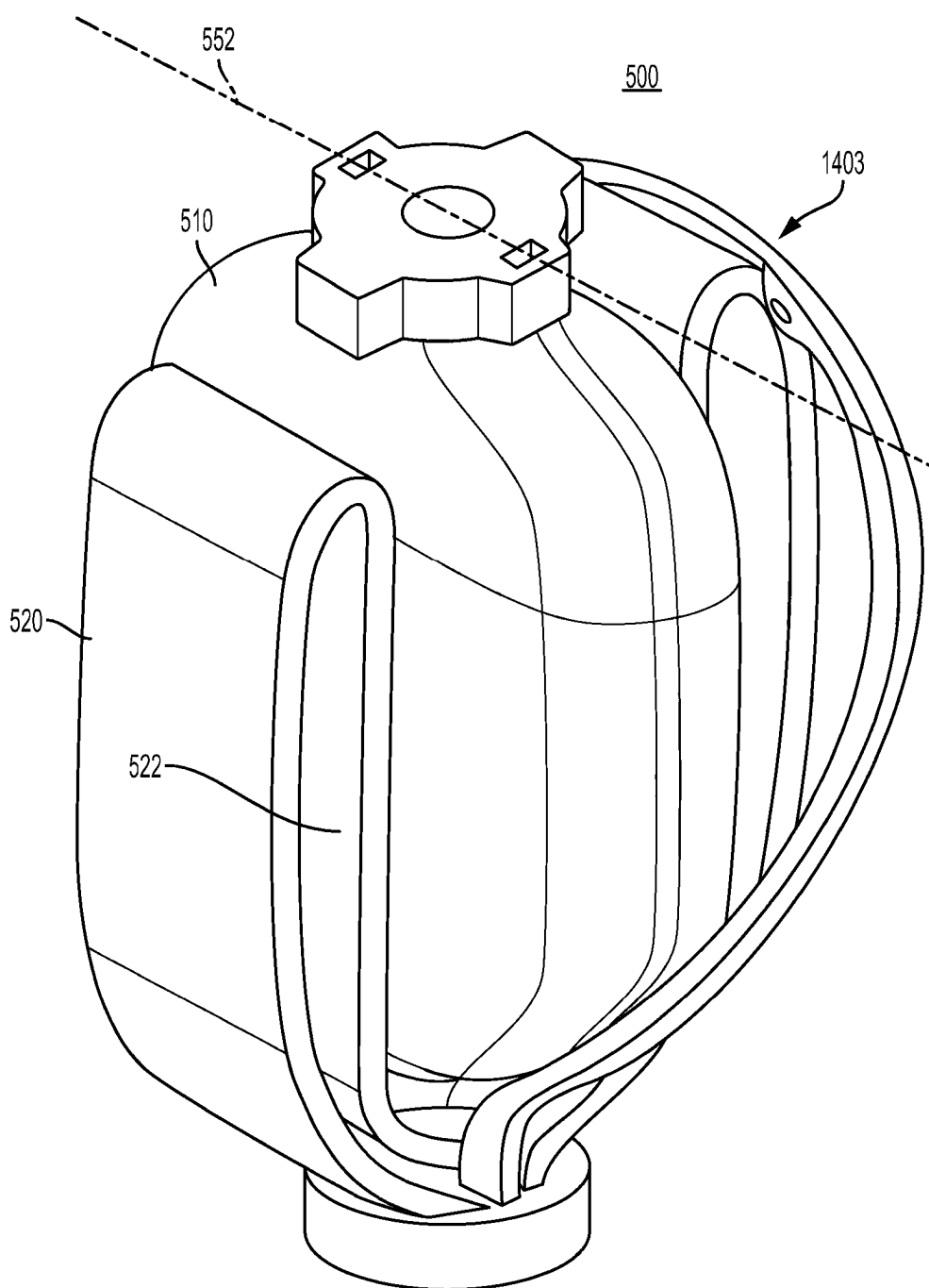


Fig. 193

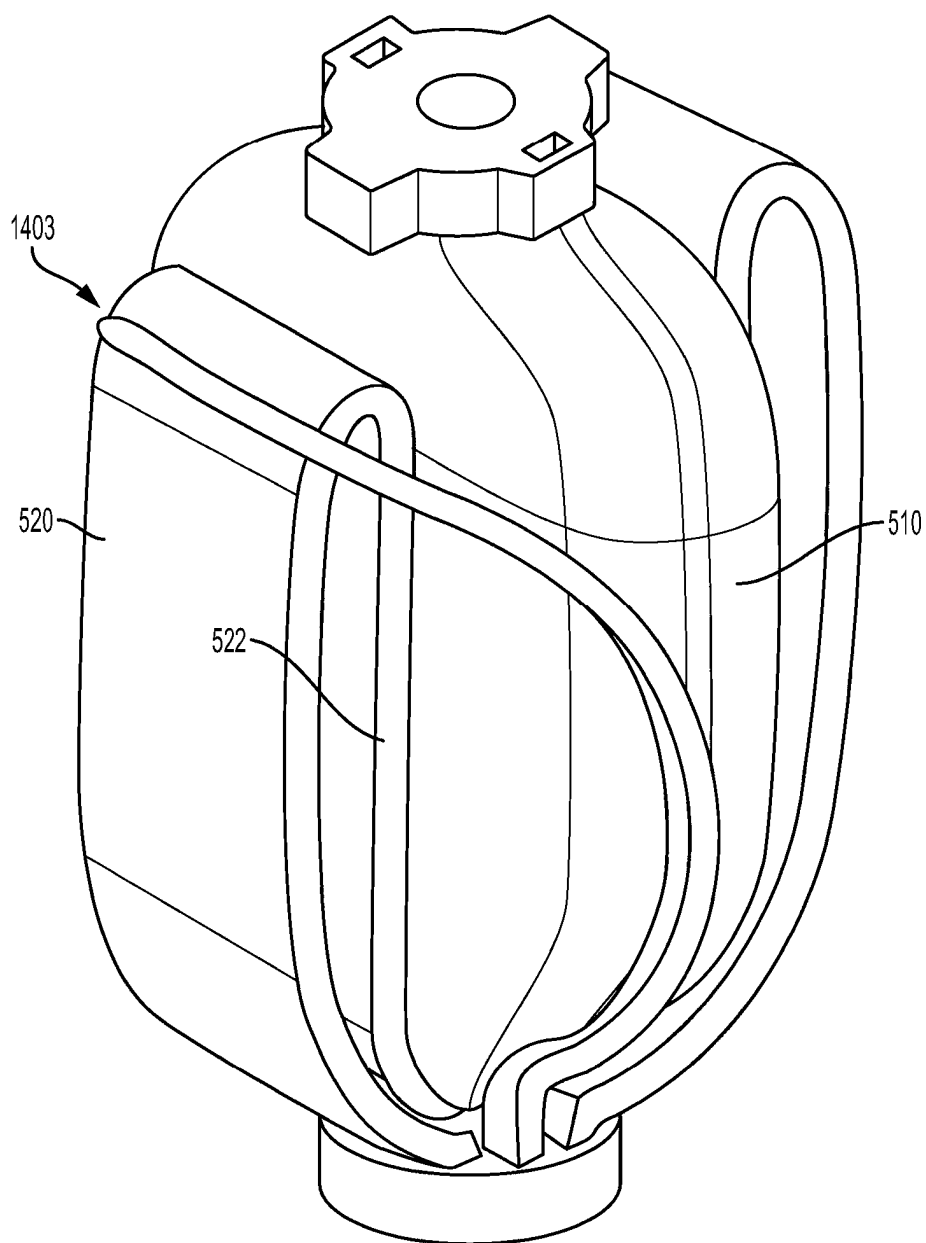


Fig. 194

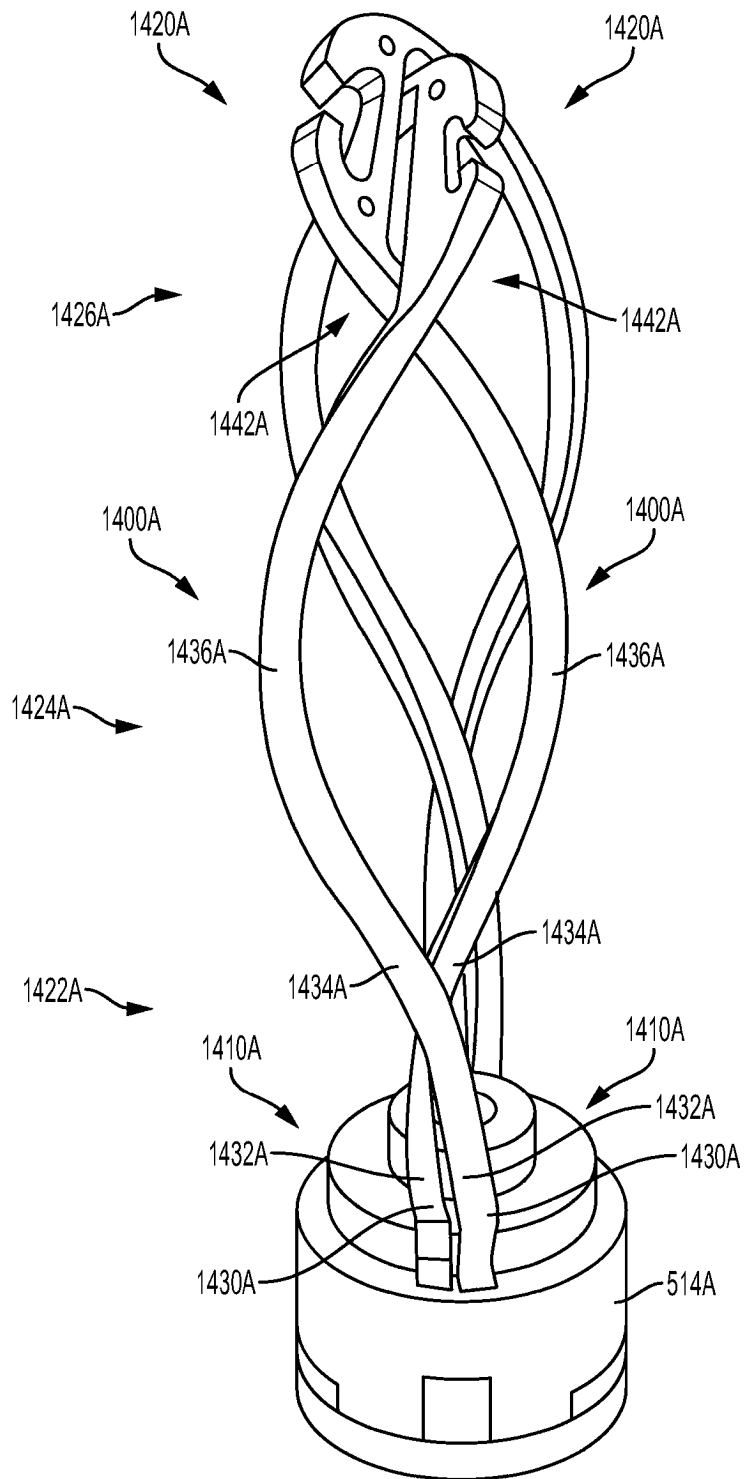


Fig. 195

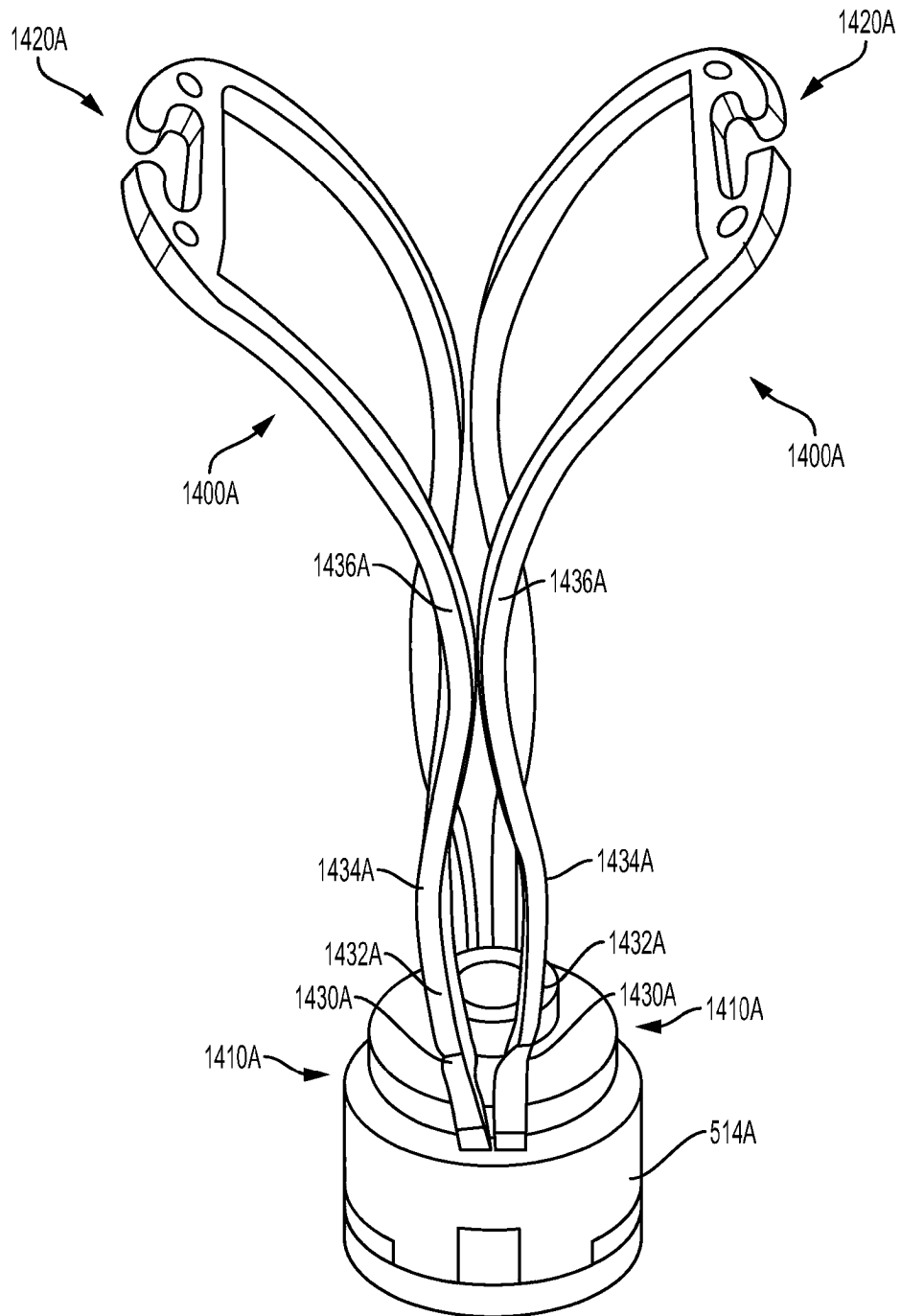


Fig. 196

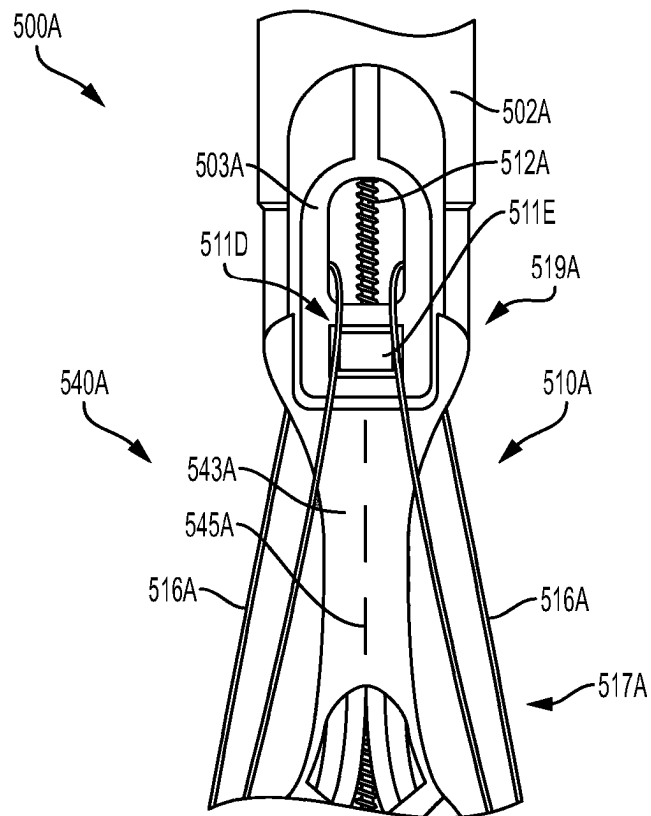


Fig. 197

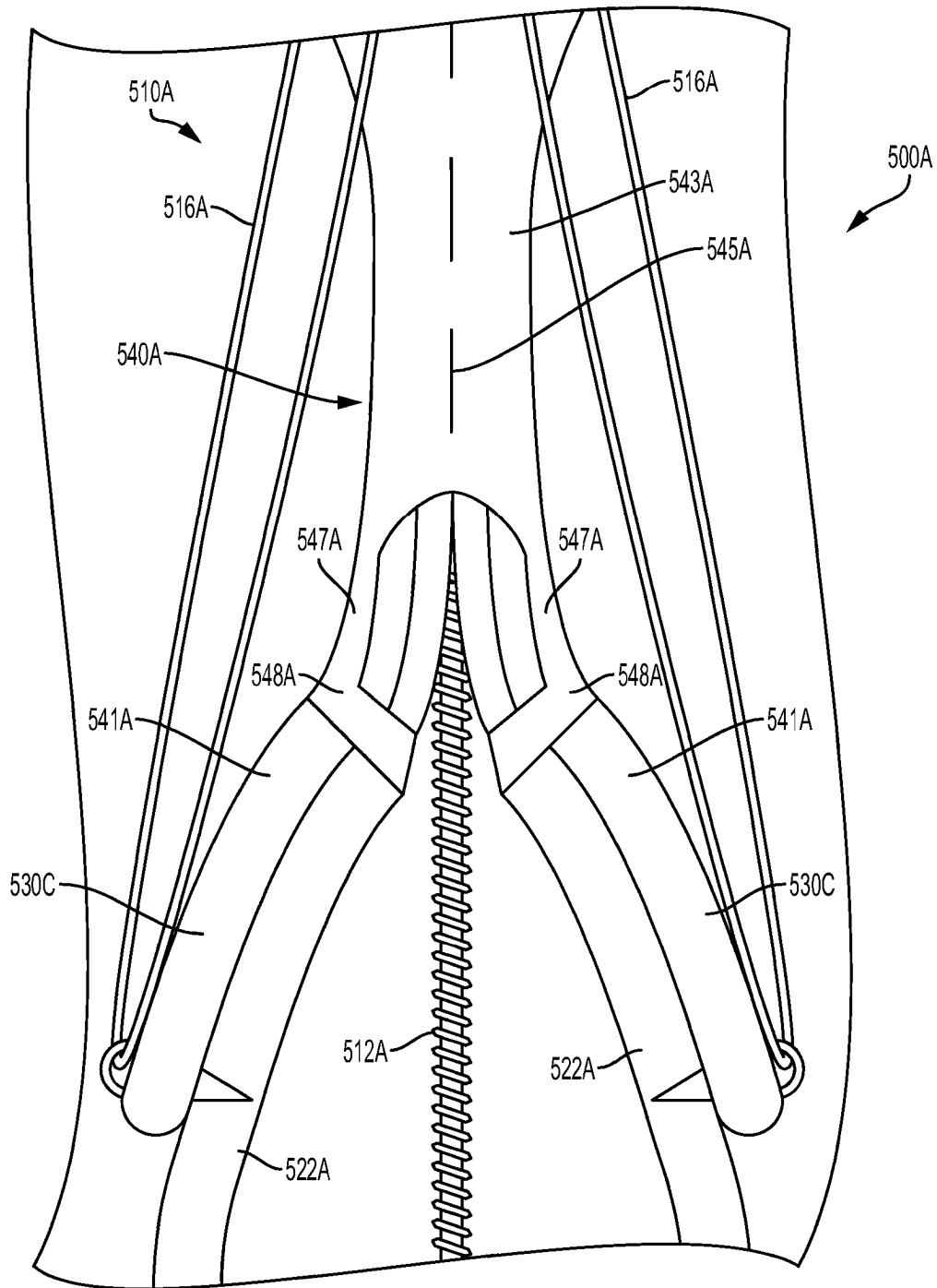


Fig. 198

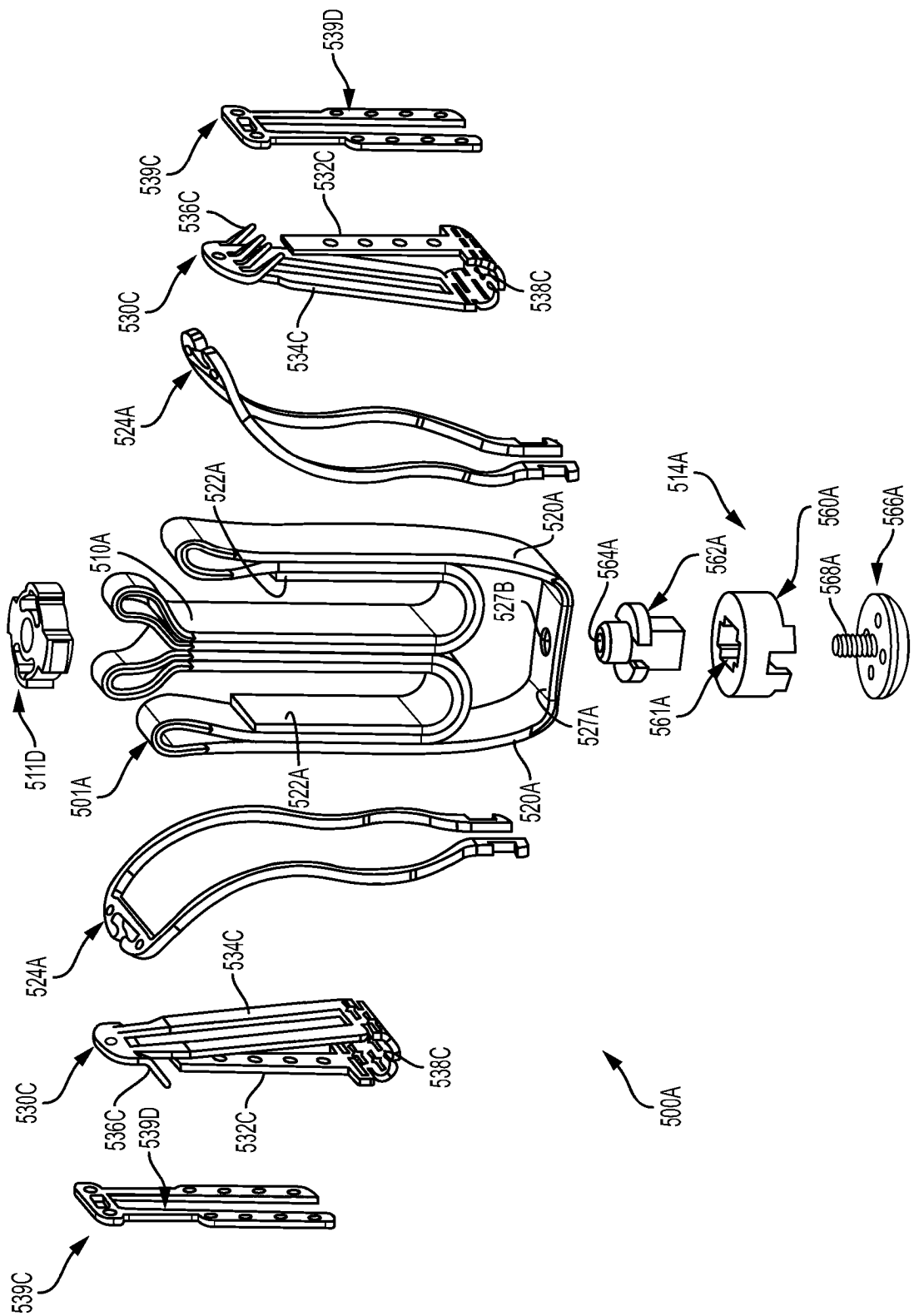


Fig. 199

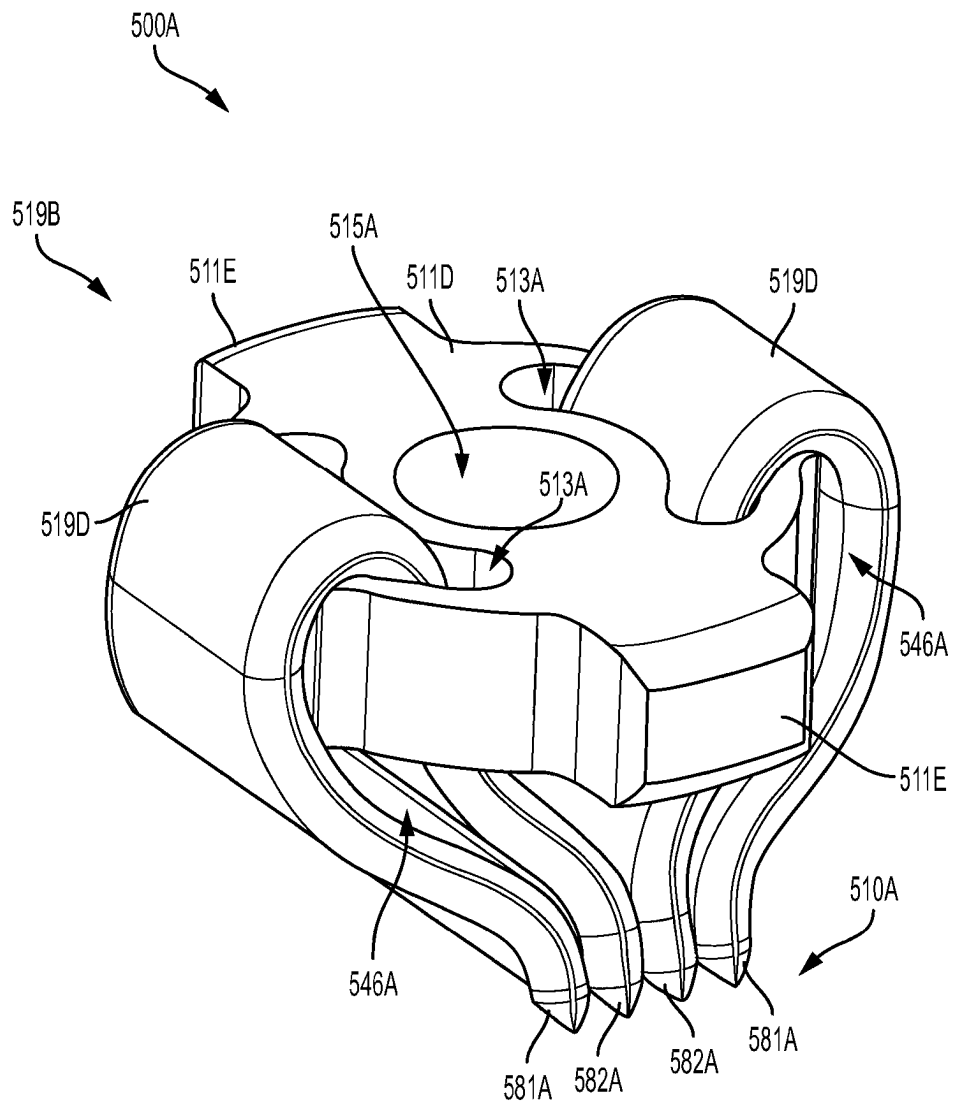


Fig. 200

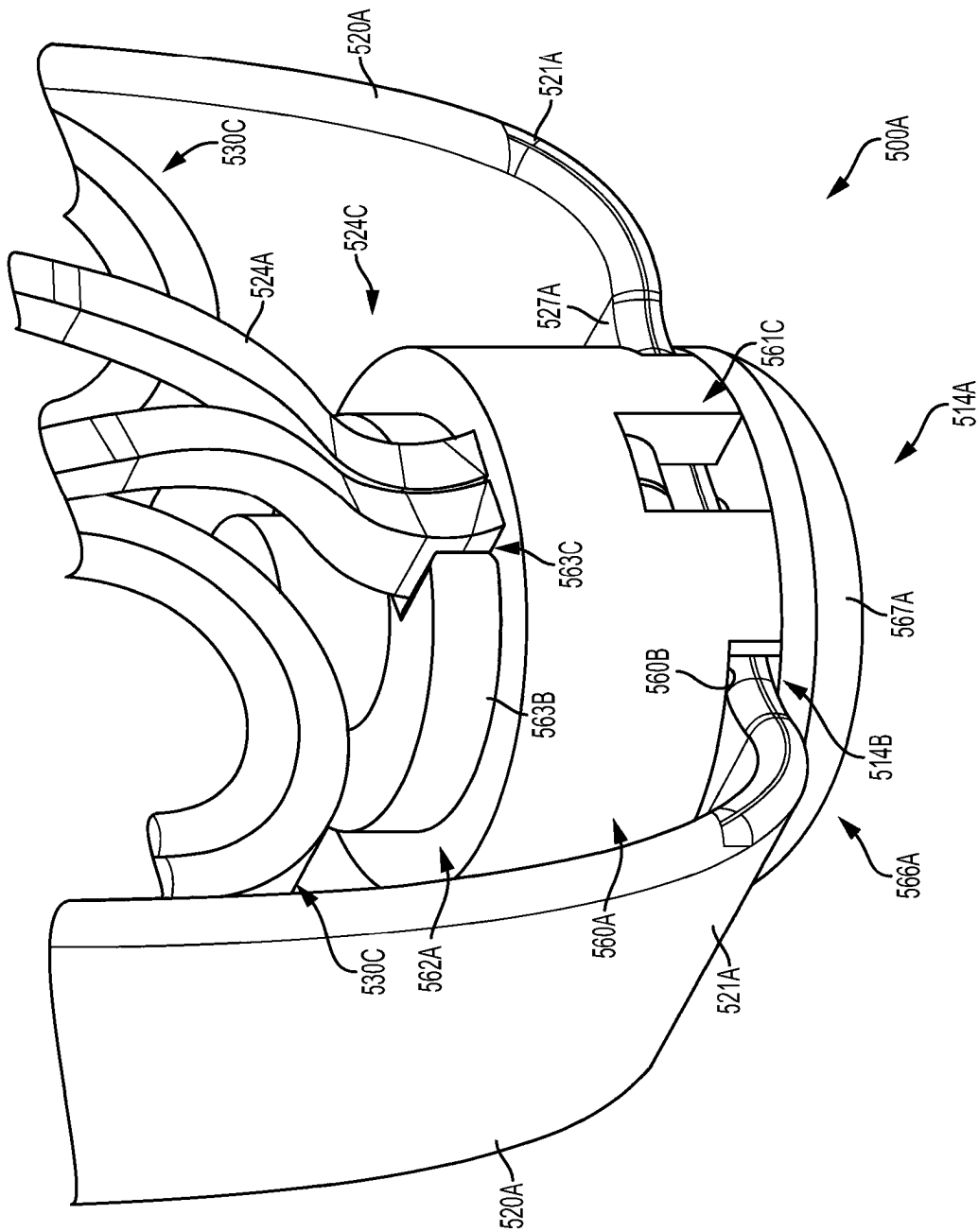


Fig. 201

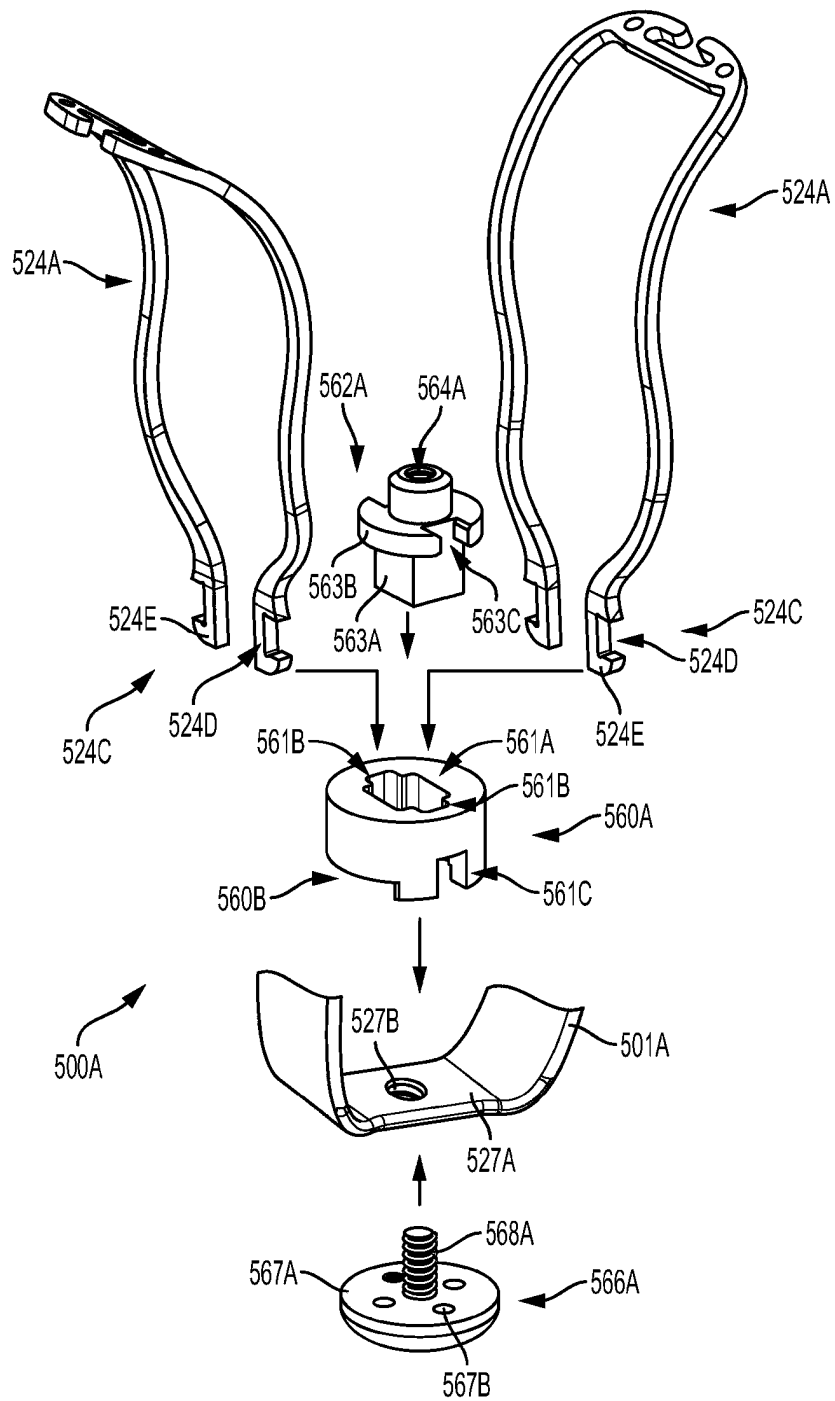


Fig. 202

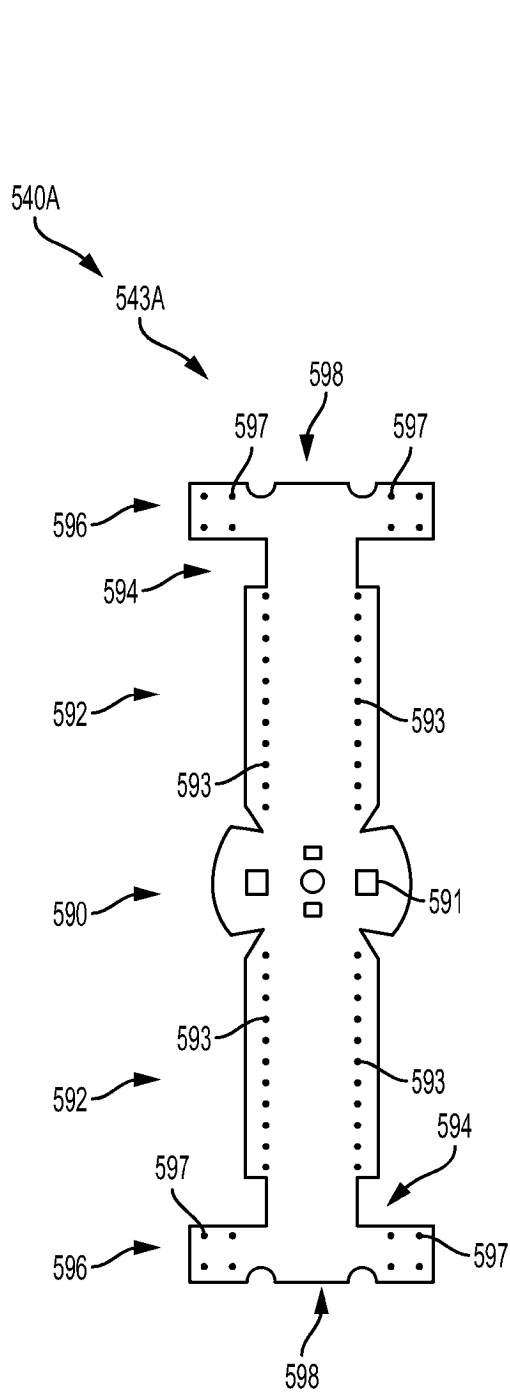


Fig. 203

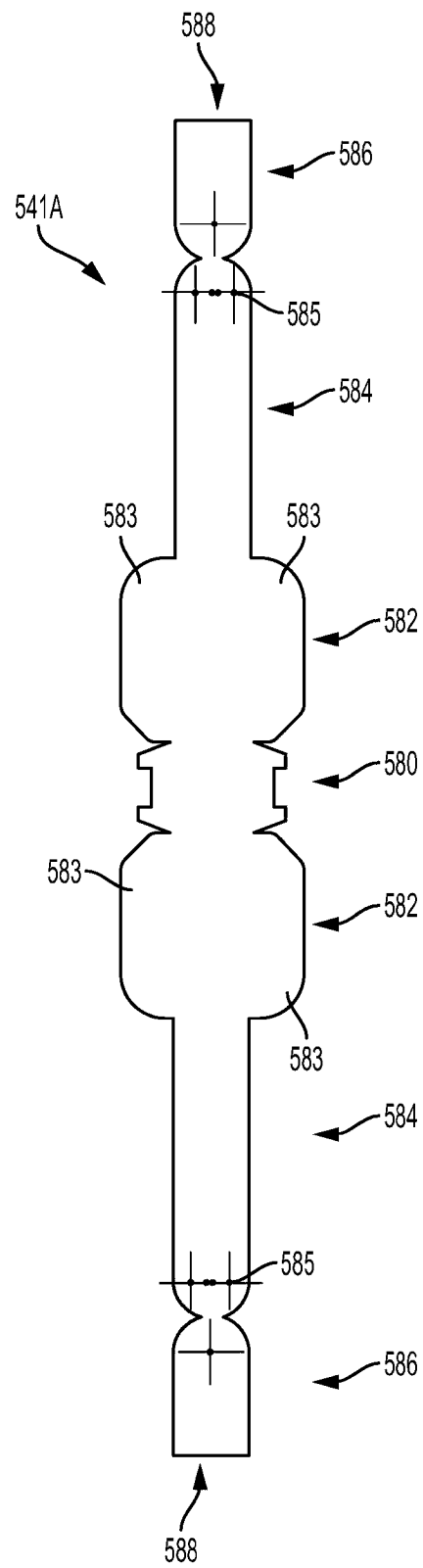


Fig. 204

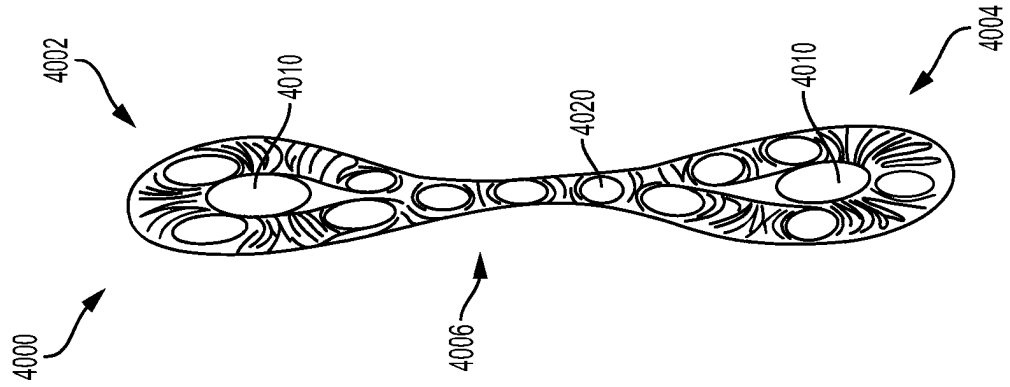


Fig. 206

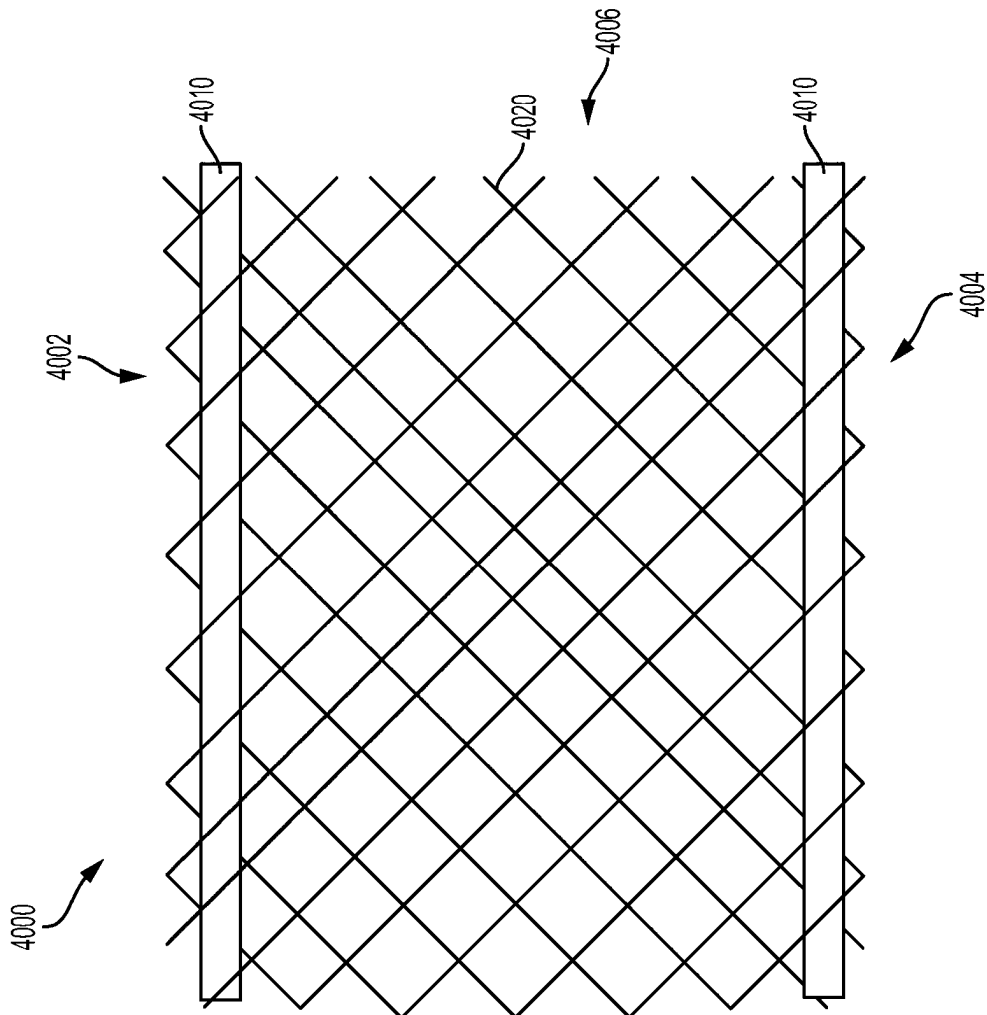


Fig. 205

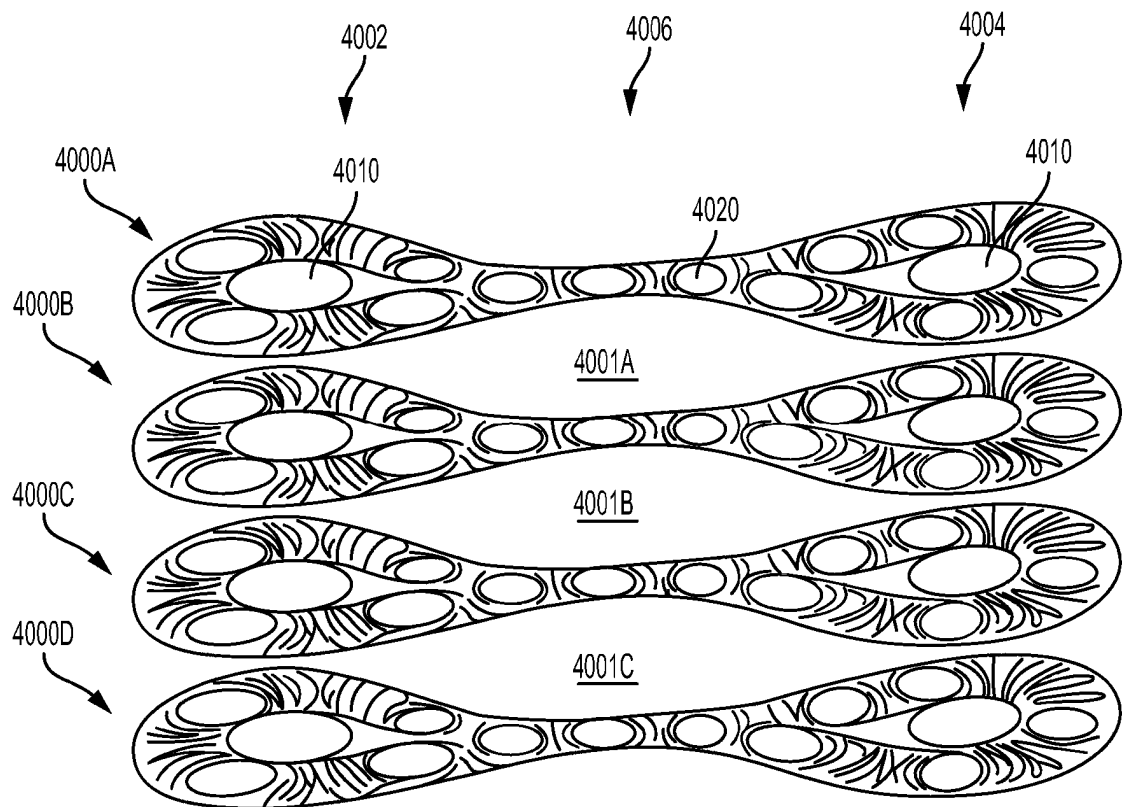


Fig. 207

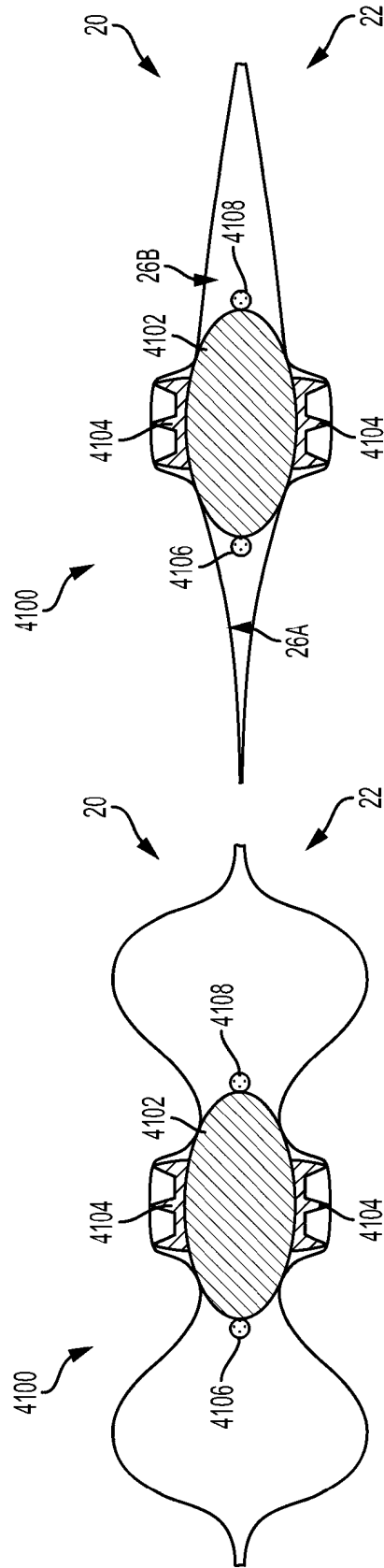


Fig. 208A

Fig. 208B

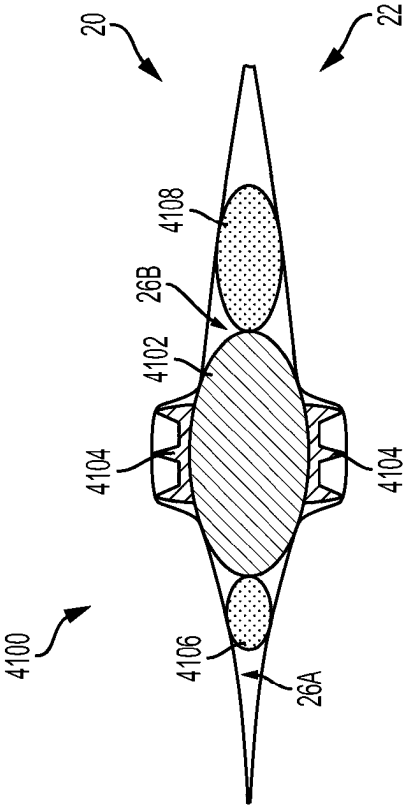


Fig. 209B

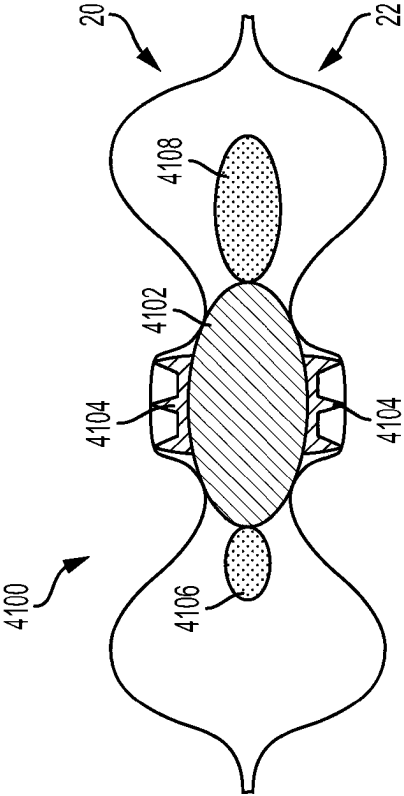


Fig. 209A

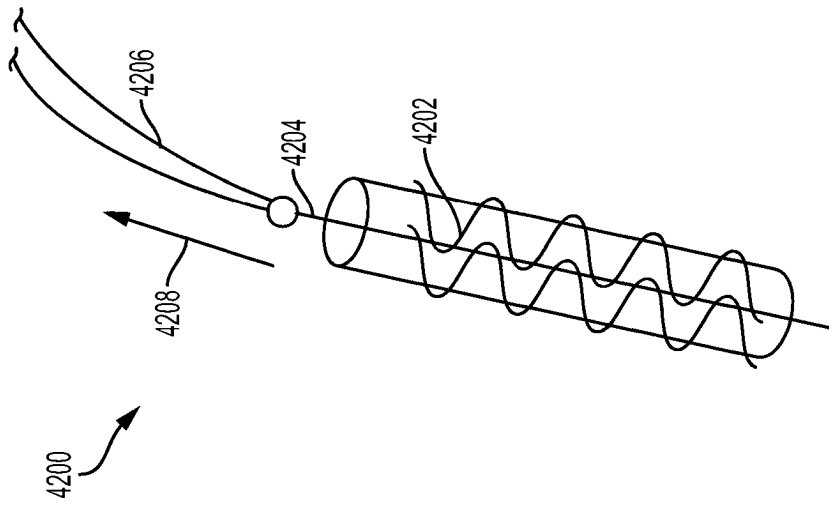


Fig. 210A

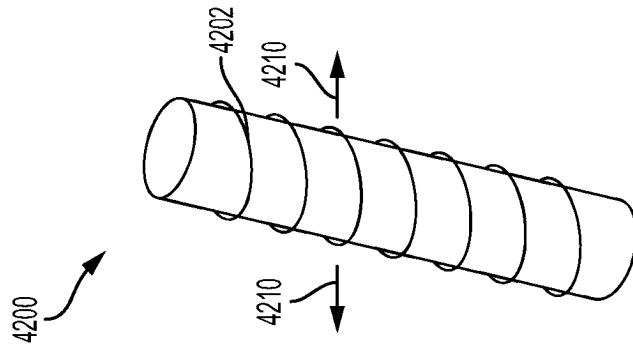


Fig. 210B

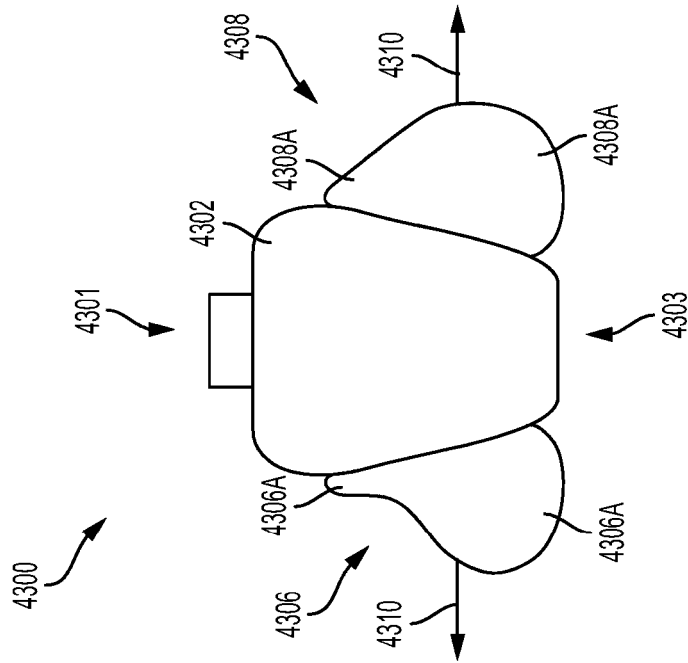


Fig. 211B

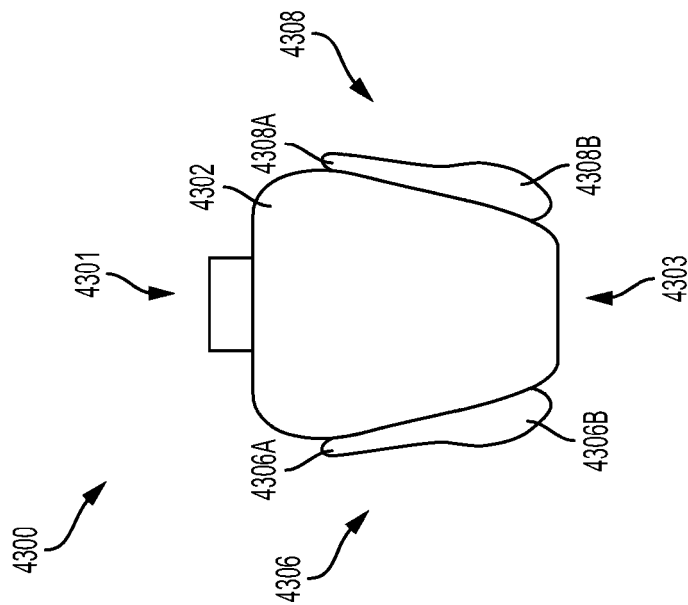


Fig. 211A

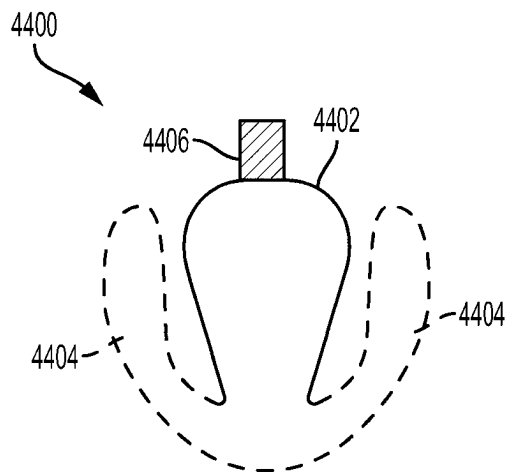


Fig. 212A

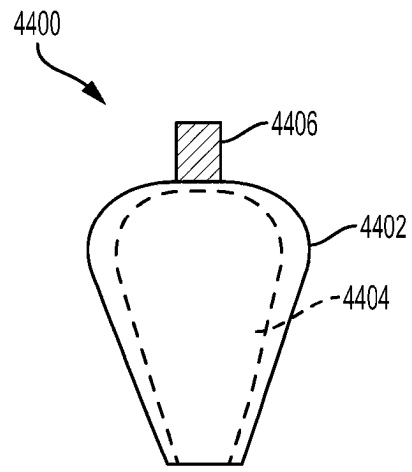


Fig. 212B

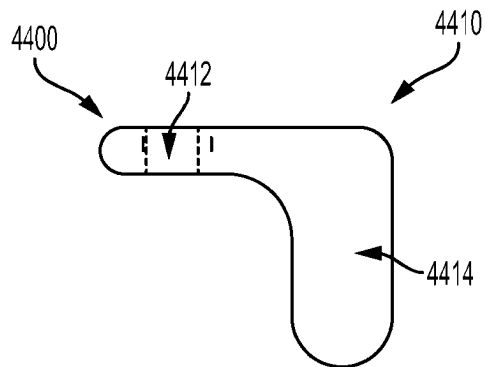


Fig. 213A

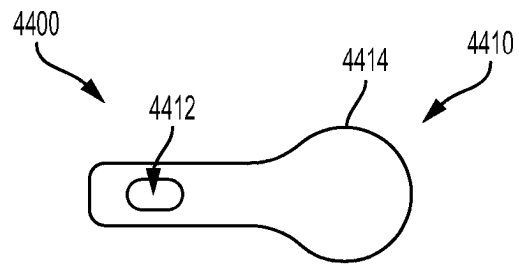


Fig. 213B

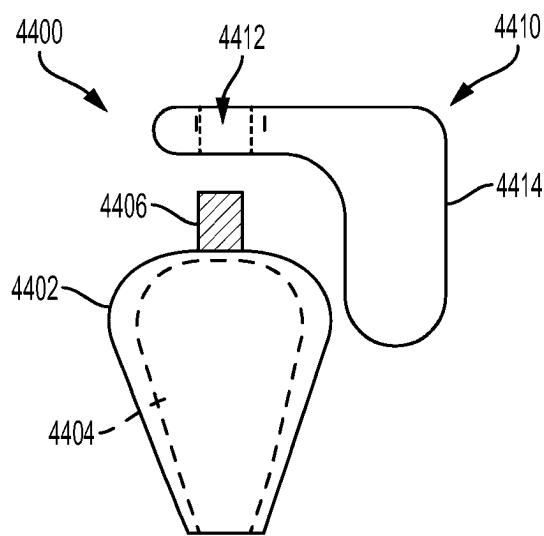


Fig. 214

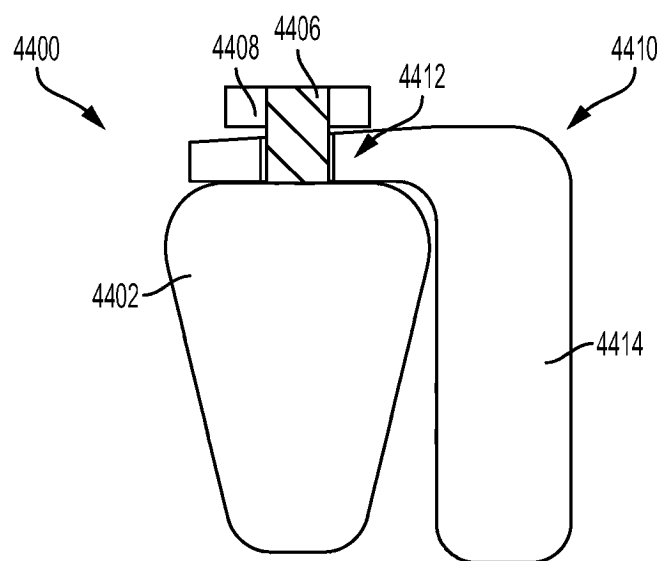


Fig. 215A

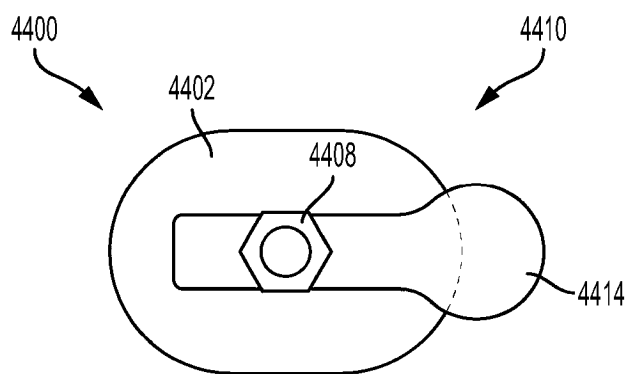


Fig. 215B

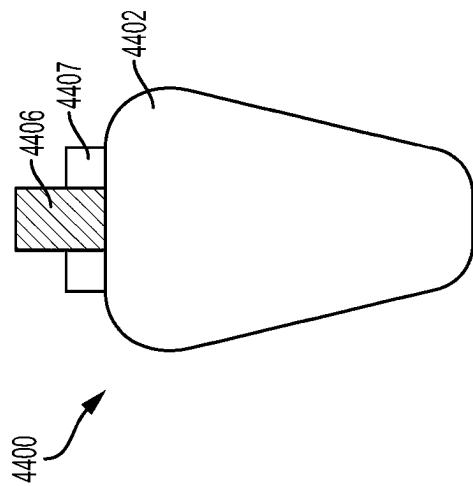


Fig. 216A

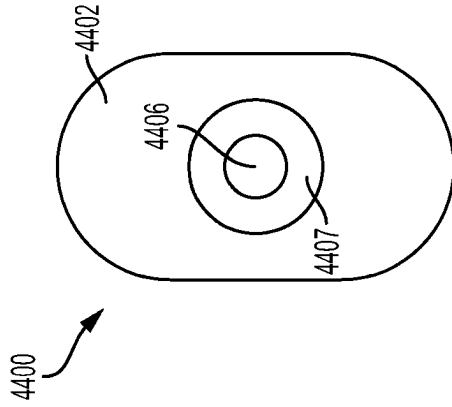


Fig. 216B

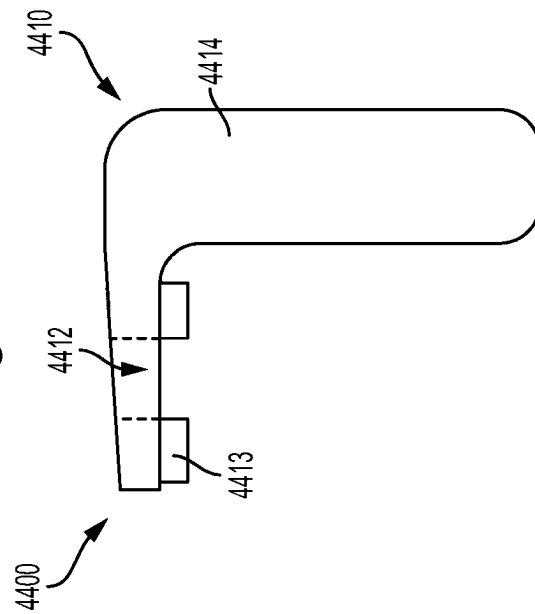


Fig. 217A

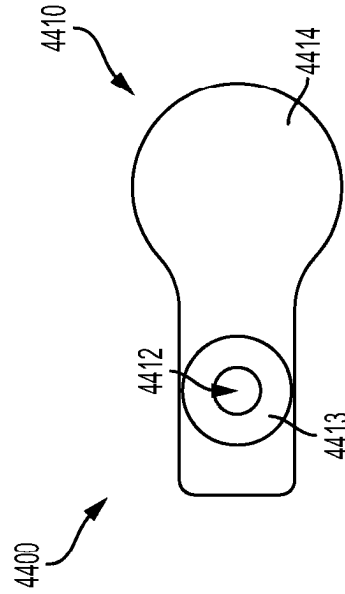


Fig. 217B

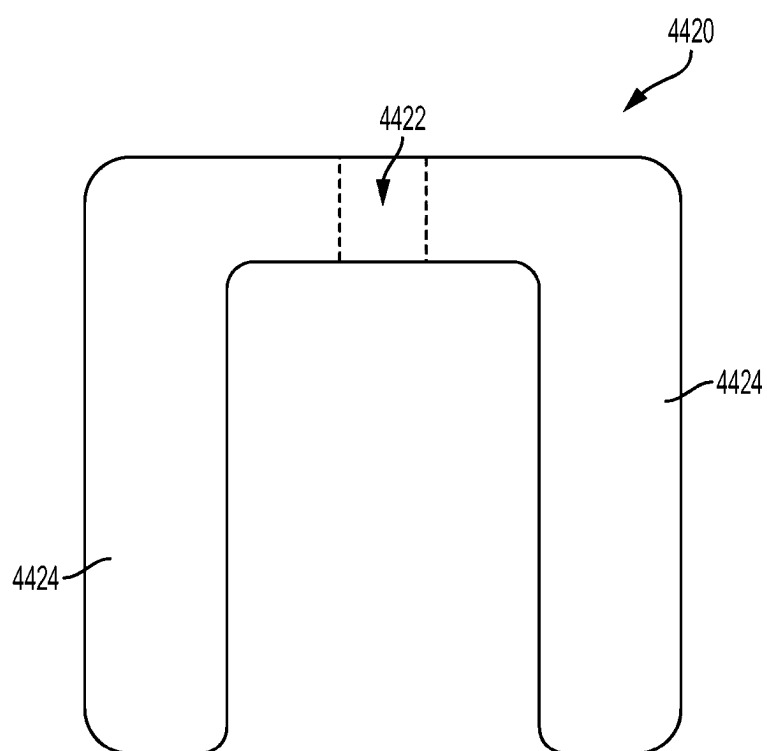


Fig. 218

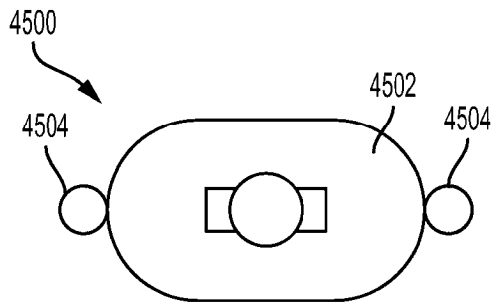


Fig. 219A

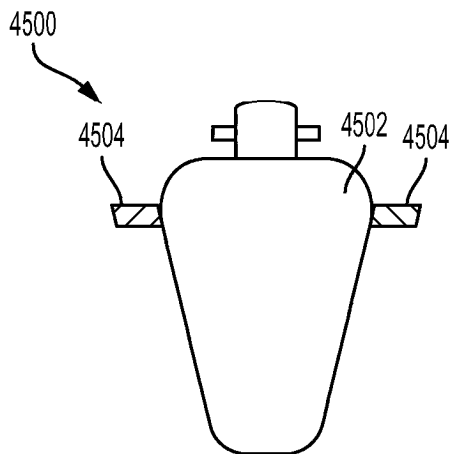


Fig. 219B

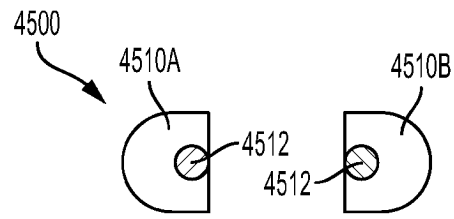


Fig. 220A

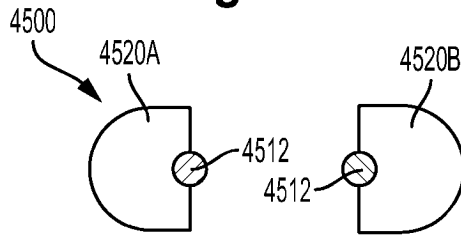


Fig. 220B

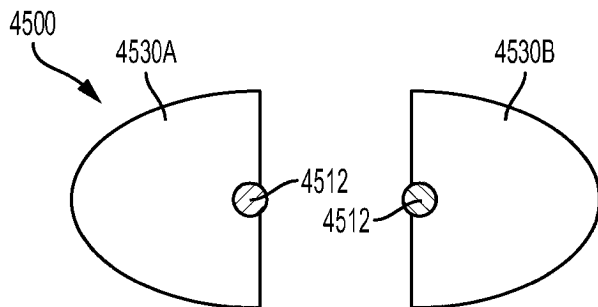


Fig. 220C

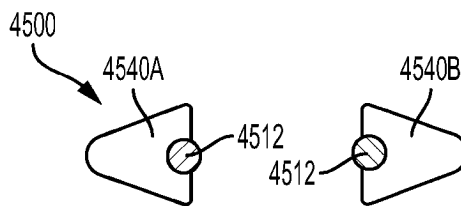


Fig. 220D

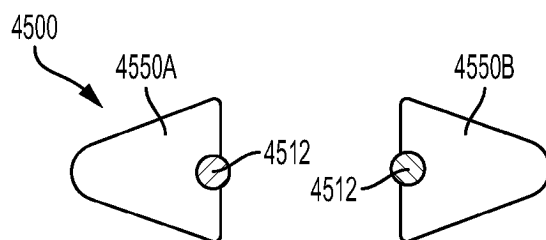


Fig. 220E

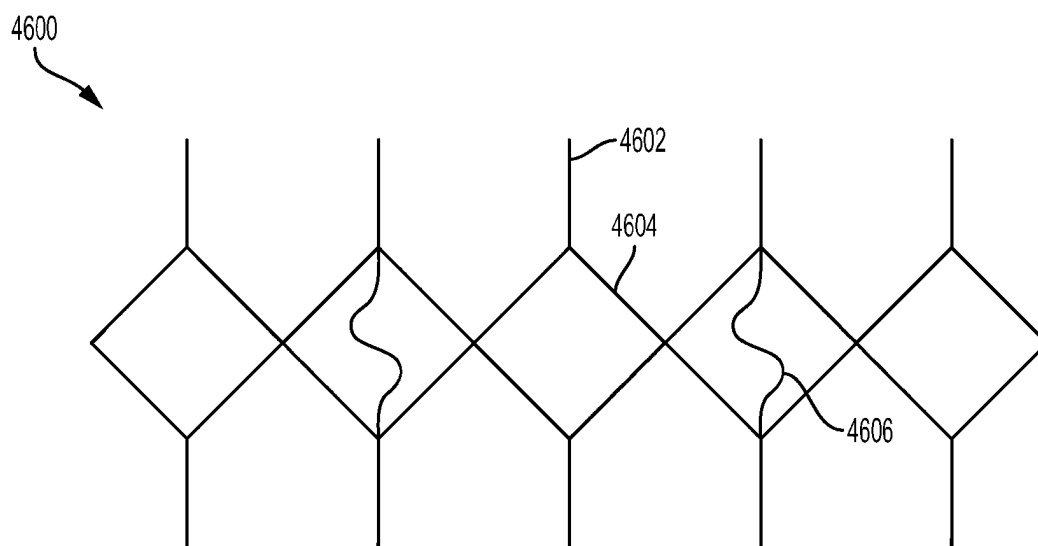


Fig. 221

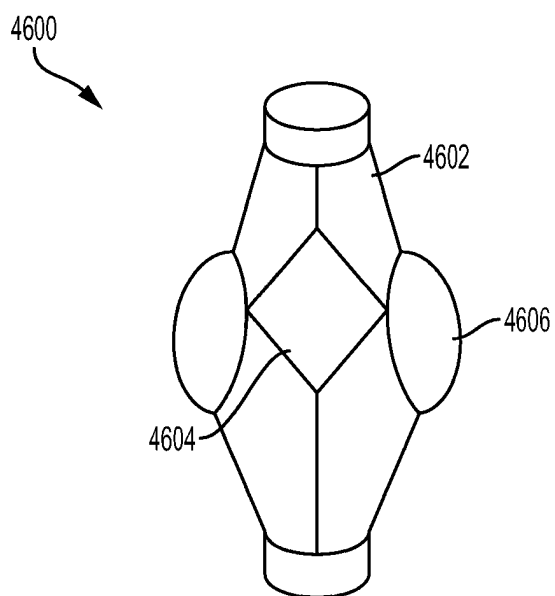


Fig. 222

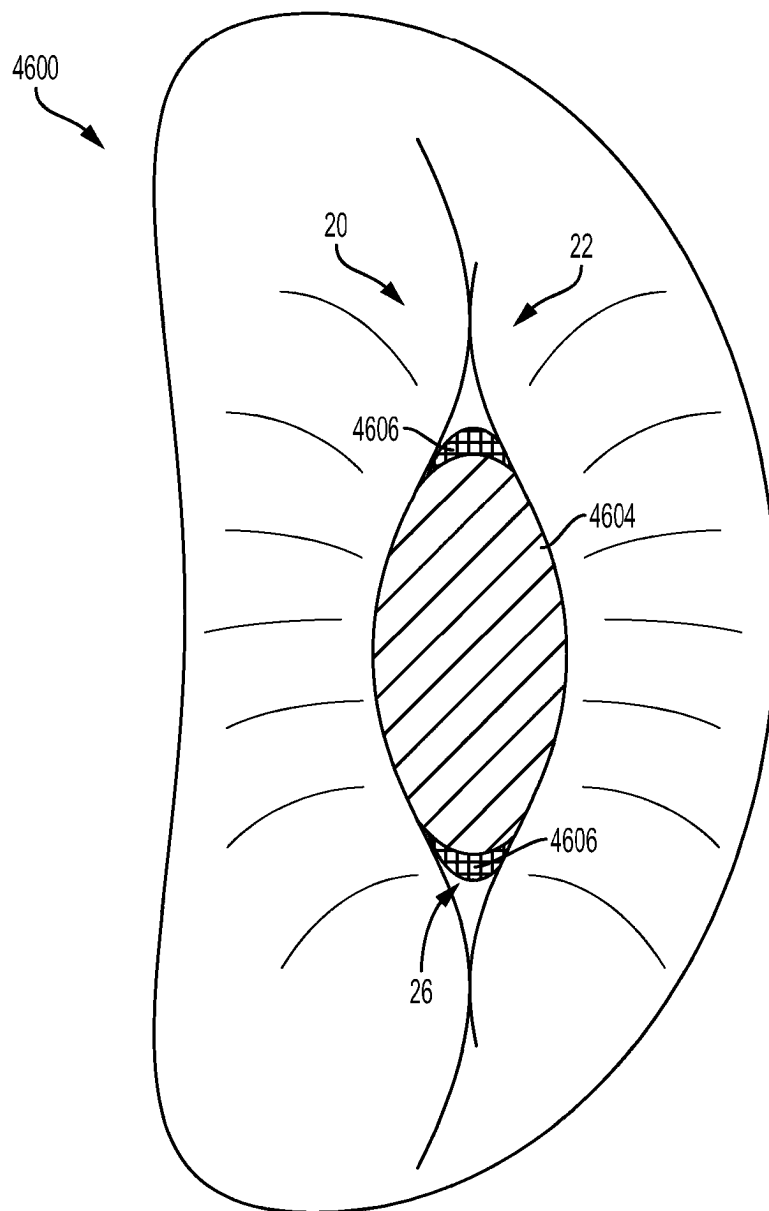


Fig. 223

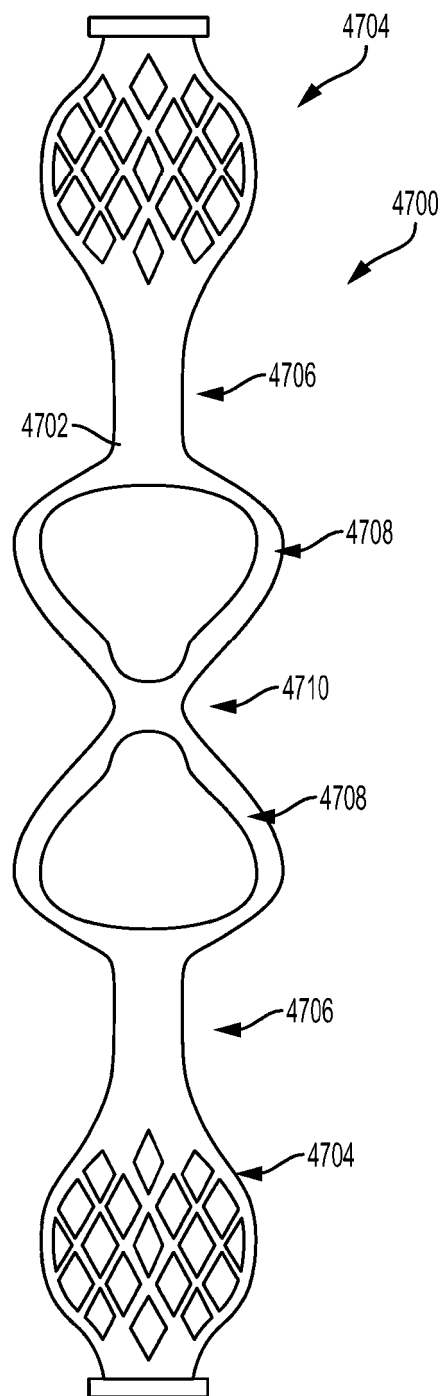


Fig. 224

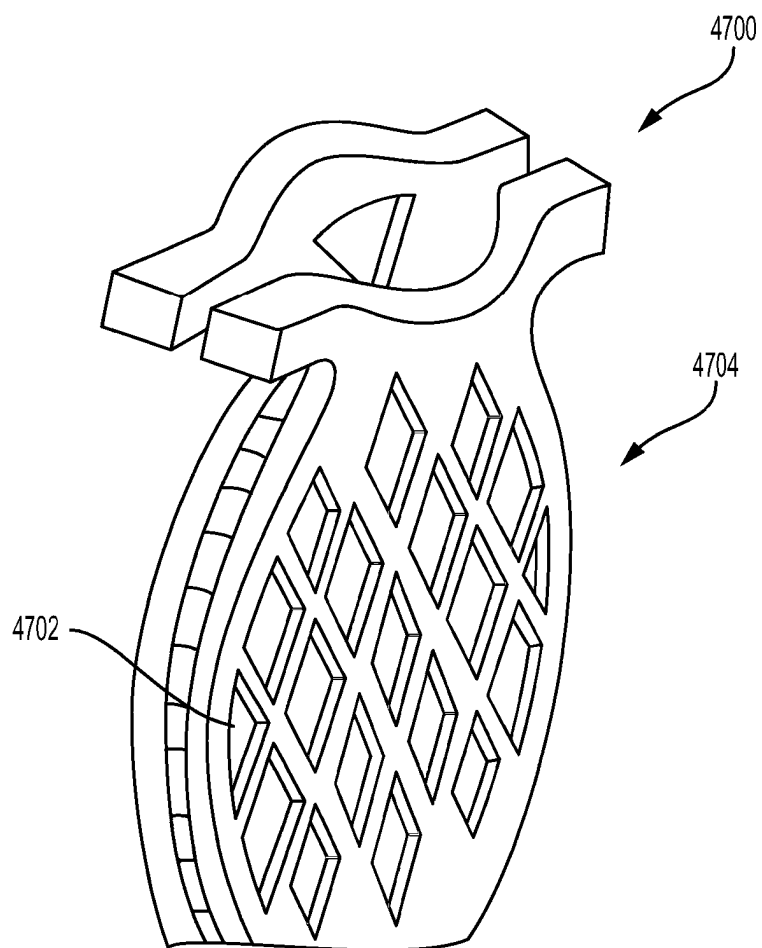


Fig. 225

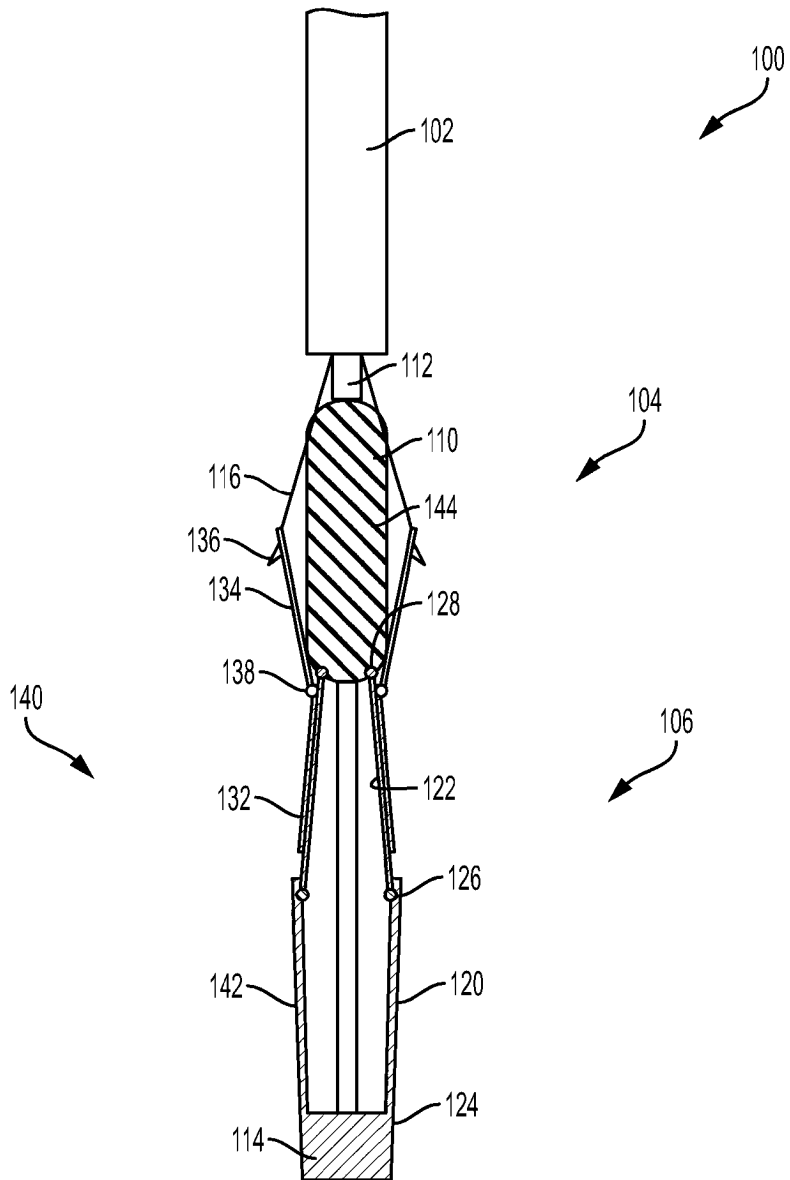


FIG. 226

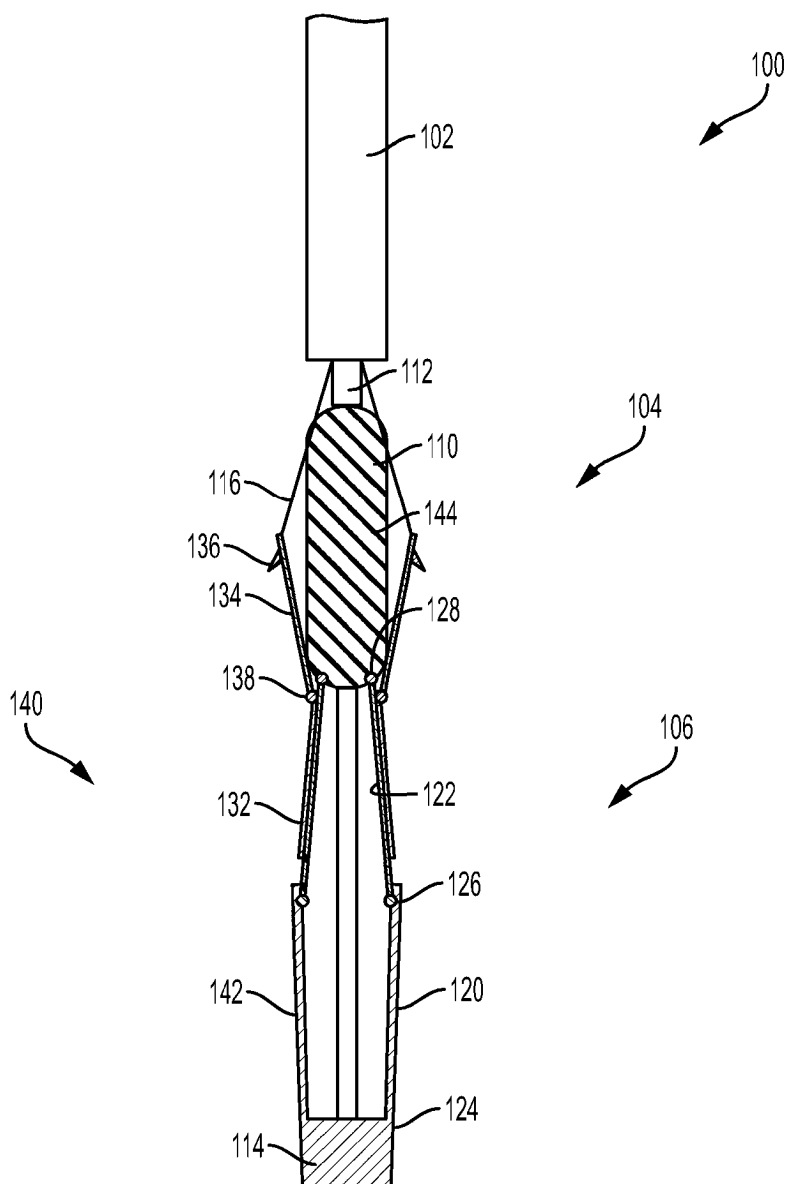


FIG. 227

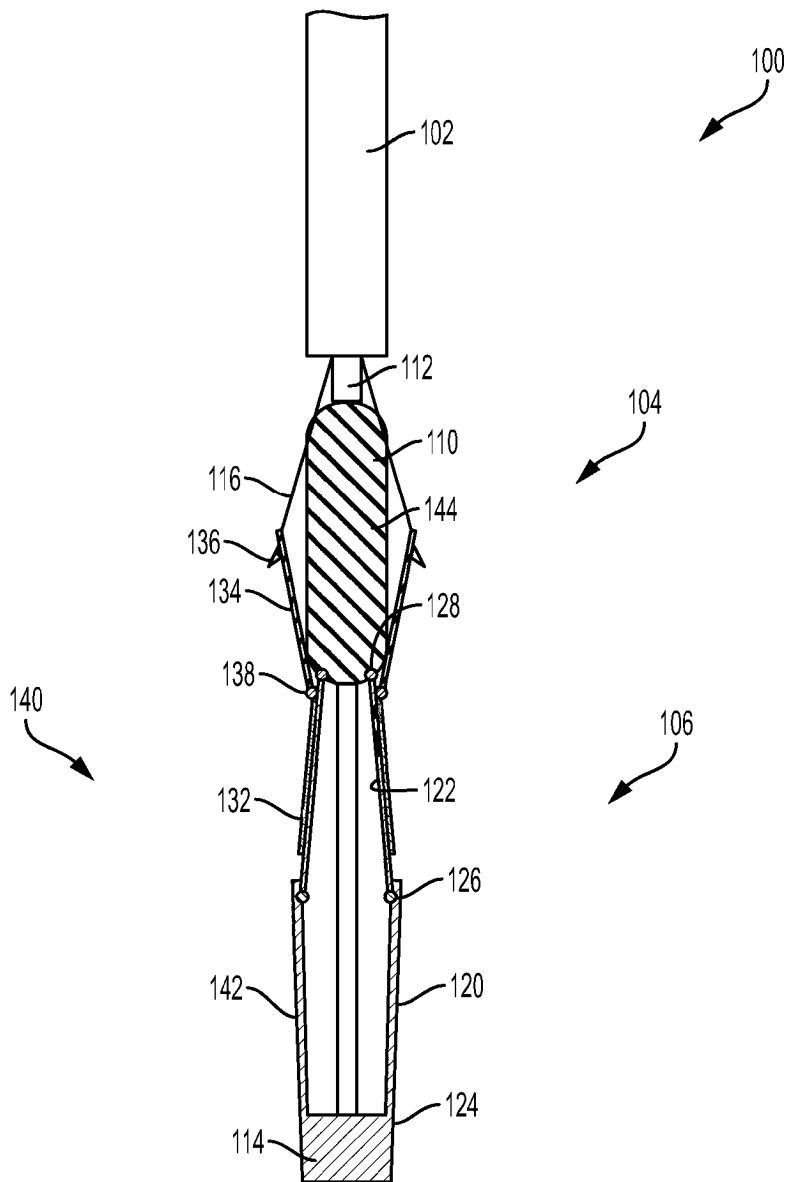


FIG. 228

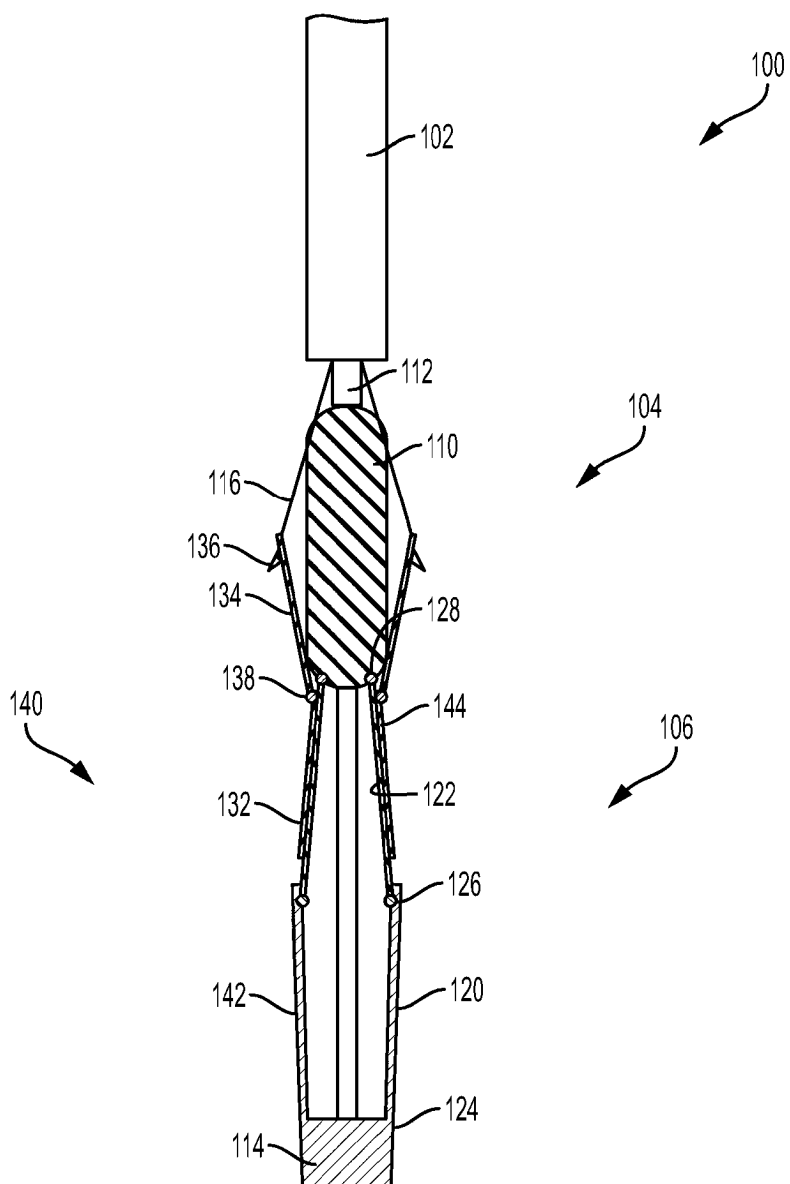


FIG. 229

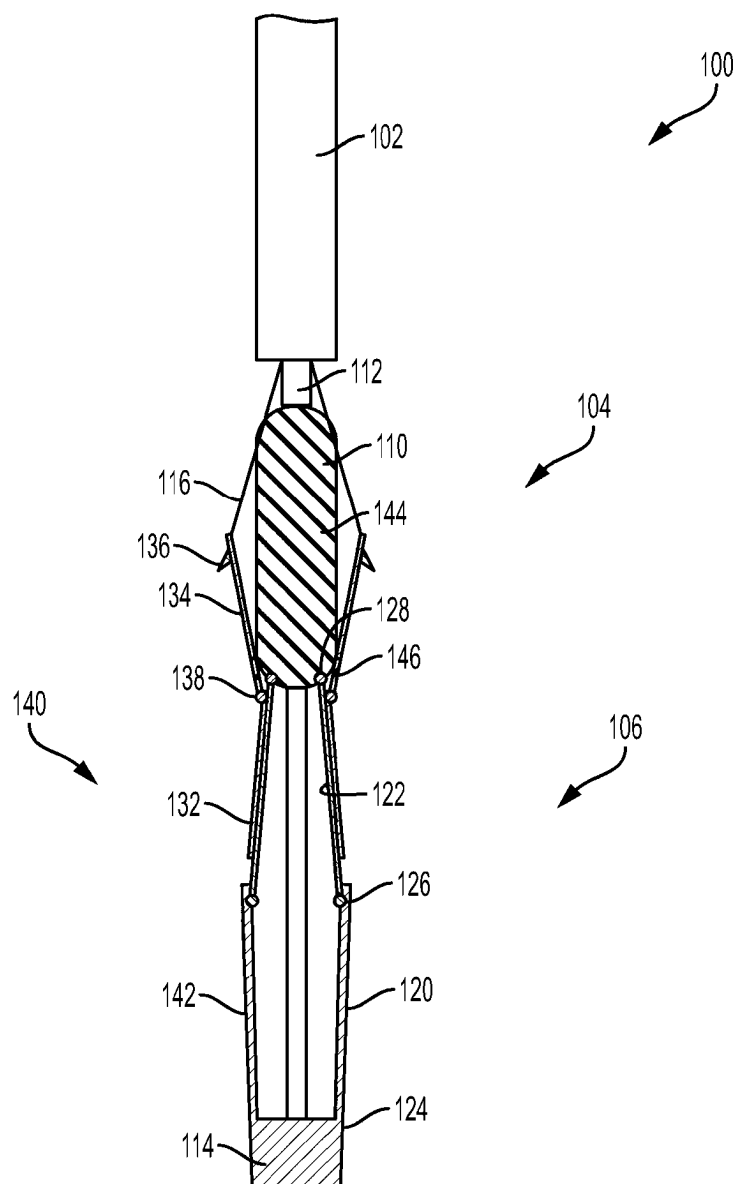


FIG. 230

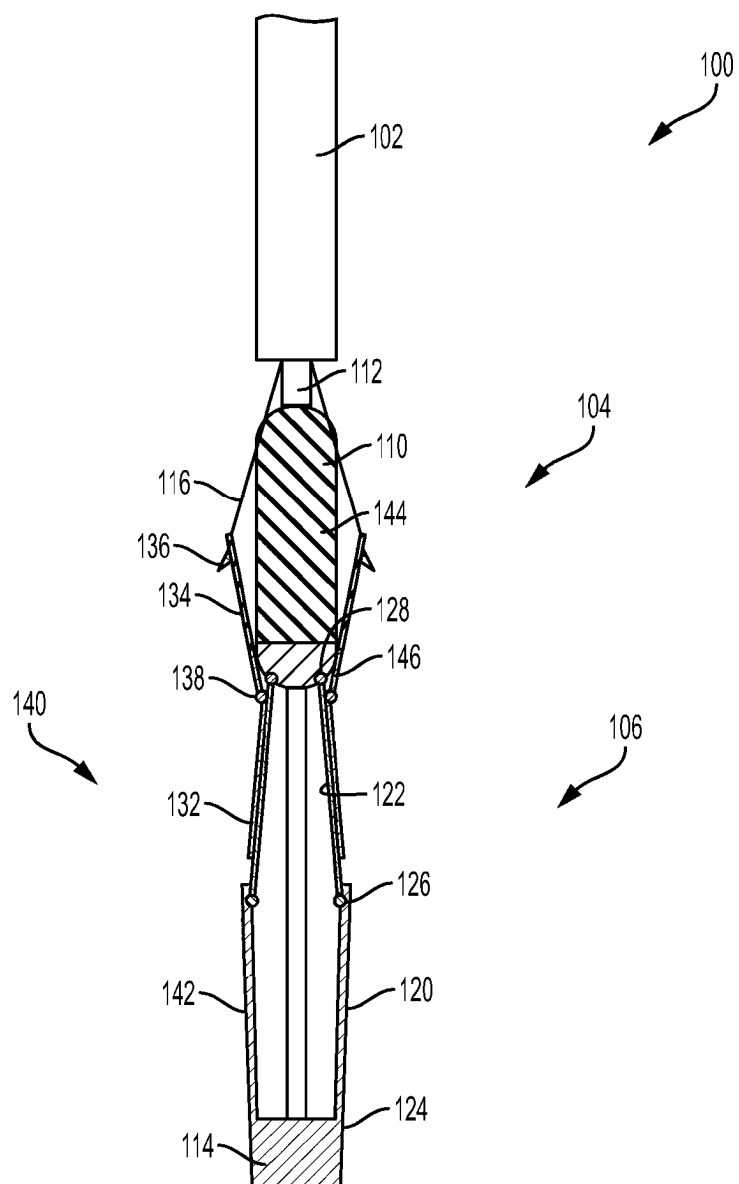


FIG. 231

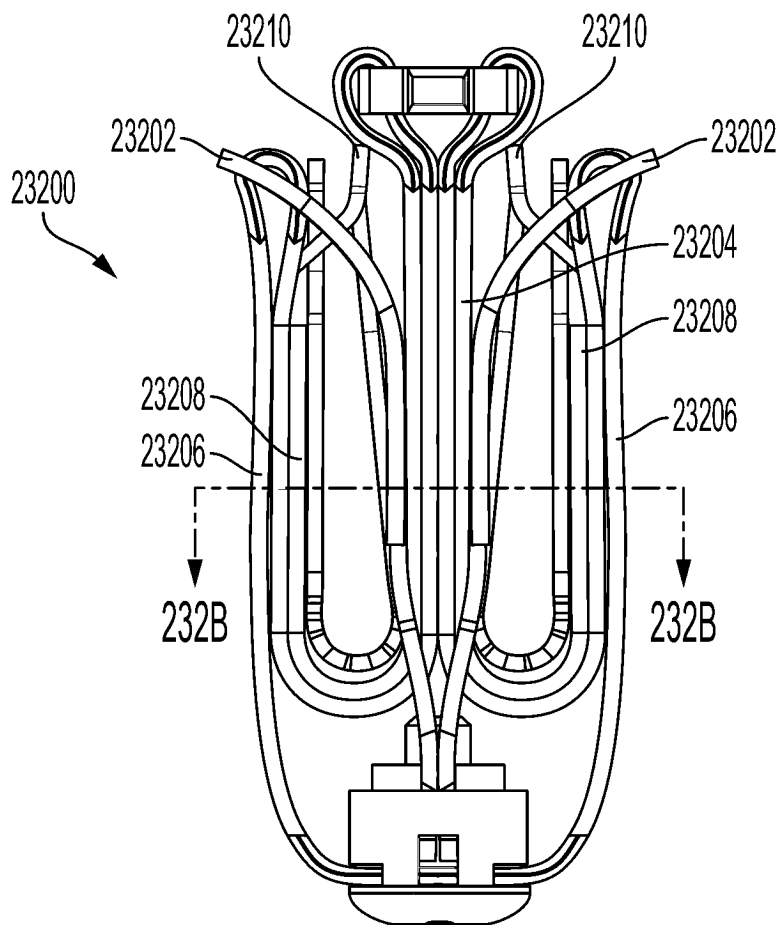


Fig. 232A

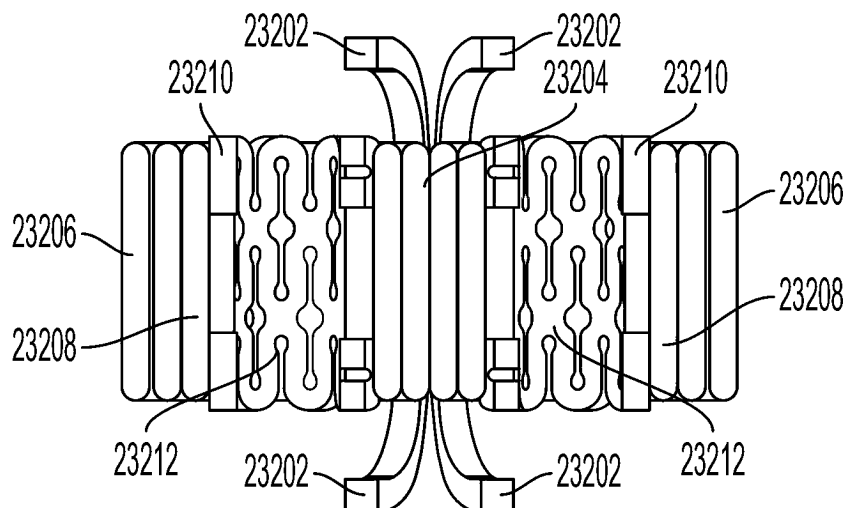


Fig. 232B

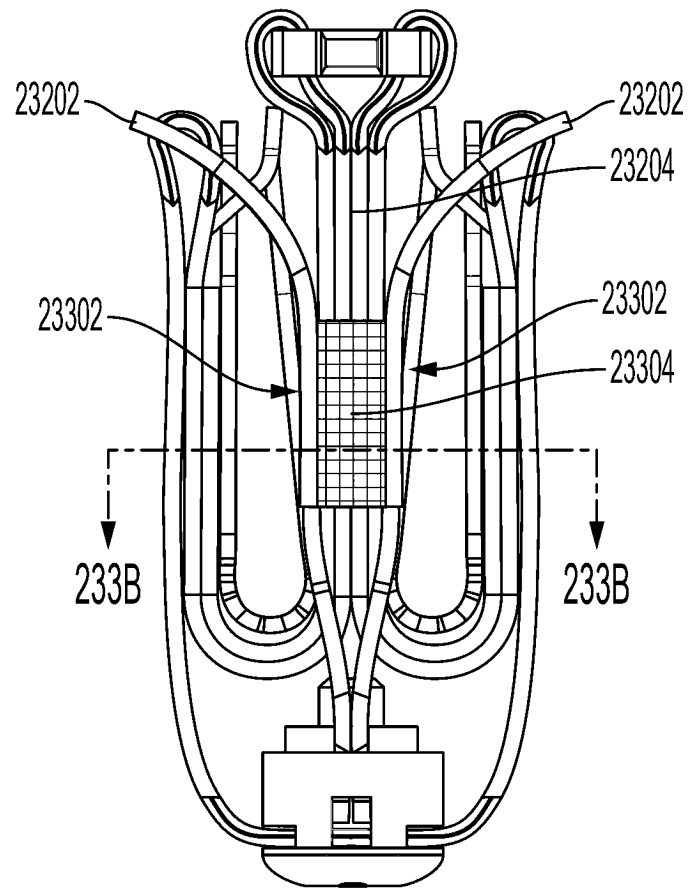


Fig. 233A

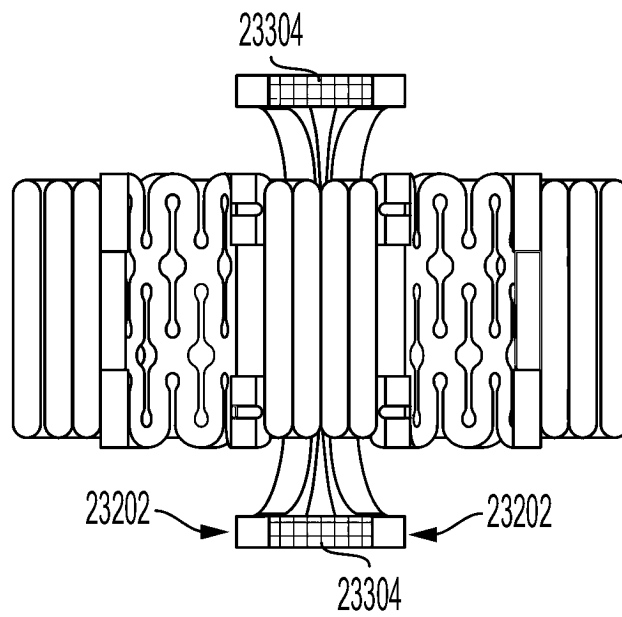


Fig. 233B

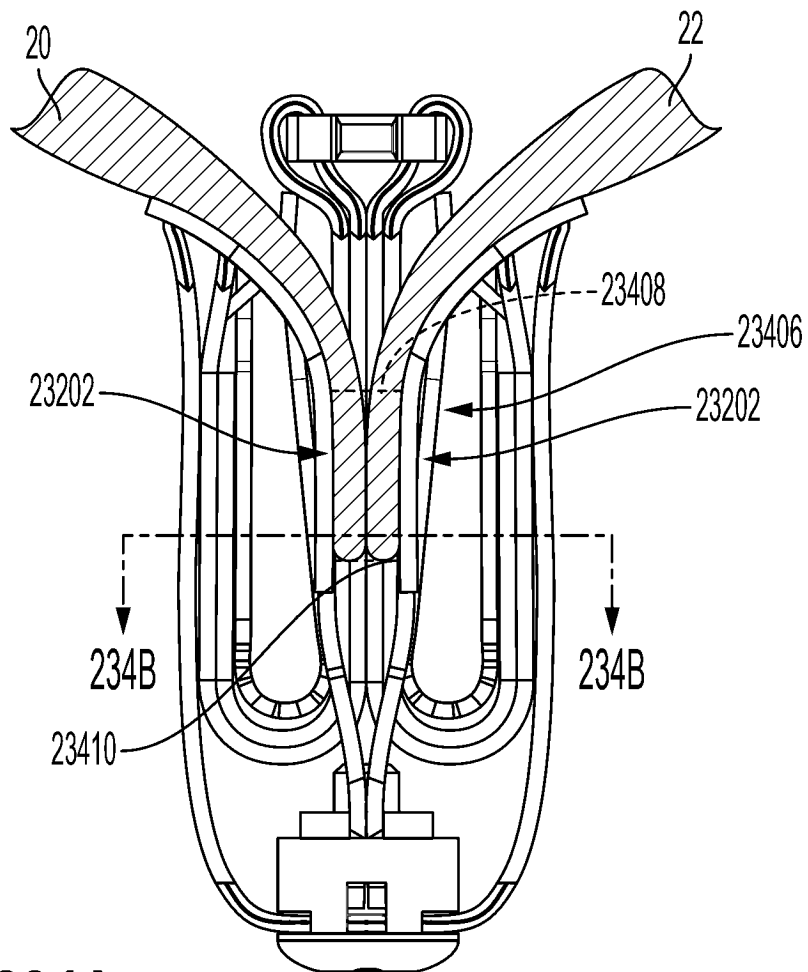


Fig. 234A

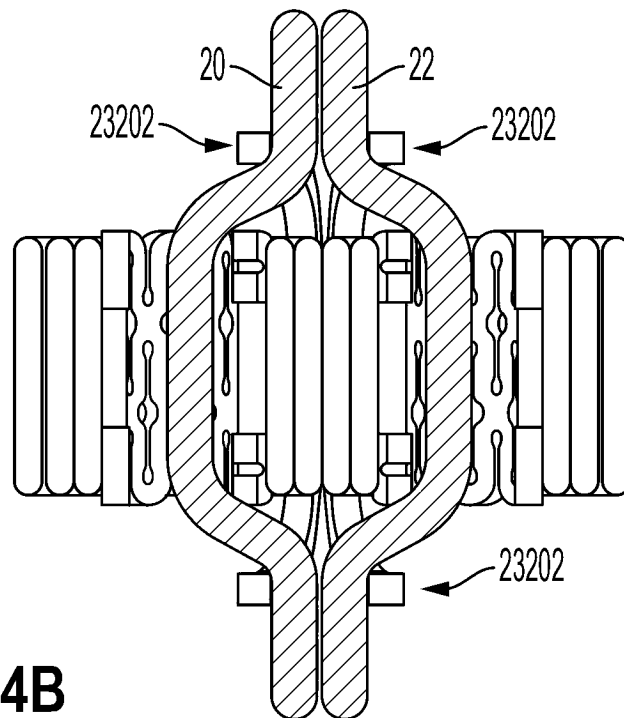


Fig. 234B

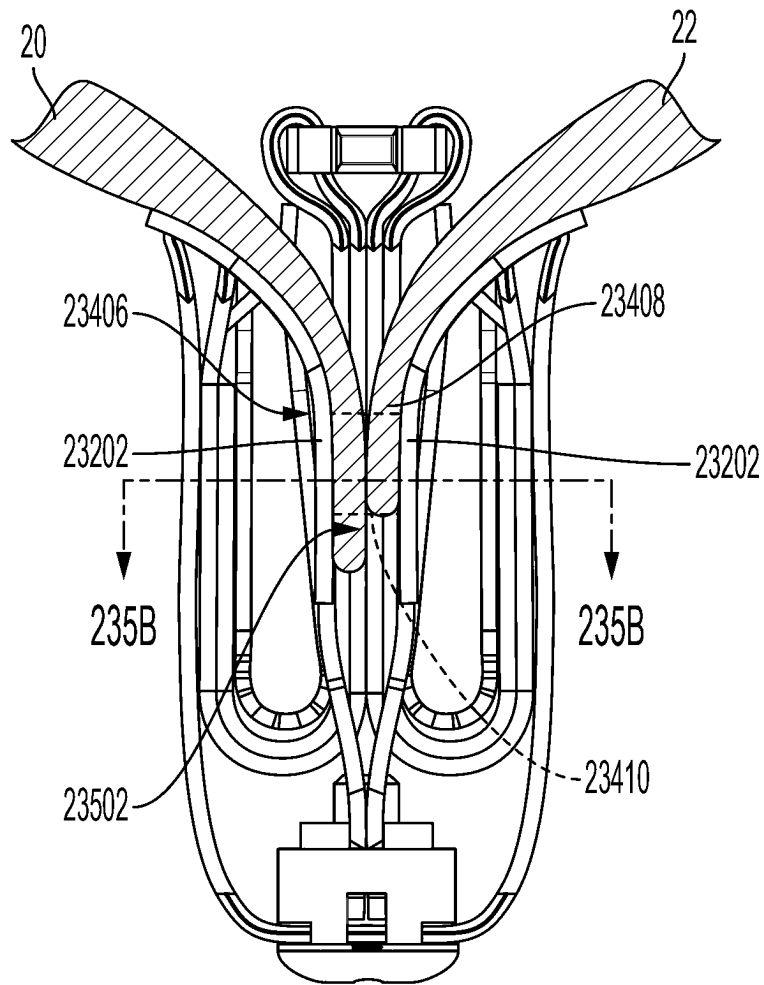


Fig. 235A

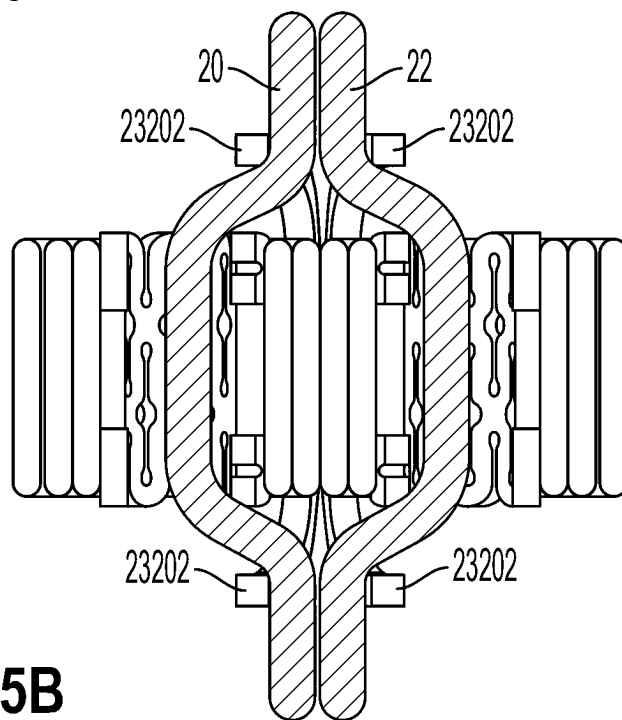


Fig. 235B

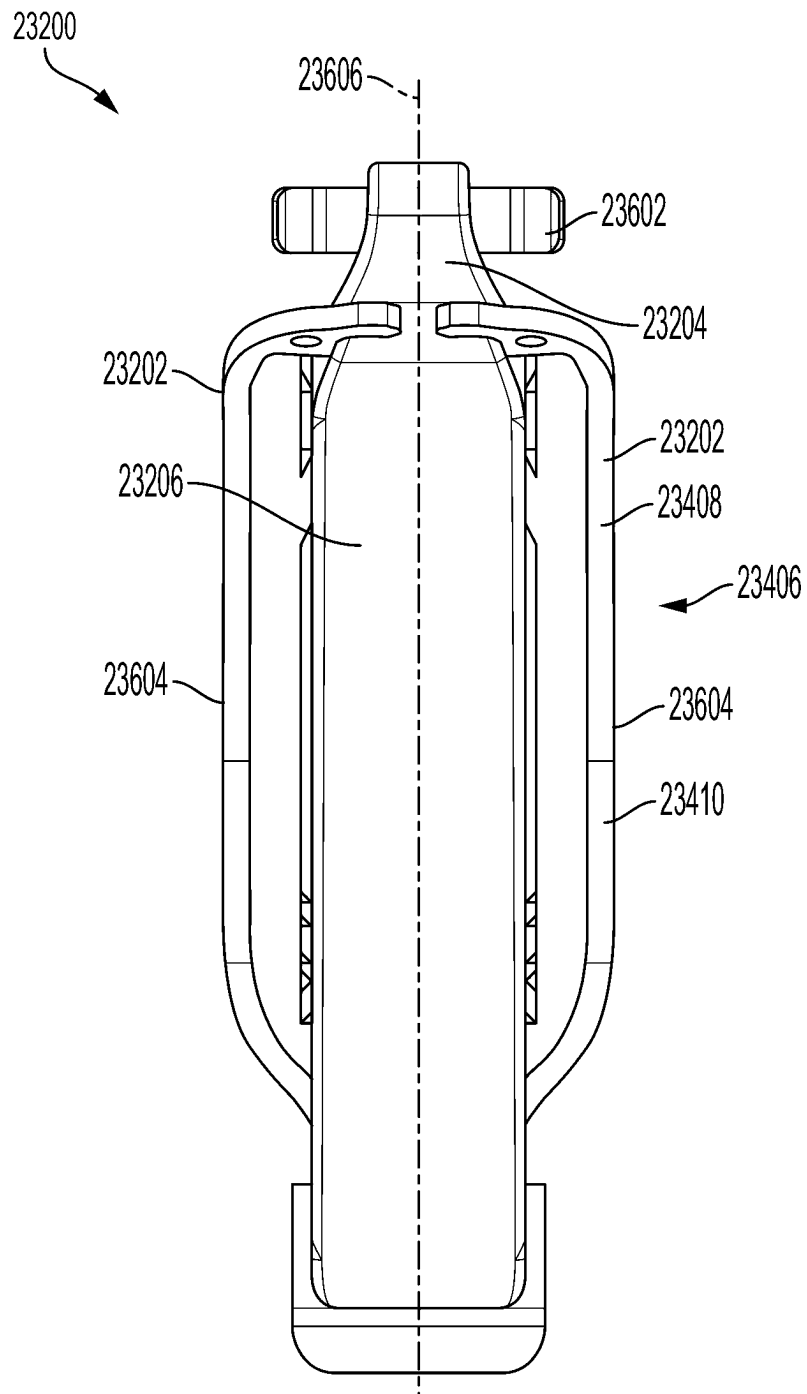


Fig. 236

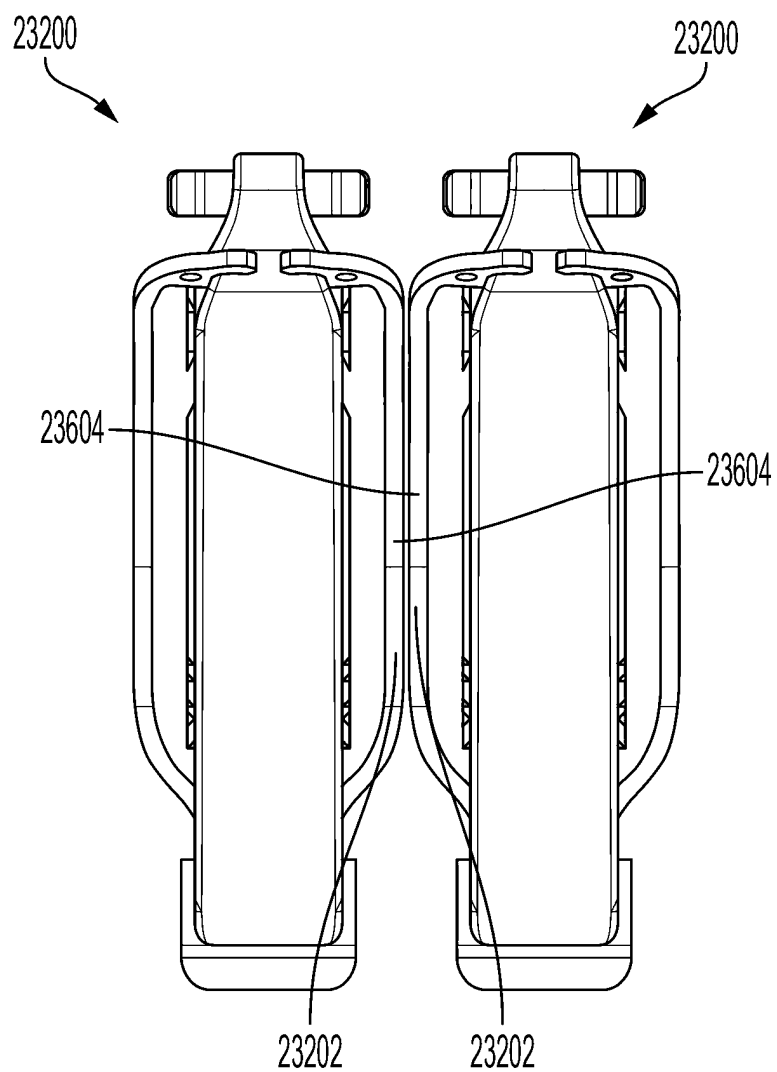


Fig. 237

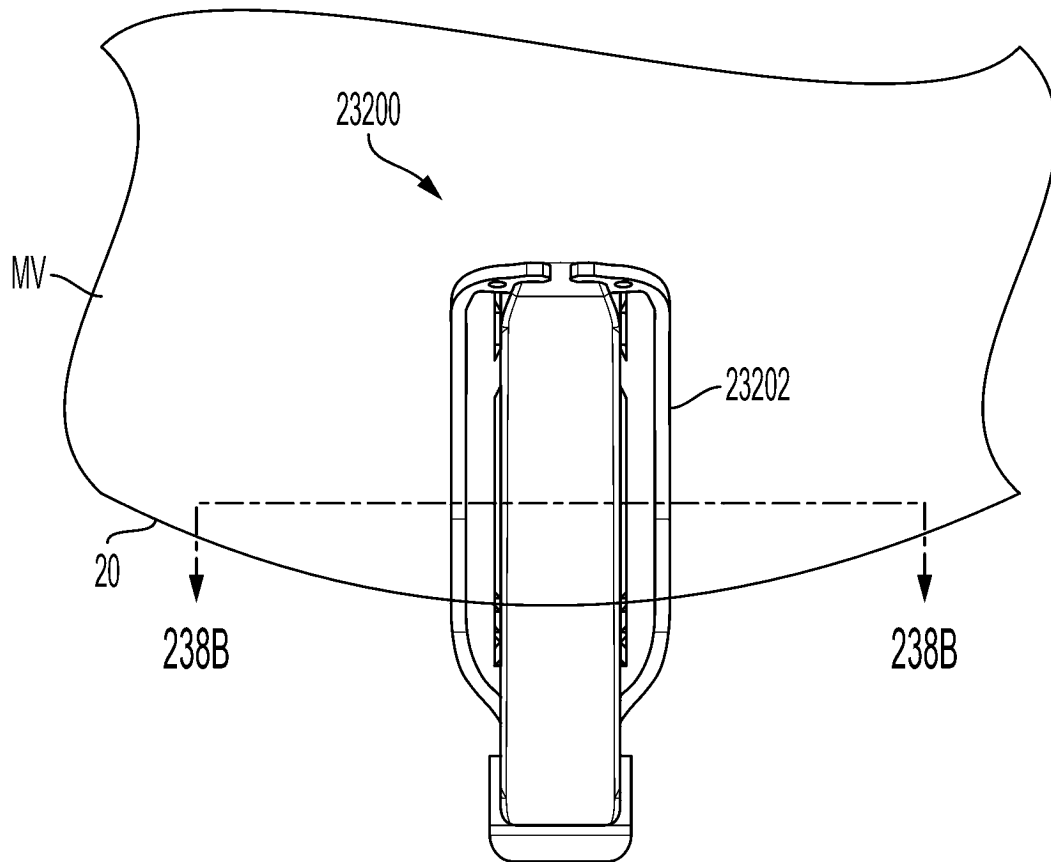


Fig. 238A

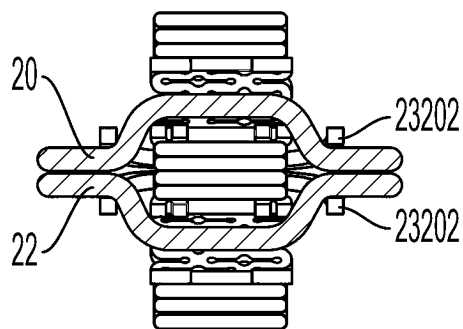


Fig. 238B

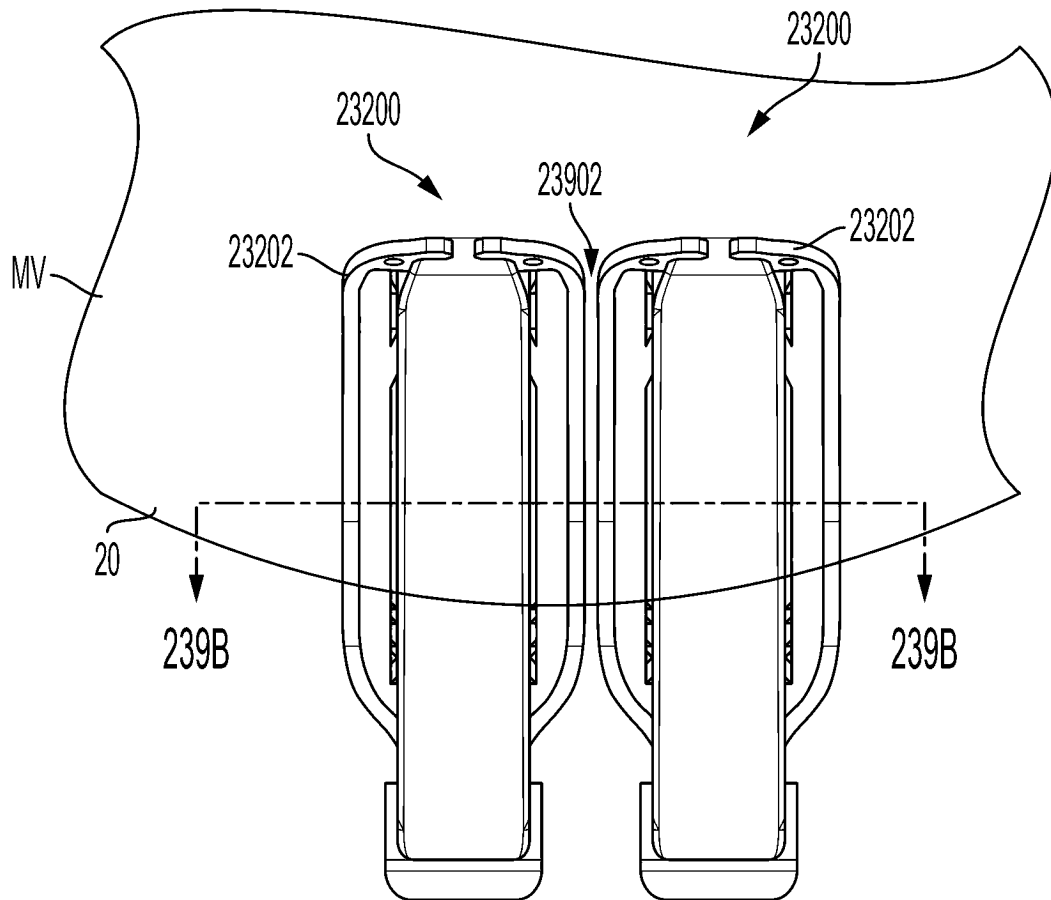


Fig. 239A

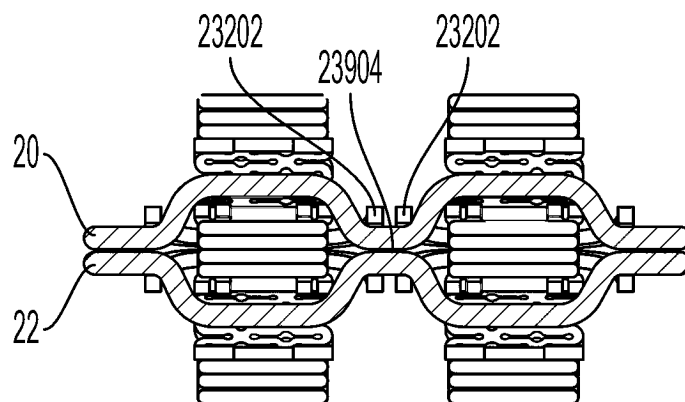


Fig. 239B

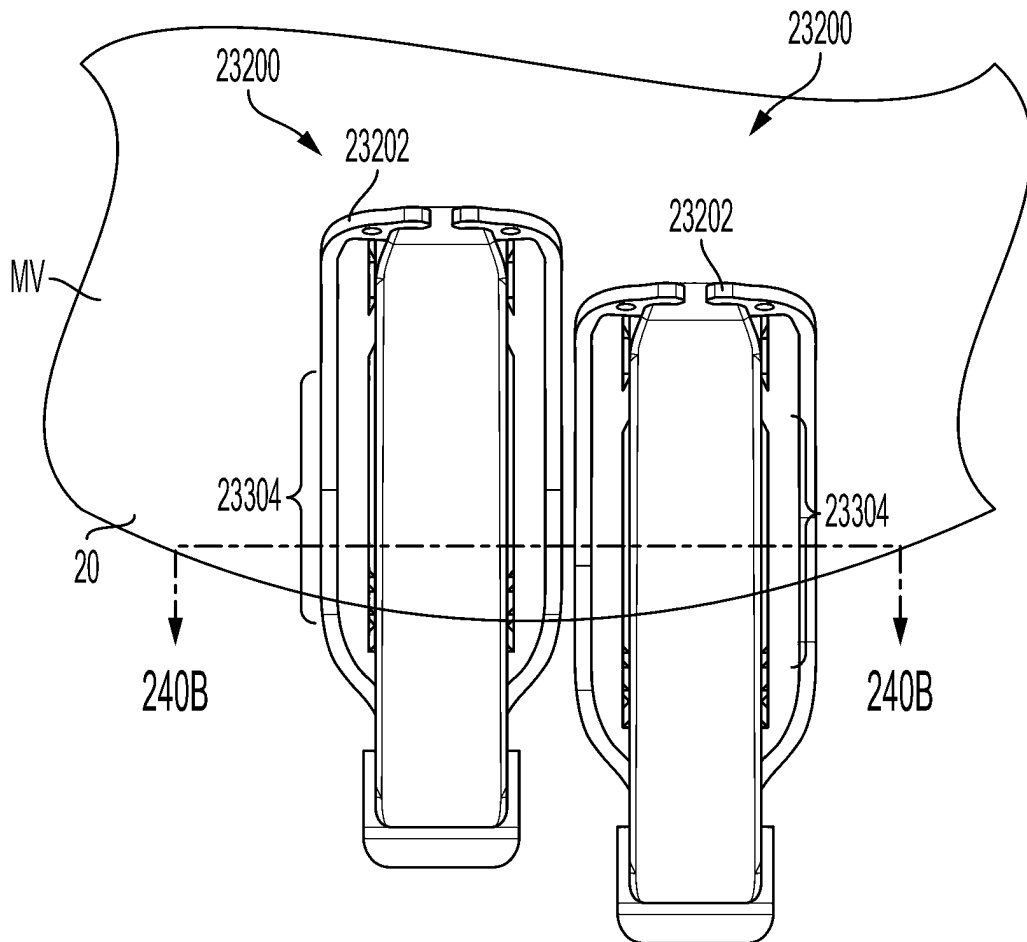


Fig. 240A

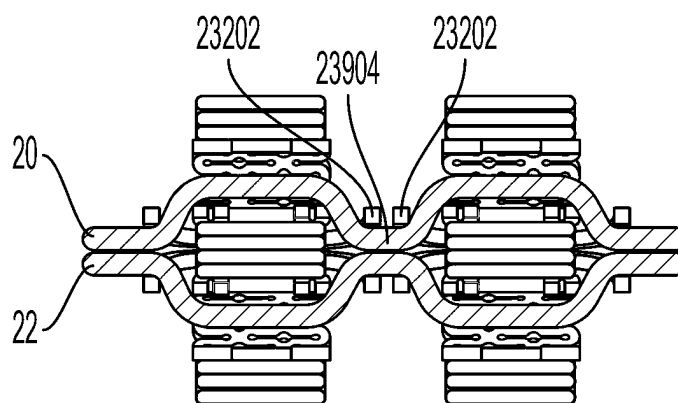


Fig. 240B

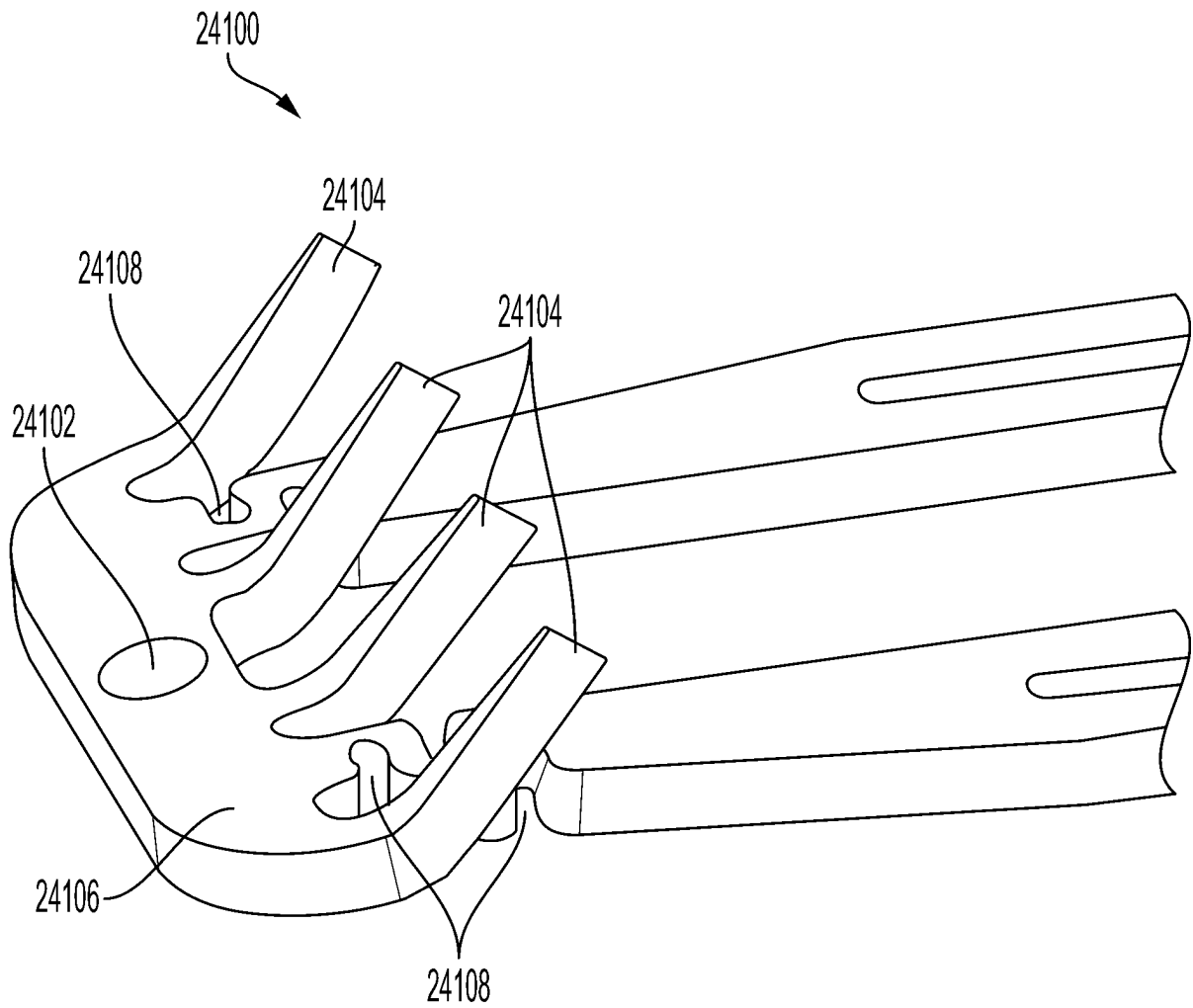


Fig. 241

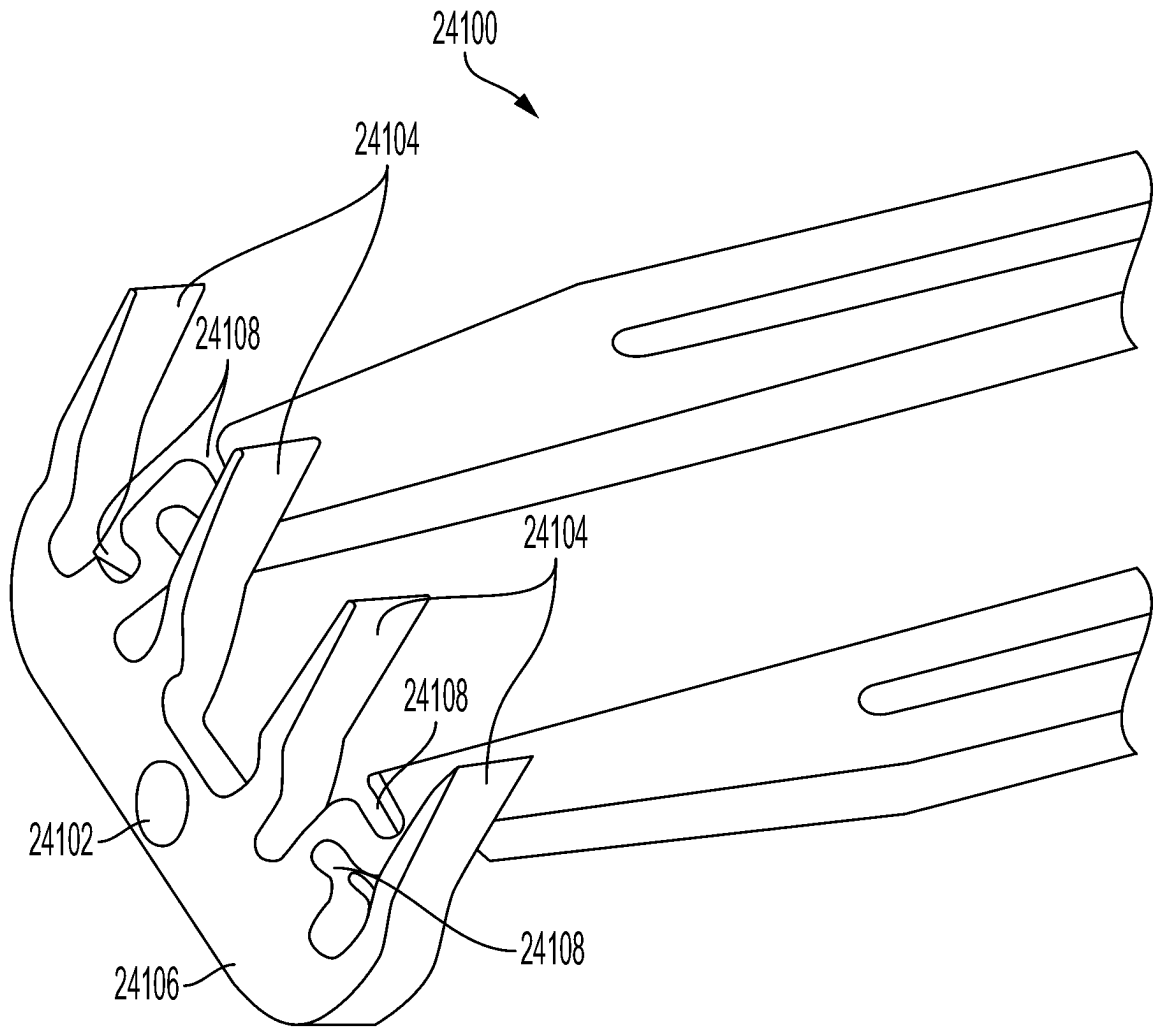


Fig. 242

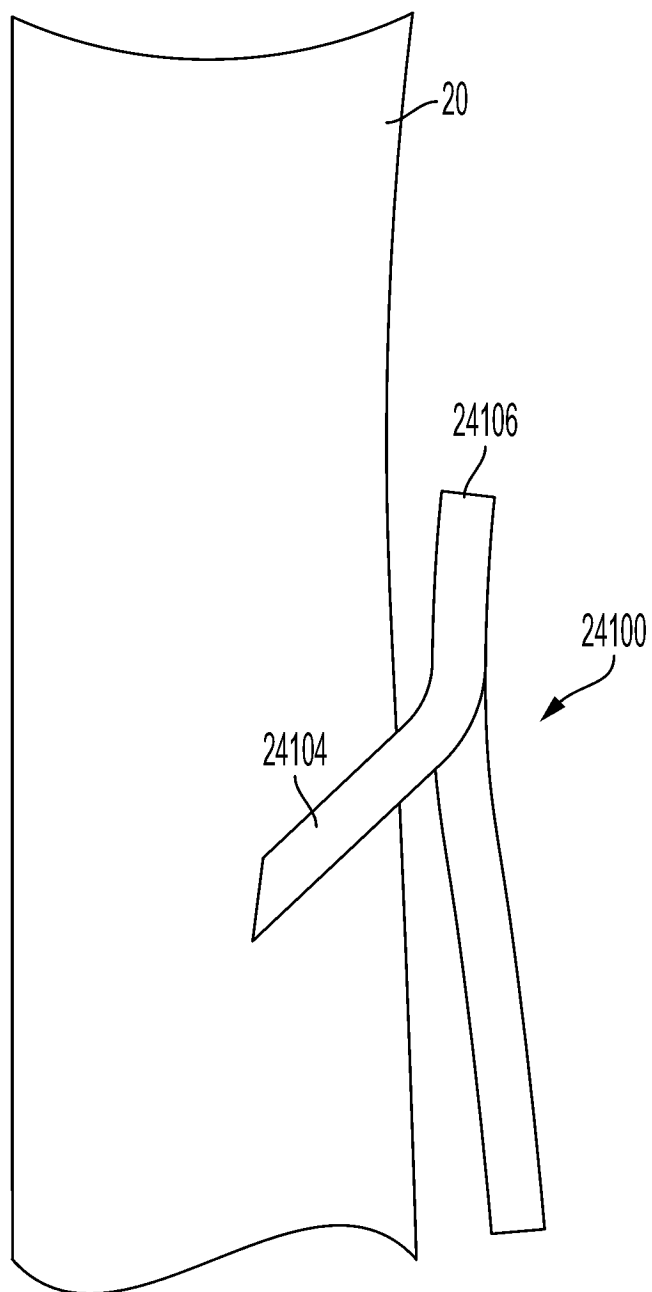


Fig. 243A

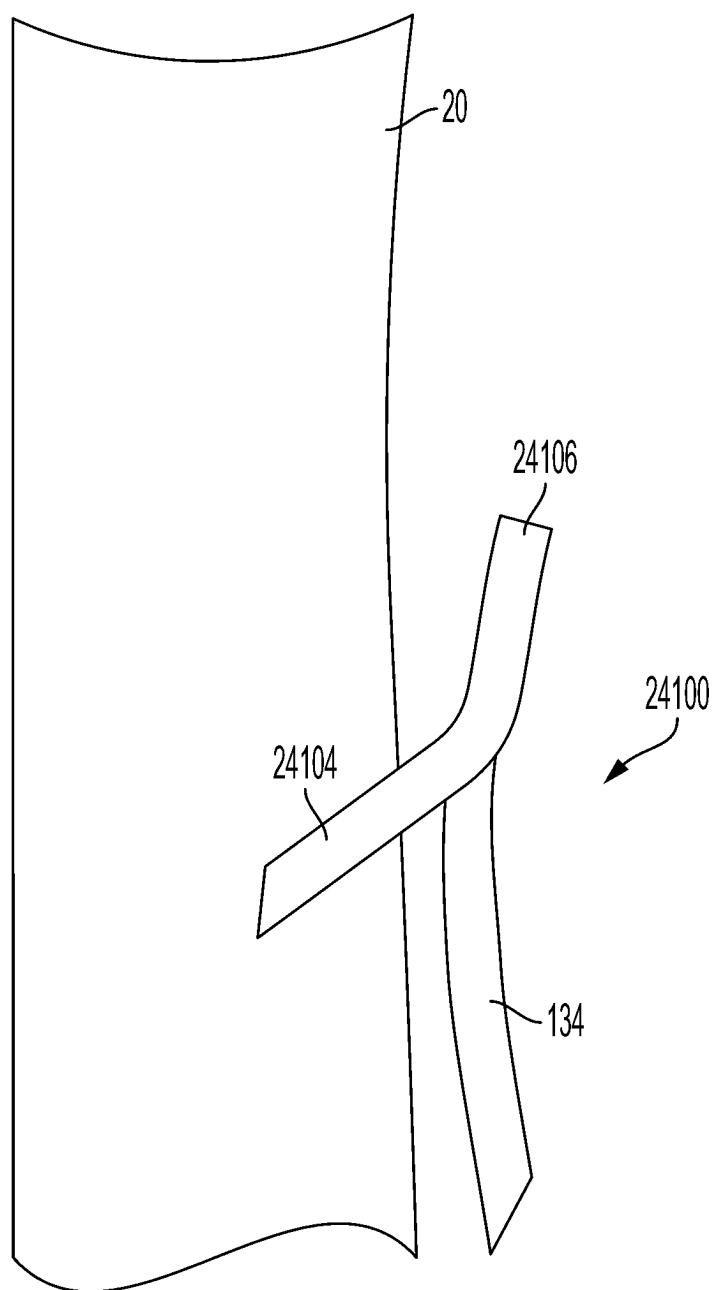


Fig. 243B

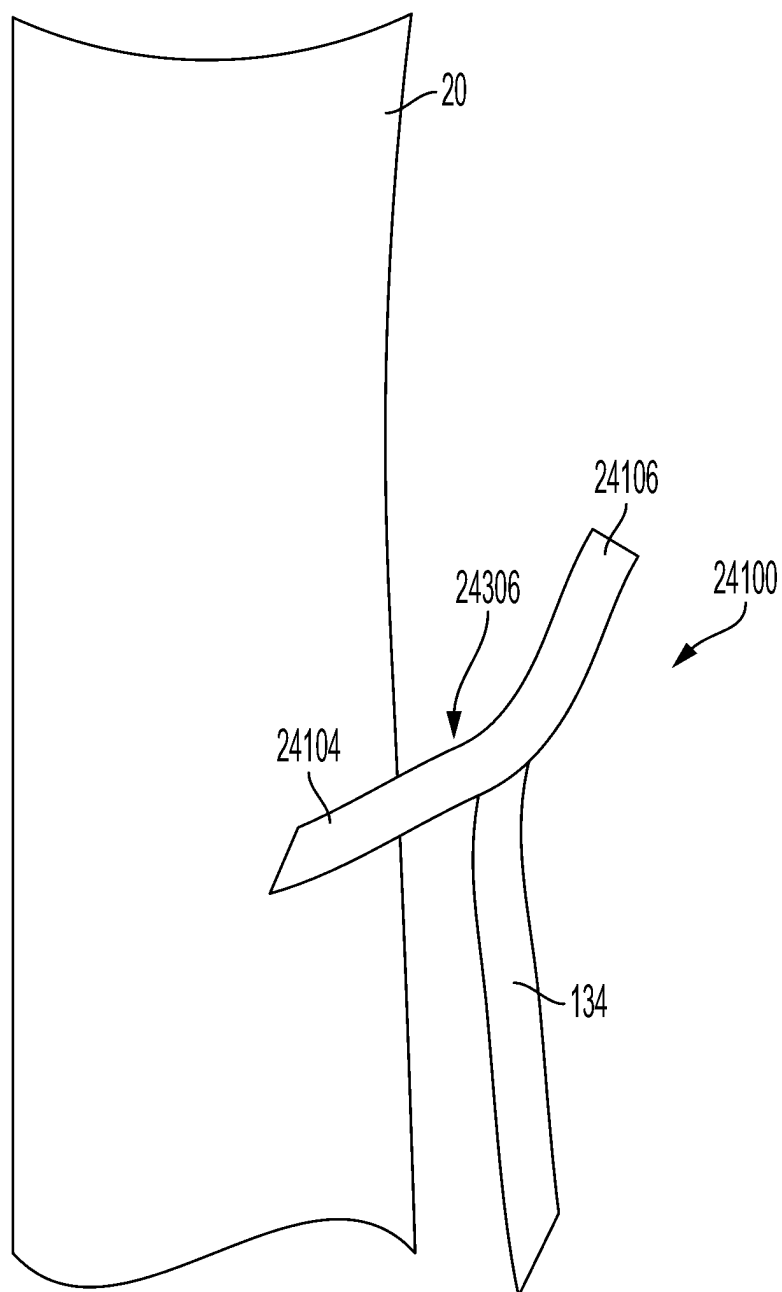


Fig. 243C

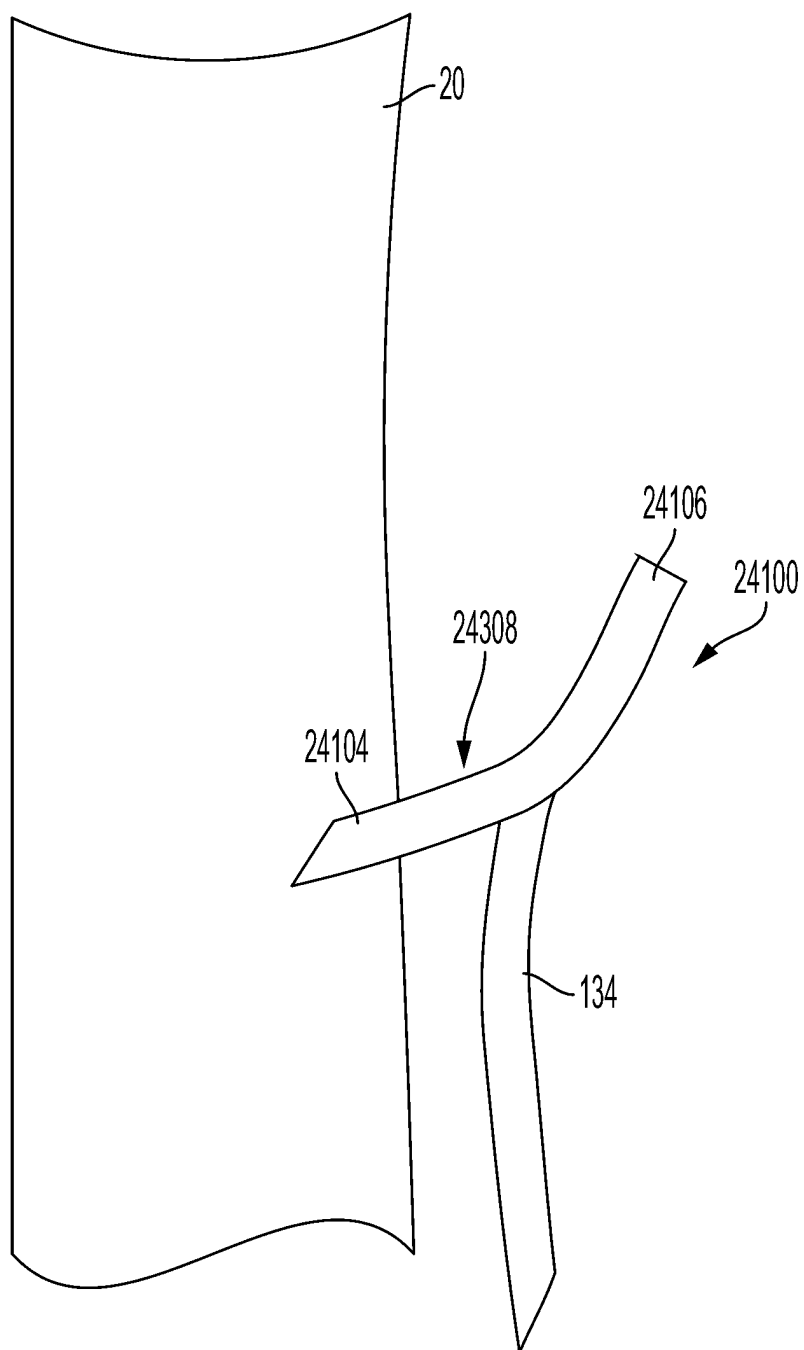


Fig. 243D

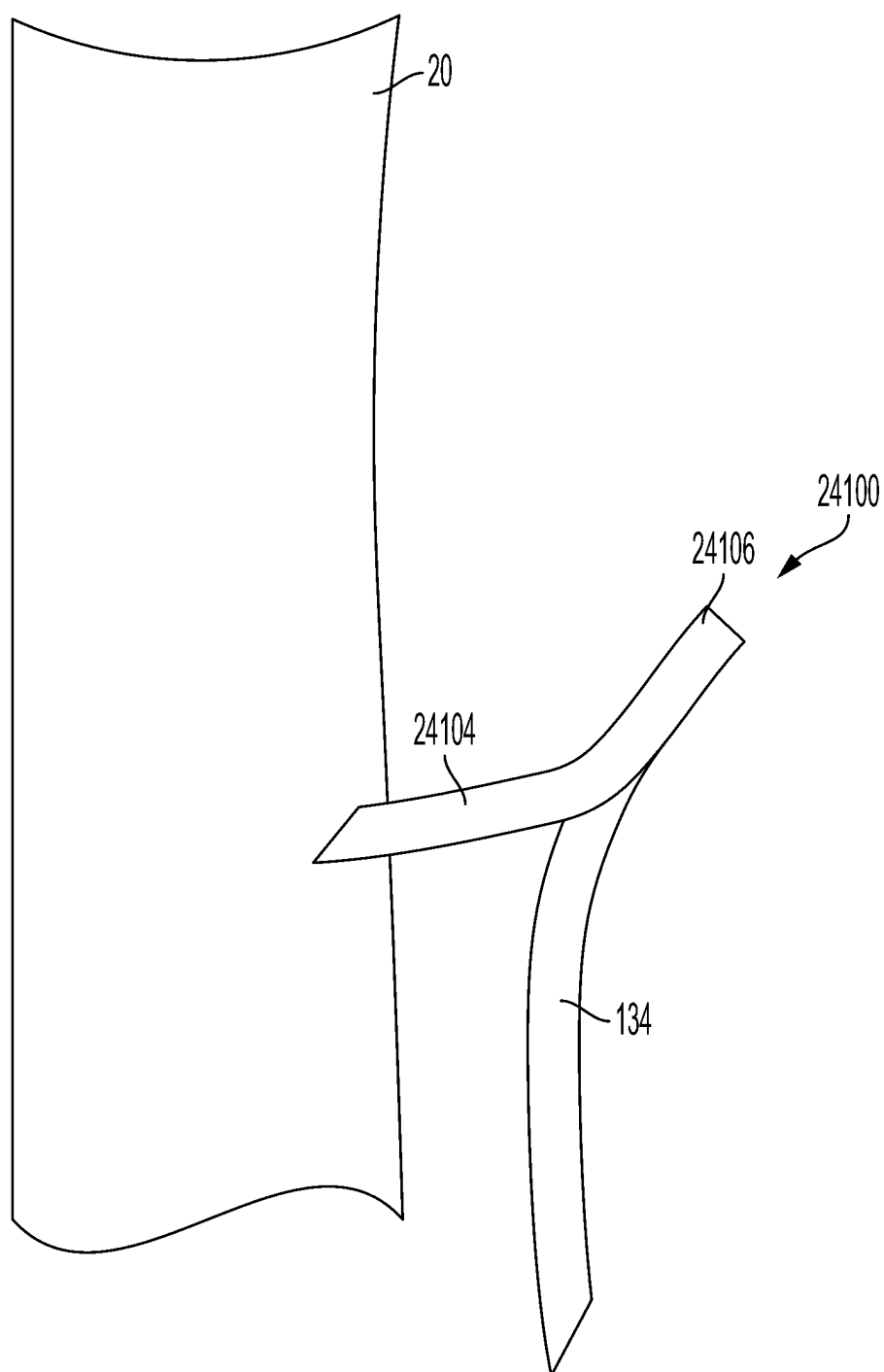


Fig. 243E

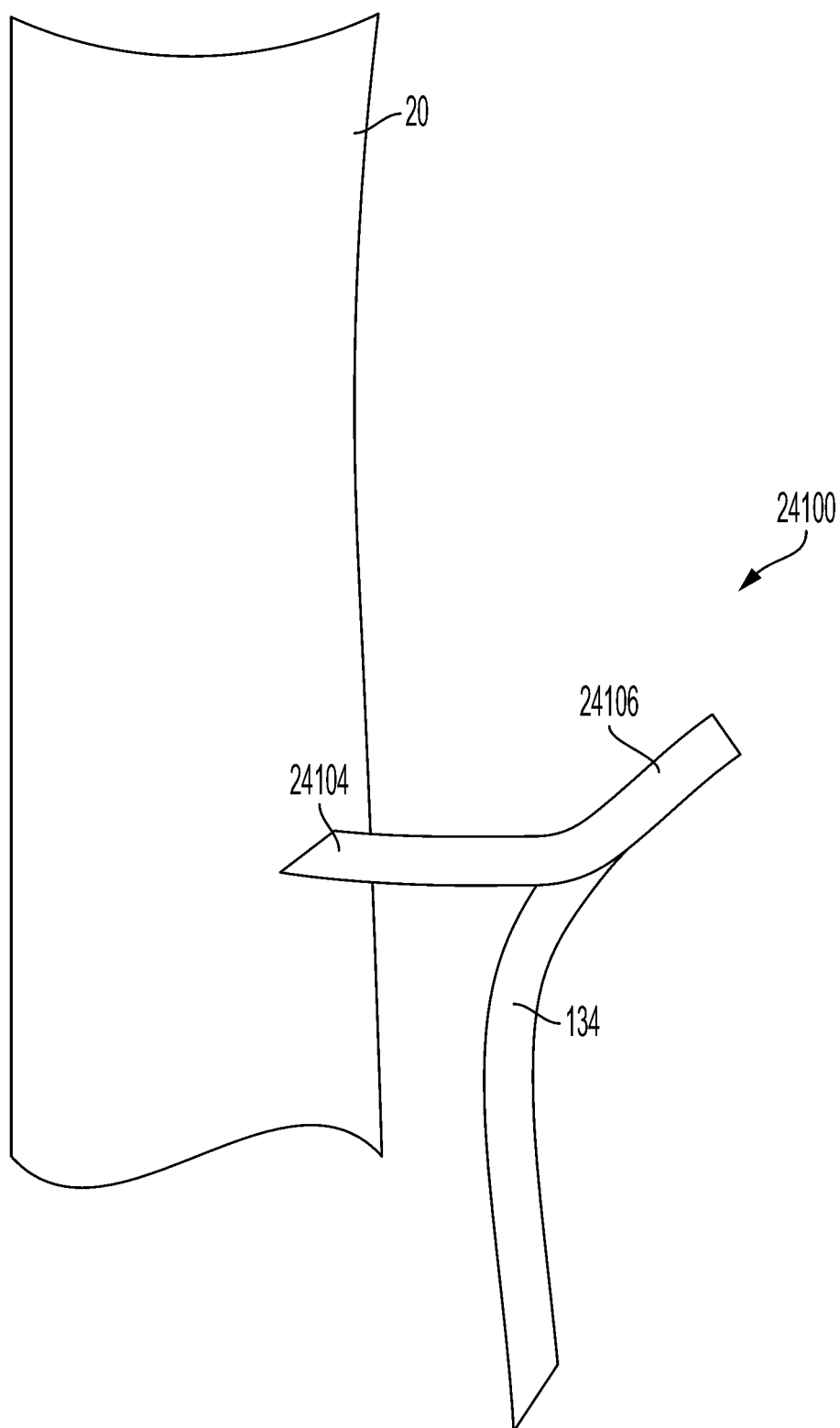


Fig. 243F

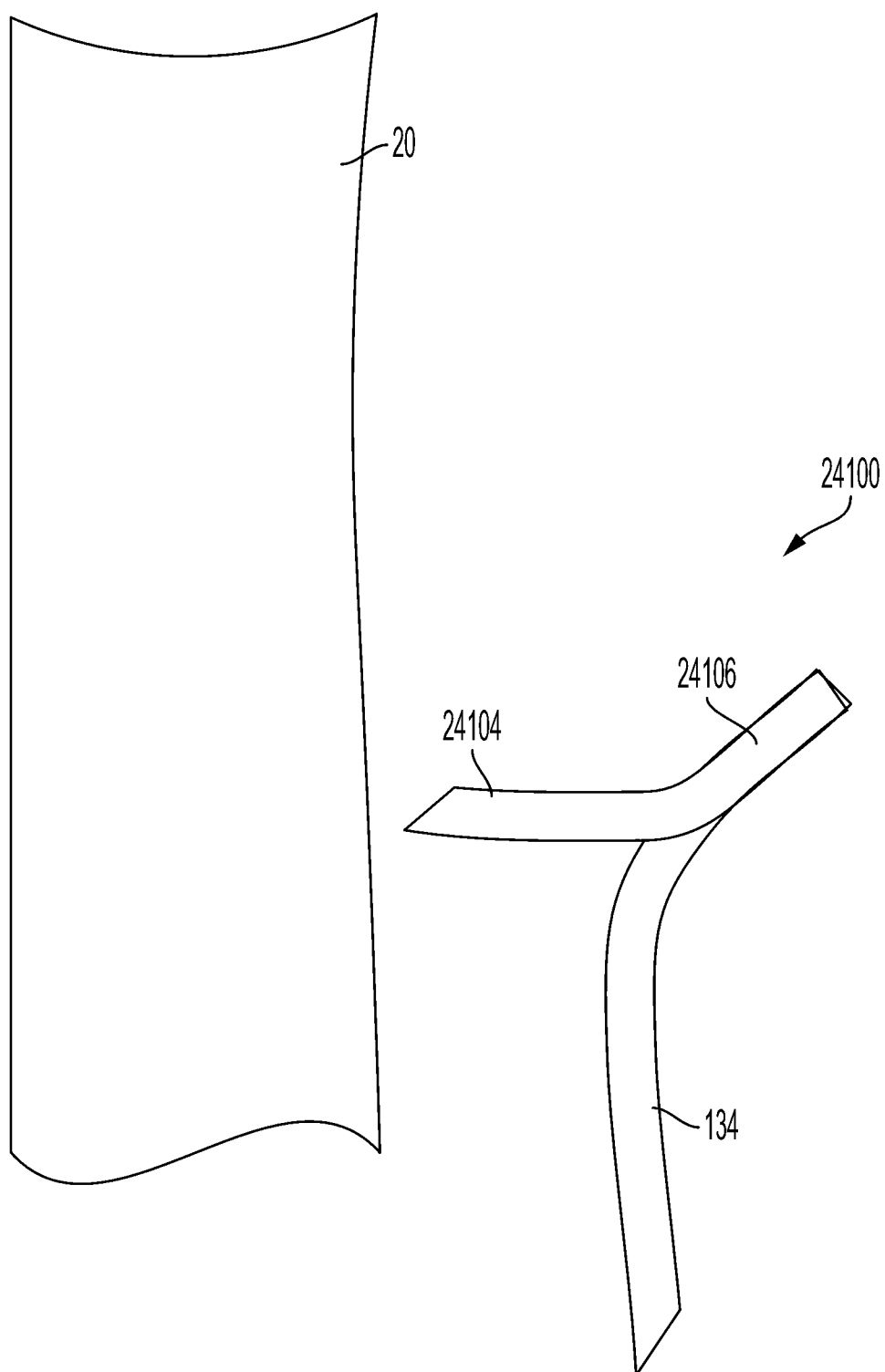


Fig. 243G

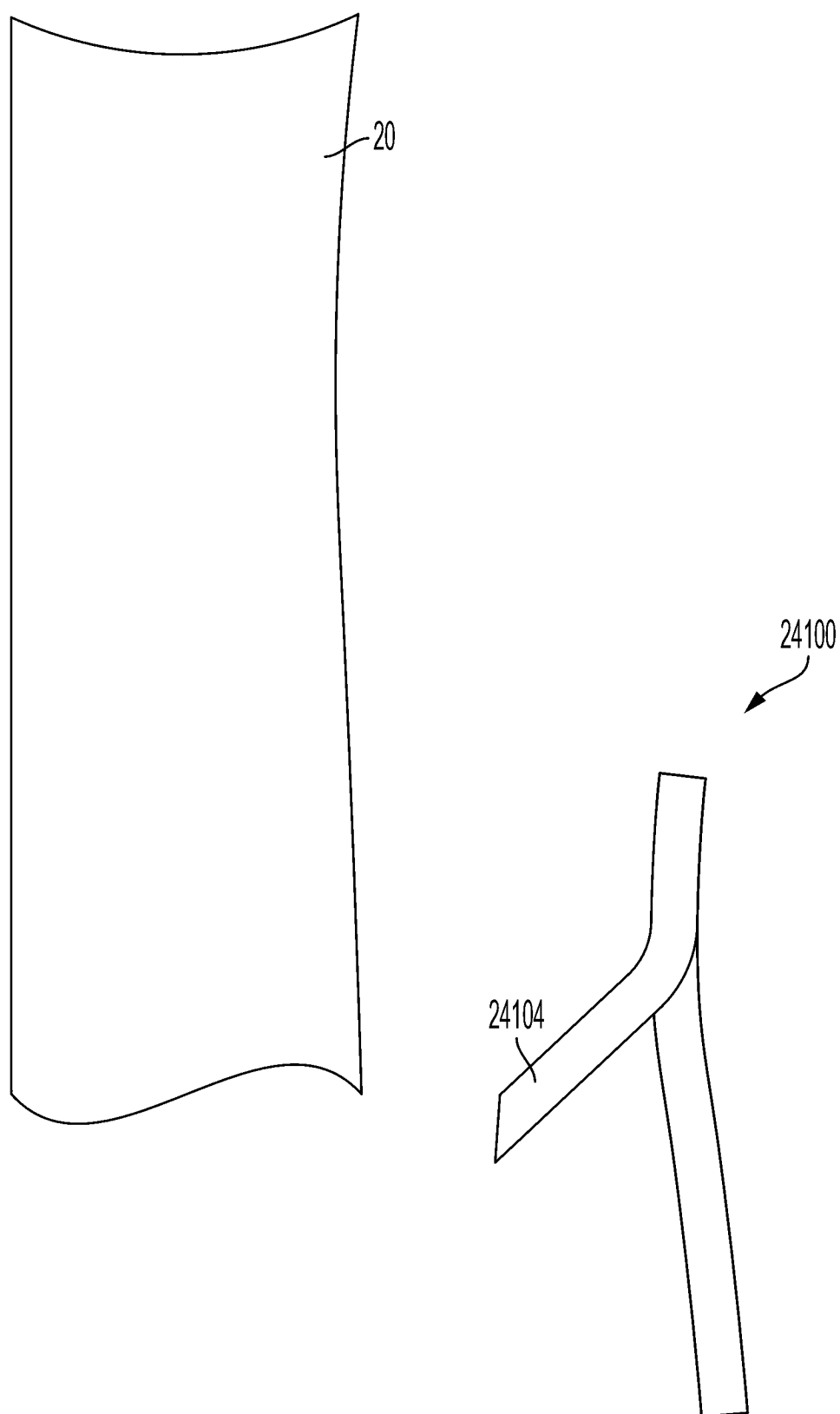


Fig. 243H

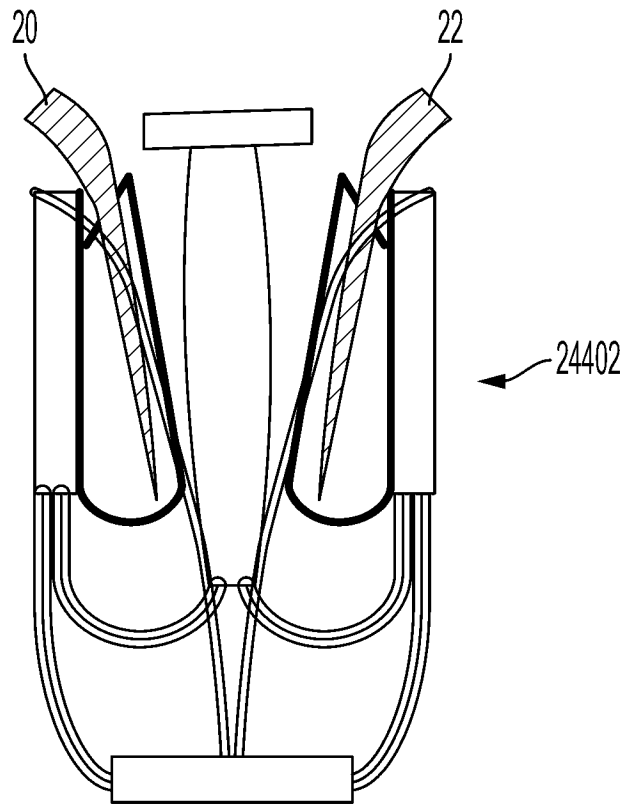


Fig. 244A

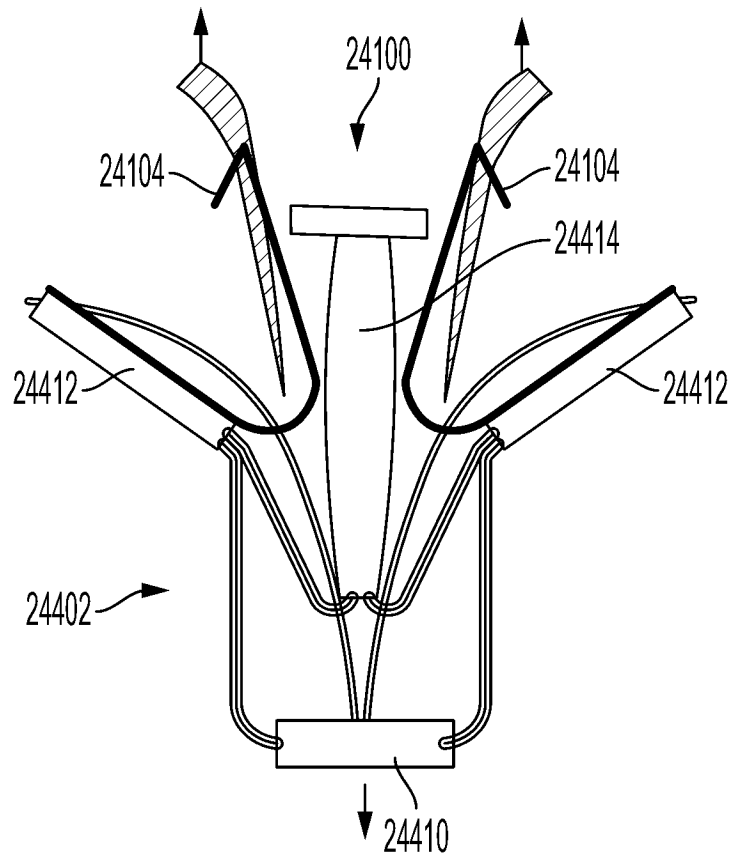


Fig. 244B

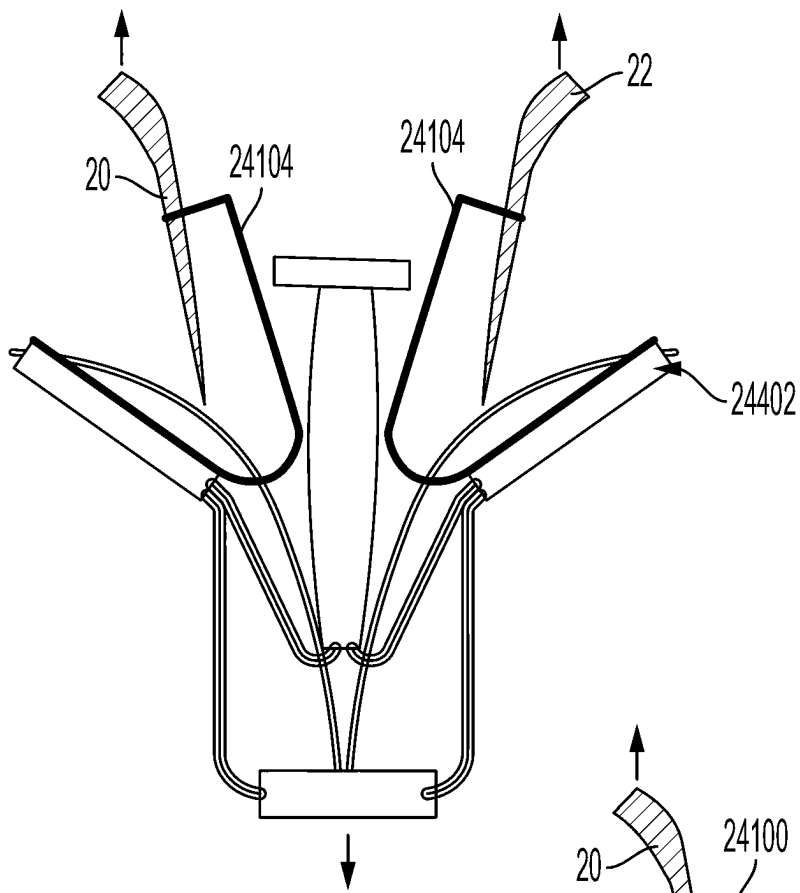


Fig. 244C

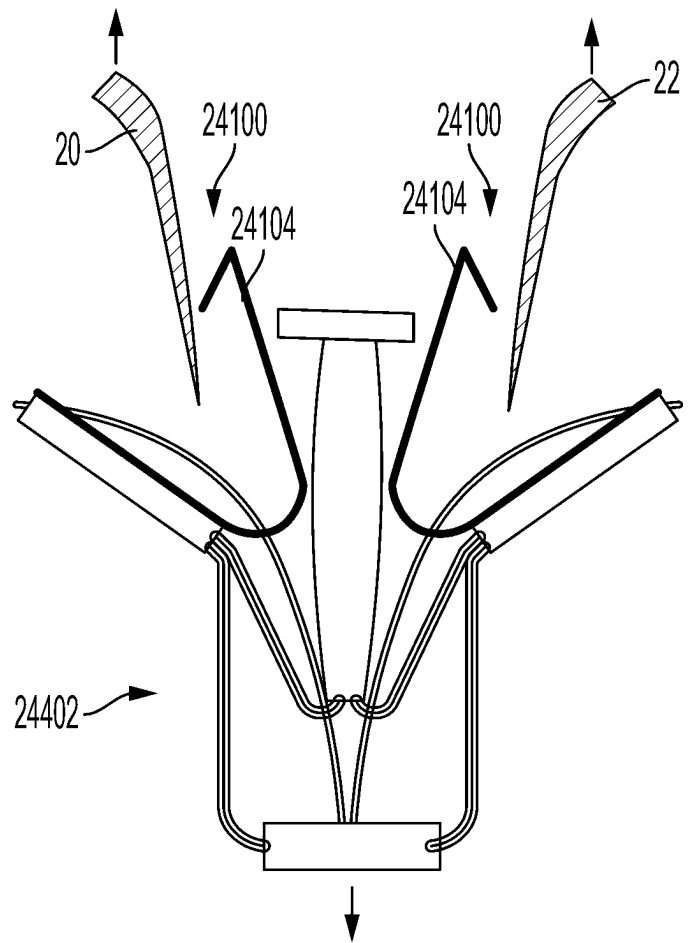


Fig. 244D

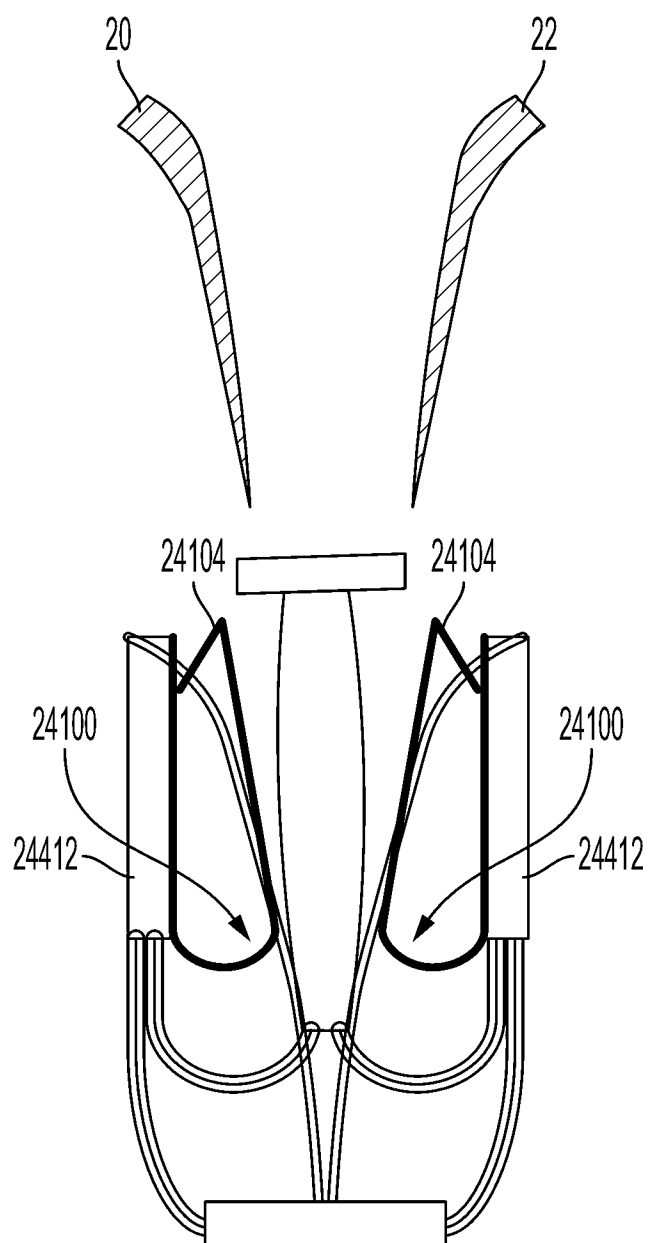


Fig. 244E

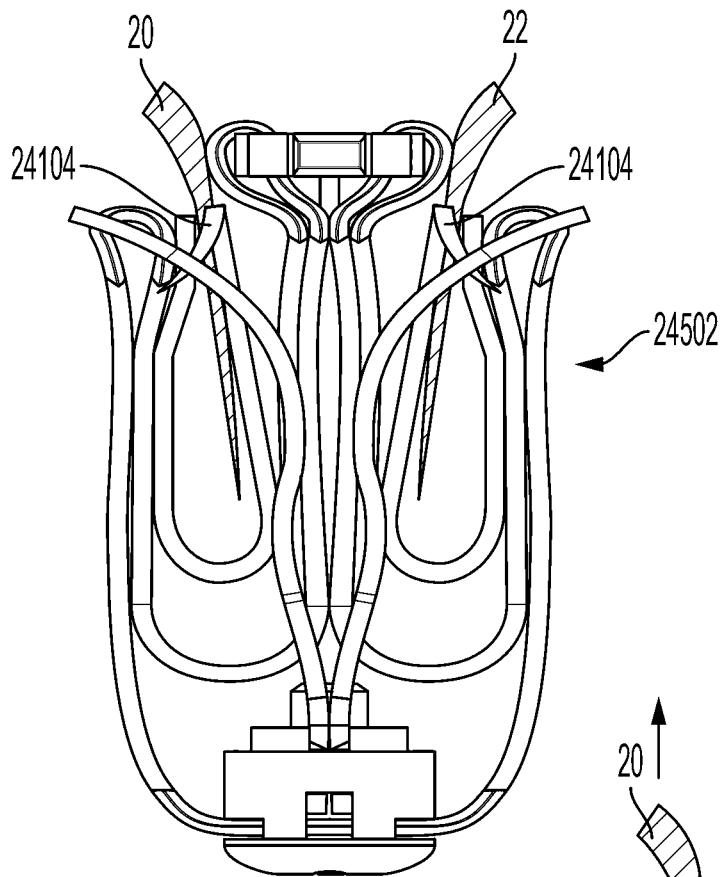


Fig. 245A

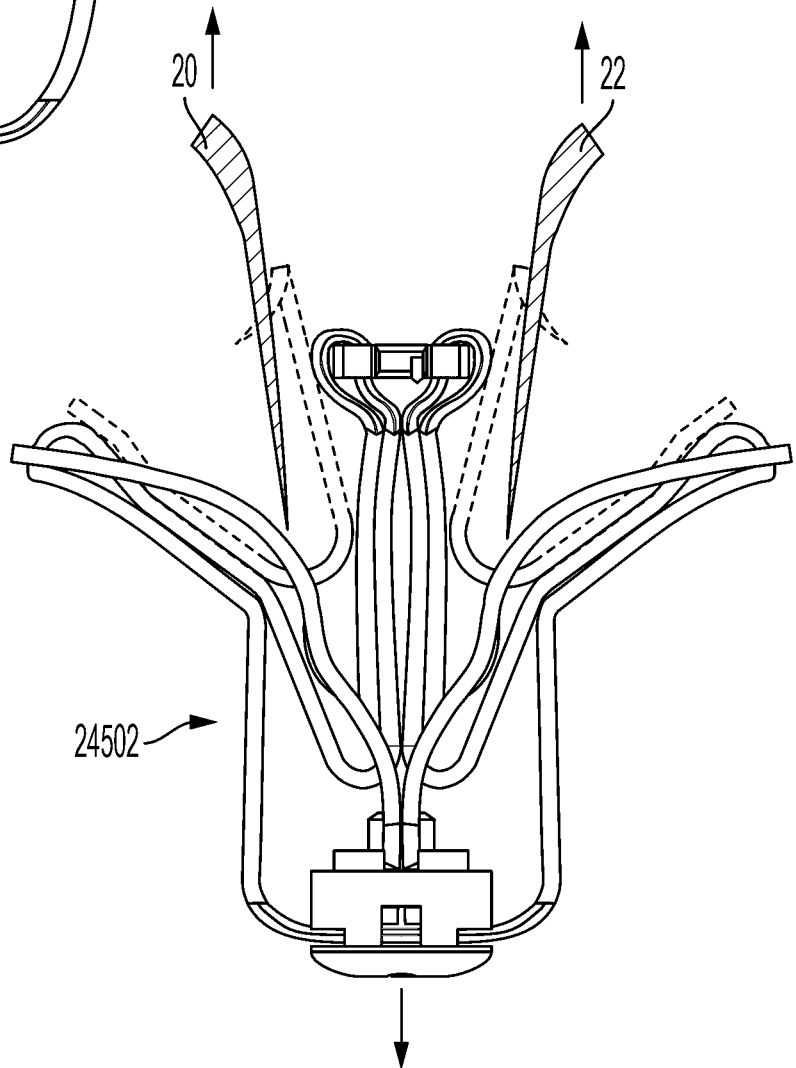


Fig. 245B

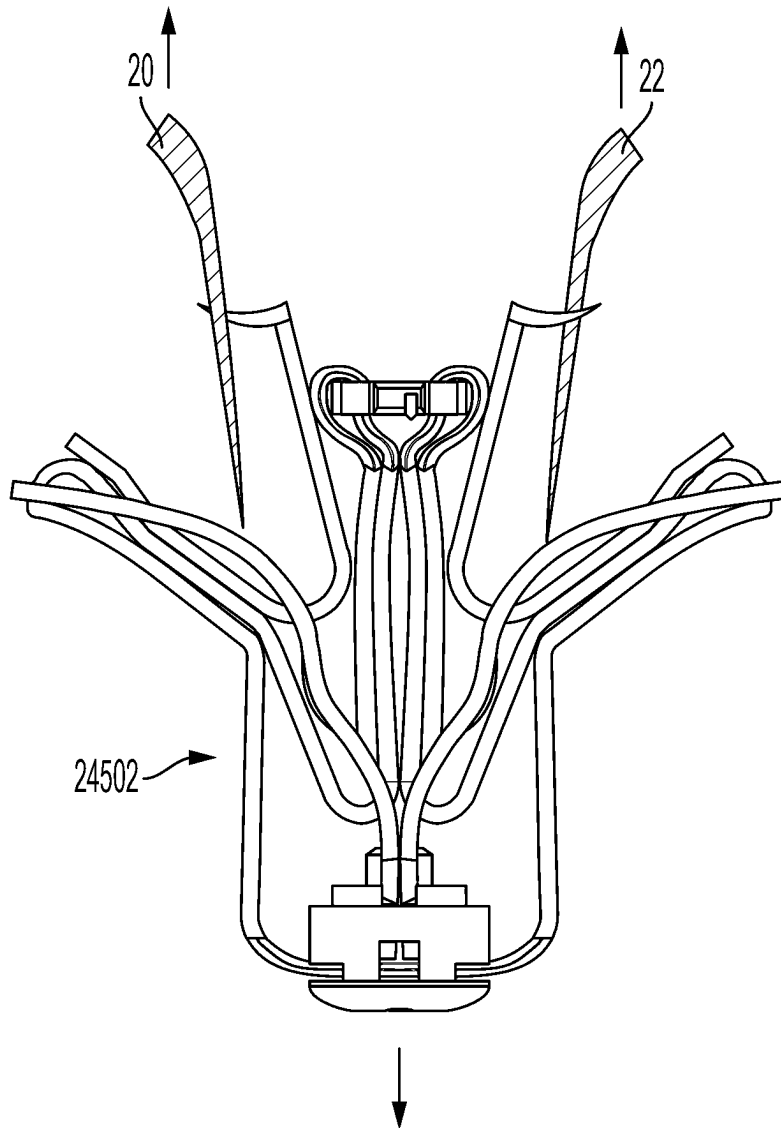


Fig. 245C

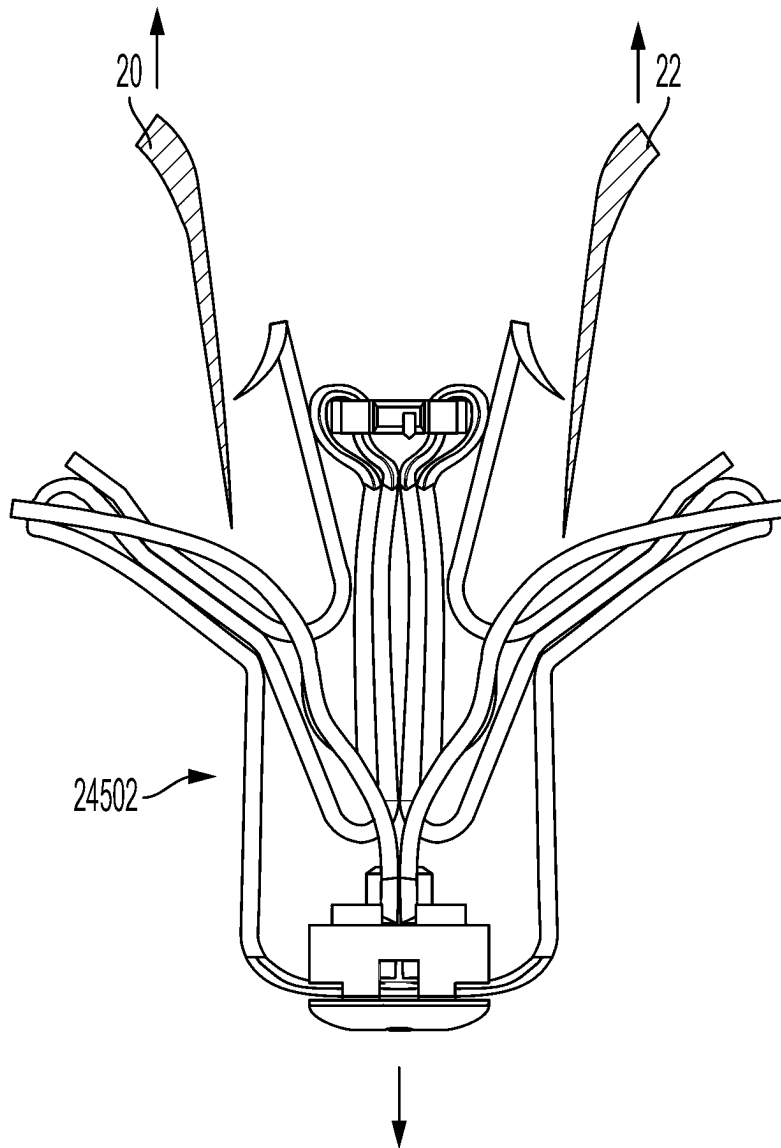


Fig. 245D

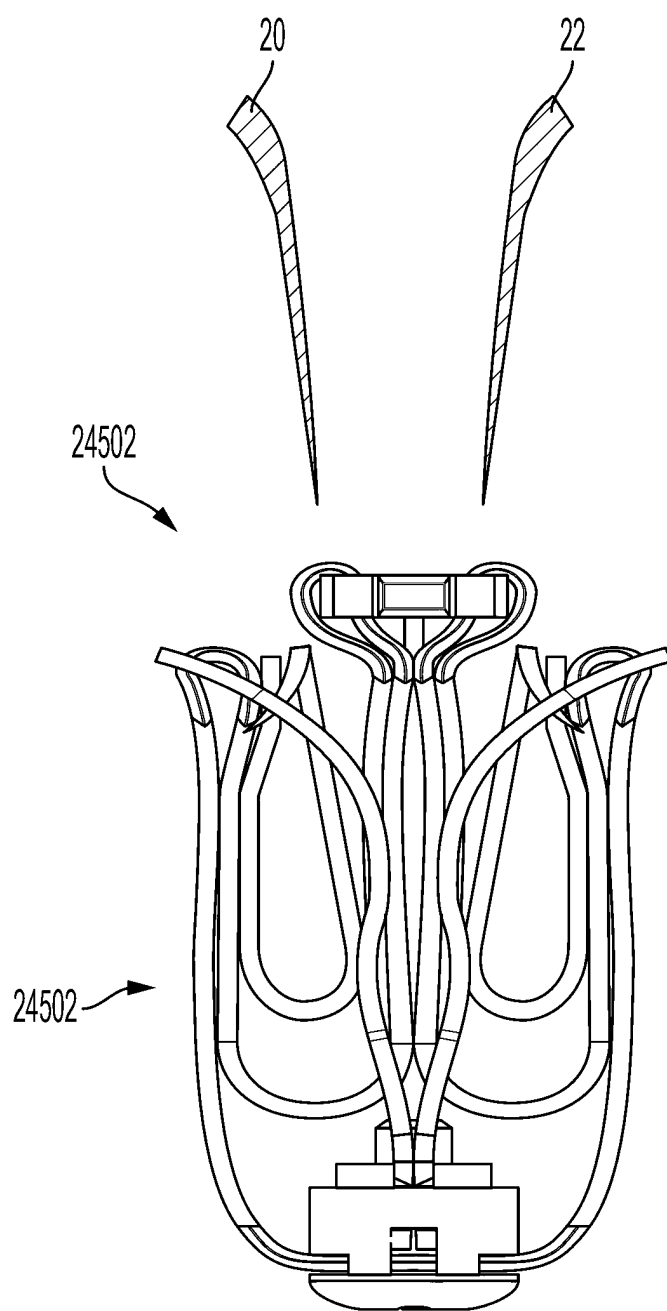


Fig. 245E

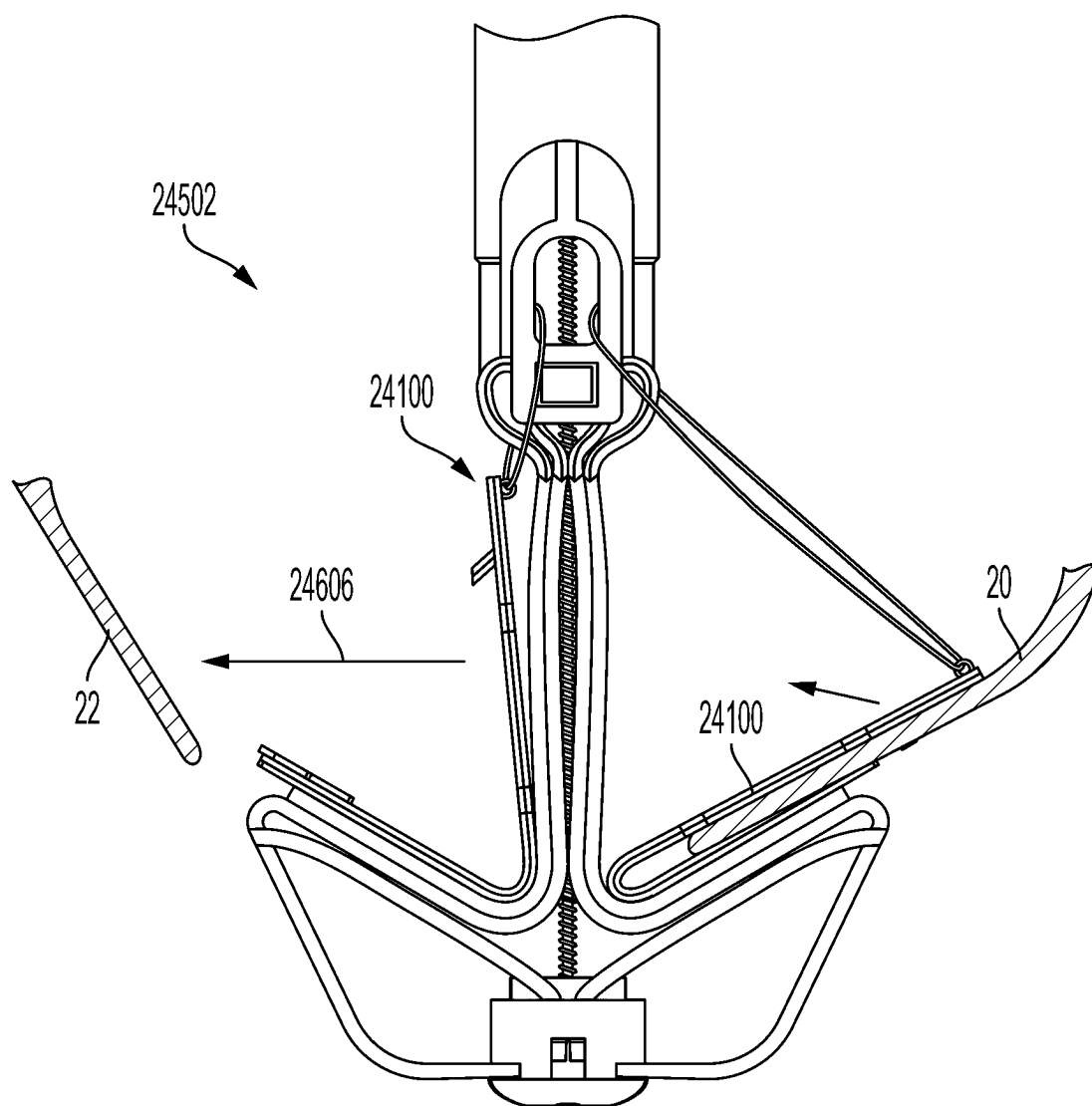


Fig. 246