



(10) **DE 10 2018 100 313 A9** 2019.10.02

(12) **Berichtigung der Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 100 313.7**

(22) Anmeldetag: **09.01.2018**

(43) Offenlegungstag: **11.07.2019**

(15) Korrekturinformation:

Beschreibung

(48) Veröffentlichungstag der Berichtigung: **02.10.2019**

(51) Int Cl.: **A61B 17/00 (2006.01)**
A61F 2/24 (2006.01)

(62) Teilung in:
10 2018 010 279.4; 10 2018 010 278.6

(71) Anmelder:
Edwards Lifesciences Corporation, Irvine, Calif., US

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

(72) Erfinder:
Metchnik, Asher L., Hawthorne, Calif., US; Tyler, Gregory Scott, Huntington Beach, Calif., US; Winston, Matthew T., Aliso Viejo, Calif., US;

Delgado, Sergio, Irvine, Calif., US; Freschauf, Lauren R., Mission Viejo, Calif., US; Dixon, Eric R., Villa Park, Calif., US; Siegel, Alexander J., Irvine, Calif., US

(56) Ermittelter Stand der Technik:

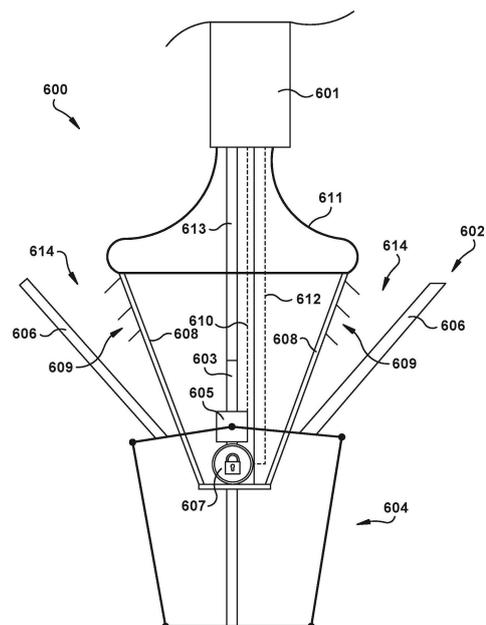
US	2006 / 0 020 275	A1
US	2011 / 0 004 227	A1
US	2015 / 0 105 804	A1
US	2016 / 0 331 523	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **REPARATURVORRICHTUNGEN UND -VERFAHREN FÜR KÖRPEREIGENE KLAPPEN**

(57) Zusammenfassung: Ein System zum Implantieren einer Reparaturvorrichtung an einer körpereigenen Klappe eines natürlichen Herzens, um die körpereigene Klappe eines Patienten während eines nicht am offenen Herzen erfolgenden Eingriffs zu reparieren. Das System umfasst ein Paar von Paddeln und ein Paar von Greifelementen. Die Paddel sind zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich. Die Paddel und die Greifelemente sind dafür ausgelegt, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden. Die Paddel werden zu der geschlossenen Stellung hin vorgespannt, mit den Greifelementen in der geschlossenen Stellung verriegelt, durch eine Gewindeverbindung in der geschlossenen Stellung gehalten oder sonst wie in der geschlossenen Stellung gehalten.



Die oben angegebenen bibliografischen Daten entsprechen dem aktuellen Stand zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Berichtigung.

Beschreibung

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Prothesenvorrichtungen und dazugehörige Verfahren, um bei der Abdichtung körpereigener Herzklappen unterstützend zu wirken oder Regurgitation (Blutrückströmung) durch diese hindurch zu verringern, sowie Vorrichtungen und dazugehörige Verfahren zum Implantieren solcher Prothesenvorrichtungen.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Die körpereigenen Herzklappen (d. h. die Aortenklappe, die Pulmonalklappe, die Trikuspidalklappe und die Mitralklappe) dienen lebenswichtigen Funktionen, indem sie für den Vorwärtsfluss einer angemessenen Zufuhrmenge von Blut durch das kardiovaskuläre System sorgen. Diese Herzklappen können durch angeborene Fehlbildungen, entzündliche Prozesse, infektiöse Zustände oder Erkrankungen geschädigt sein und somit weniger effizient arbeiten. Eine solche Schädigung der Klappen kann zu einer schwerwiegenden kardiovaskulären Beeinträchtigung oder zum Tod führen. Viele Jahre hindurch bestand die maßgebliche Behandlung für solche geschädigten Klappen in einer chirurgischen Reparatur oder Ersetzung der Klappe während eines operativen Eingriffs am offenen Herzen. Operative Eingriffe am offenen Herzen sind jedoch hochinvasiv und anfällig für zahlreiche Komplikationen. Daher sah man bei älteren und gebrechlichen Patienten mit defekten Herzklappen oft von einem solchen Eingriff ab. In letzter Zeit sind transvaskuläre Techniken entwickelt worden, die es ermöglichen, Prothesenvorrichtungen in einer Weise einzubringen und zu implantieren, die viel weniger invasiv sind als ein operativer Eingriff am offenen Herzen. Eine spezielle transvaskuläre Technik, die zum Einsatz kommt, um Zugang zu der körpereigenen Mitralklappe und Aortenklappe zu erhalten, ist die transseptale Technik. Die transseptale Technik umfasst, dass ein Katheter in die rechte Oberschenkelvene eingesetzt wird und die untere Hohlvene hinauf bis in den linken Vorhof hineingeschoben wird. Anschließend wird das Septum durchstoßen und der Katheter in den linken Vorhof eingeführt.

[0003] Ein gesundes Herz weist eine im Allgemeinen konische Form auf, die sich zu einem unteren Apex hin verjüngt. Das Herz weist vier Kammern auf und umfasst den linken Vorhof, den rechten Vorhof, den linken Ventrikel und den rechten Ventrikel. Die linke und die rechte Seite des Herzens sind durch eine Wand getrennt, die im Allgemeinen als Septum bezeichnet wird. Die körpereigene Mitralklappe des menschlichen Herzens verbindet den linken Vorhof mit dem linken Ventrikel. Die Mitralklappe hat eine Anatomie, die sich stark von anderen körpereigenen

Herzklappen unterscheidet. Die Mitralklappe enthält einen Anulusabschnitt, bei dem es sich um einen ringförmigen Abschnitt des die Mitralklappenöffnung umgebenden, körpereigenen Klappengewebes handelt, und ein Paar von Cuspis oder Segeln, die sich von dem Anulus abwärts in den linken Ventrikel hinein erstrecken. Der Mitralklappenanulus kann eine „D“-förmige, ovale oder sonst wie unrunde Querschnittsform mit einer Haupt- und einer Nebenachse aufweisen. Das vordere Segel kann größer als das hintere Segel sein, wodurch eine im Allgemeinen „C“-förmige Begrenzung zwischen den aneinander liegenden freien Rändern der Segel gebildet wird, wenn diese gegeneinander schließen.

[0004] Bei einer korrekten Funktionsweise arbeiten das vordere Segel und das hintere Segel als ein Einwegventil zusammen, um zu ermöglichen, dass Blut ausschließlich von dem linken Vorhof zu dem linken Ventrikel strömt. Der linke Vorhof erhält sauerstoffreiches Blut aus den Lungenvenen. Wenn sich die Muskeln des linken Vorhofs zusammenziehen und sich der linke Ventrikel entspannt (was auch als „Ventrikulardiastole“ oder „Diastole“ bezeichnet wird), strömt das sauerstoffreiche Blut, das sich in dem linken Vorhof angesammelt hat, in den linken Ventrikel. Wenn sich die Muskeln des linken Vorhofs entspannen und sich die Muskeln des linken Ventrikels zusammenziehen (was auch als „Ventrikularsystole“ oder „Systole“ bezeichnet wird), drückt der erhöhte Blutdruck in dem linken Ventrikel die beiden Segel zusammen, wodurch die Einweg-Mitralklappe geschlossen wird, so dass das Blut nicht in den linken Vorhof zurückströmen kann und stattdessen durch die Aortenklappe aus dem linken Ventrikel ausgestoßen wird. Um zu verhindern, dass die beiden Segel druckbedingt prolabieren und durch den Mitralanulus hindurch in den linken Vorhof zurückschlagen, binden mehrere Sehnenfäden, die sogenannten Chordae tendinae, die Segel an die Papillarmuskeln im linken Ventrikel.

[0005] Eine Mitralinsuffizienz oder Mitralregurgitation tritt auf, wenn die körpereigene Mitralklappe nicht korrekt schließt und während der systolischen Phase der Herzkontraktion Blut von dem linken Ventrikel in den linken Vorhof strömt. Die Mitralregurgitation ist die häufigste Form von Herzklappenerkrankung. Die Mitralregurgitation hat verschiedene Ursachen, wie beispielsweise Segelvorfall, dysfunktionale Papillarmuskeln und/oder Streckung des Mitralklappenanulus infolge einer Erweiterung des linken Ventrikels. Eine Mitralregurgitation an einem Mittelabschnitt der Segel kann als Mittelstrahl-Mitralregurgitation bezeichnet werden und eine Mitralregurgitation näher bei einer Kommissur der Segel (d. h. bei einer Stelle, an der die Segel aufeinandertreffen) kann als Seitenstrahl-Mitralregurgitation bezeichnet werden. Bei der Zentralstrahlregurgitation treffen die Ränder der Segel in der Mitte nicht aufeinander. Da-

her schließen die Klappen nicht ab und es kommt zu einer Regurgitation.

[0006] Manche bekannten Techniken zur Behandlung einer Mitralregurgitation bei Patienten umfassen, dass die Ränder der körpereigenen Mitralklappensegel direkt aneinandergeheftet werden. Ein über Katheterzuführung bereitgestellter Clip wurde dazu verwendet, zu versuchen, ähnlich wie bei einem chirurgischen Heftverfahren, die Ränder der Segel aneinanderzuklammern. Dieser Clip weist jedoch Nachteile auf, da er nur dazu verwendet werden kann, die Mittelränder der Segel dort aneinanderzuklammern, wo diese sich um 2 mm oder mehr überlappen. Alternativ dazu ist der Versuch unternommen worden, mehrere Clips an den Kommissuren der Mitralklappe zu verwenden, wo unter Umständen eine größere Überlappung gegeben ist. Dies bringt eine längere Operationsdauer mit sich und die Segel des Patienten werden an den Seiten verbunden, was den Blutfluss einengt. Es ist davon auszugehen, dass die chirurgische Behandlung und die Clip-Behandlung gleichermaßen eine Belastung für die Segel des Patienten erzeugen.

[0007] Trotz dieser verfügbaren Technik besteht nach wie vor ein Bedarf an verbesserten Vorrichtungen und Verfahren zur Behandlung der Mitralklappen-Regurgitation.

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

[0008] Eine beispielhafte Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten umfasst ein Paar von Paddeln und ein Paar von Greifelementen. Die Paddel sind zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich. Die Paddel und die Greifelemente sind dafür ausgelegt, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden. Die Paddel werden zu der geschlossenen Stellung hin vorgespannt, mit den Greifelementen in der geschlossenen Stellung verriegelt, durch eine Gewindeverbindung in der geschlossenen Stellung gehalten oder sonst wie in der geschlossenen Stellung gehalten.

[0009] Eine beispielhafte Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten umfasst eine Basisanordnung, ein Paar von an der Basisanordnung angebrachten Paddeln und ein Paar von an der Basisanordnung angebrachten Greifelementen. Ein jedes Paddel aus dem Paar von Paddeln umfasst ein Verriegelungselement und die Paddel sind zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich. Die Paddel und die Greifelemente sind dafür ausgelegt, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden. Wenn sich die Paddel in der geschlossenen Stellung befinden, ist durch das Verrie-

gelungselement eines jeden der Paddel ein jedes der Paddel an einem entsprechenden Greifelement aus dem Paar von Greifelementen angebracht.

[0010] Eine beispielhafte Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten umfasst eine Basisanordnung, ein Paar von Paddeln, ein Paar von Greifelementen und ein Paar von Vorspannelementen. Die Basisanordnung weist einen Schaft und ein Verbindungsstück auf, das derart beweglich an dem Schaft angebracht ist, dass das Verbindungsstück entlang des Schafts bewegt werden kann. Das Paar von Paddeln ist an dem Verbindungsstück der Basisanordnung angebracht und die Paddel sind zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich. Das Paar von Greifelementen ist an der Basisanordnung angebracht und die Paddel und die Greifelemente sind dafür ausgelegt, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden. Das Vorspannelement ist auf mechanische Weise an dem Verbindungsstück der Basisanordnung angebracht und das Vorspannelement ist dafür ausgelegt, das Verbindungsstück in einer Stellung auf dem Schaft zu halten, die bewirkt, dass sich die Paddel in einer geschlossenen Stellung befinden, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht wird.

[0011] Eine andere beispielhafte Klappenreparaturvorrichtung zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten umfasst eine Basisanordnung, ein Paar von Paddeln und ein Paar von Greifelementen. Die Basisanordnung weist einen Schaft mit einem Außengewinde auf und die Basisanordnung weist ein Verbindungsstück mit einem Innengewinde auf, das derart mit dem Gewindeabschnitt des Schafts zusammenpasst, dass das Verbindungsstück entlang des Schafts bewegt werden kann. Das Paar von Paddeln ist an dem Verbindungsstück der Basisanordnung angebracht und die Paddel sind zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich. Das Paar von Greifelementen ist an der Basisanordnung angebracht und die Paddel und die Greifelemente sind dafür ausgelegt, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden. Eine Bewegung des Verbindungsstücks entlang des Schafts bewirkt, dass sich das Paar von Paddeln zwischen der offenen Stellung und der geschlossenen Stellung bewegt. Das Innengewinde und das Außengewinde sind dafür ausgelegt, eine Bewegung der Paddel von der geschlossenen Stellung in die offene Stellung ohne Drehung des Schafts zu verhindern.

[0012] Im Hinblick auf ein eingehenderes Verständnis der vorliegenden Erfindung werden deren Natur und deren Vorteile in der folgenden Beschreibung und in den Ansprüchen dargelegt, insbesondere in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen, in

welchen gleiche Teile jeweils gleiche Bezugszeichen aufweisen.

Figurenliste

[0013] Um verschiedene Aspekte von Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung zu verdeutlichen, folgt eine genauere Beschreibung bestimmter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf verschiedene Aspekte der beigefügten Zeichnungen. Es ist festzustellen, dass diese Zeichnungen lediglich typische Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung abbilden und daher nicht als Einschränkungen des Umfangs der Offenbarung zu betrachten sind. Außerdem können die Figuren bei manchem Ausführungsformen maßstabgetreu abgebildet sein, die Figuren müssen jedoch nicht notwendigerweise für alle Ausführungsformen maßstabgetreu sein. Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung werden unter Heranziehung der beigefügten Zeichnungen spezifischer und eingehender beschrieben und erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Schnittbildansicht des menschlichen Herzens in einer diastolischen Phase;

Fig. 2 zeigt eine Schnittbildansicht des menschlichen Herzens in einer systolischen Phase;

Fig. 3 zeigt eine gesunde Mitralklappe mit geschlossenen Segeln, von einer Vorhofseite der Mitralklappe aus betrachtet;

Fig. 4 zeigt eine dysfunktionale Mitralklappe mit einem sichtbaren Spalt zwischen den Segeln, von einer Vorhofseite der Mitralklappe aus betrachtet;

Fig. 4A zeigt eine Trikuspidalklappe, von einer Vorhofseite der Trikuspidalklappe aus betrachtet;

Fig. 5 zeigt eine Schnittbildansicht des menschlichen Herzens in einer diastolischen Phase, in welcher gezeigt ist, wie durch die Chordae tendineae die Segel der Mitralklappe und der Trikuspidalklappe an den Ventrikelwänden befestigt sind;

Fig. 6 zeigt eine Klappenreparaturvorrichtung mit Paddeln in einer offenen Stellung;

Fig. 7 zeigt die Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 6**, bei welcher sich die Paddel in der offenen Stellung befinden und die Greifelemente so bewegt sind, dass sie einen erweiterten Spalt zwischen den Greifelementen und den Paddeln schaffen;

Fig. 8 zeigt die Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 6**, bei welcher sich die Klappenreparaturvorrichtung in der in **Fig. 7** gezeigten Stellung befindet, wobei Klappengewebe zwischen den Greifelementen und den Paddeln platziert ist;

Fig. 9 zeigt die Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 6**, bei welcher die Greifelemente so bewegt sind, dass sich der Spalt zwischen den Greifelementen und den Paddeln verringert;

Fig. 10A - Fig. 10B zeigen die Bewegung der Paddel der Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 6** von der offenen Stellung in eine geschlossene Stellung;

Fig. 11 zeigt die Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 6** in einer geschlossenen Stellung, bei welcher die Greifelemente mit Klappengewebe in Eingriff stehen;

Fig. 12 zeigt die Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 6**, nachdem sie von der Zuführeinrichtung gelöst worden ist und an Klappengewebe angebracht worden ist, wobei sich die Klappenreparaturvorrichtung in einem geschlossenen und verriegelten Zustand befindet;

Fig. 13A zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer an dem vorderen Segel und dem hinteren Segel der Mitralklappe eines Patienten angebrachten Klappenreparaturvorrichtung, und zwar von dem linken Vorhof des Herzens des Patienten aus gezeigt, wobei die Klappenreparaturvorrichtung und das Segelgewebe auf der ventrikulären Seite mit verdeckten Linien gezeigt sind;

Fig. 13B ist eine vergrößerte Version der **Fig. 13A**;

Fig. 14A ist eine andere beispielhafte Ausführungsform einer an dem vorderen Segel und dem hinteren Segel der Mitralklappe eines Patienten angebrachten Klappenreparaturvorrichtung, und zwar von dem linken Vorhof des Herzens des Patienten aus gezeigt, wobei die Klappenreparaturvorrichtung und das Segelgewebe auf der ventrikulären Seite mit verdeckten Linien gezeigt sind;

Fig. 14B ist eine andere beispielhafte Ausführungsform einer an dem vorderen Segel und dem hinteren Segel der Mitralklappe eines Patienten angebrachten Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung Paddel umfasst, welche sich biegen, um weniger Belastung auf das Mitralklappengewebe auszuüben, wobei die Klappenreparaturvorrichtung und das Segelgewebe auf der ventrikulären Seite mit verdeckten Linien gezeigt sind;

Fig. 15A - Fig. 15B zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung Paddel umfasst, welche sich entlang ihrer Länge biegen, um weniger Belastung auf das Klappengewebe auszuüben, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe angebracht wird;

Fig. 16A - Fig. 16F zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung komprimierbare Paddel einschließt, die eine beispielhafte Ausführungsform einer Drahtschleufe umfassen;

Fig. 16G - Fig. 16H zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung komprimierbare Paddel einschließt, die eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Drahtschleufe umfassen;

Fig. 16I - Fig. 16J zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung komprimierbare Paddel einschließt, die eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Drahtschleufe umfassen;

Fig. 17A - Fig. 17F zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung komprimierbare Paddel mit einer Hufeisenform umfasst;

Fig. 18A - Fig. 18D zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung komprimierbare Paddel mit einer Hufeisenform umfasst;

Fig. 18E und Fig. 18F zeigen ein komprimierbares Paddel, das dem in **Fig. 18C** und **Fig. 18D** ähnlich ist, abgesehen davon, dass die Schenkel des Paddels einander nicht überkreuzen, wenn das Paddel in einen Katheter eingebracht wird;

Fig. 19A - Fig. 19D zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung komprimierbare Gitterpaddel umfasst;

Fig. 20A - Fig. 20B zeigen eine beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher das Paddel komprimierbar ist;

Fig. 21A - Fig. 21B zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung ausfahrbar sind;

Fig. 22 zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturanordnung, bei der ein Greifersteuerungsmechanismus derart ausgelegt ist, dass er jedes Greiferelement einer Klappenreparaturvorrichtung unabhängig ansteuert;

Fig. 22A - Fig. 22D zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturanordnung, bei der eine beispielhafte Aus-

führungsform eines Greifersteuerungsmechanismus derart ausgelegt ist, dass sie vier Greiferelemente einer beispielhaften Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung unabhängig voneinander ansteuert;

Fig. 23 zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturanordnung, bei der ein Greifersteuerungsmechanismus derart ausgelegt ist, dass er jedes Greiferelement einer Klappenreparaturvorrichtung unabhängig ansteuert;

Fig. 24 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Verbindung zwischen einem Positionierschaft und einem Schaft des Paddelsteuerungsmechanismus der Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 23**, bei welcher der Greifersteuerungsmechanismus an der Verbindung zwischen dem Positionierschaft und dem Schaft des Paddelsteuerungsmechanismus an der Klappenreparaturvorrichtung angebracht ist;

Fig. 24A - Fig. 24B zeigen eine beispielhafte Ausführungsform einer Verbindung zwischen einem Positionierschaft und einem Schaft des Paddelsteuerungsmechanismus der Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 23**, bei welcher der Greifersteuerungsmechanismus an der Verbindung zwischen dem Positionierschaft und dem Schaft der Klappenreparaturvorrichtung an besagter Klappenreparaturvorrichtung angebracht ist;

Fig. 25 zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturanordnung, bei der ein Greifersteuerungsmechanismus derart ausgelegt ist, dass er jedes Greiferelement einer Klappenreparaturvorrichtung unabhängig voneinander ansteuert;

Fig. 25A zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Greifersteuerungsmechanismus, welcher derart ausgelegt ist, dass er jedes Greiferelement einer Klappenreparaturvorrichtung unabhängig voneinander ansteuert;

Fig. 26 zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturanordnung, bei der ein Greifersteuerungsmechanismus derart ausgelegt ist, dass er jedes Greiferelement einer Klappenreparaturvorrichtung unabhängig voneinander ansteuert;

Fig. 27A - Fig. 27C zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher jedes Paddel der Klappenreparaturvorrichtung unabhängig von einer offenen Stellung in eine geschlossene Stellung bewegt werden kann;

Fig. 28A - Fig. 28F zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher jedes Paddel der Klappen-

penreparaturvorrichtung unabhängig von einer offenen Stellung in eine geschlossene Stellung bewegt werden kann;

Fig. 29A - Fig. 29B zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher jedes Paddel der Klappenreparaturvorrichtung unabhängig von einer offenen Stellung in eine geschlossene Stellung bewegt werden kann, die jeweils unabhängig voneinander sind;

Fig. 30 zeigt eine Mitralklappe mit einem breiten Spalt zwischen dem hinteren Segel und dem vorderen Segel;

Fig. 31A - Fig. 31B zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung zu einem breiten Spalt zum Aufnehmen von Klappengewebe erweitert sind;

Fig. 32A - Fig. 32C zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung derart ausgelegt ist, dass die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung durch Schwenken und Aufspreizen zu einem breiten Spalt zum Aufnehmen von Klappengewebe erweitert sind;

Fig. 33A - Fig. 33C zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung derart ausgelegt ist, dass die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung durch Aufspreizen und Verschwenken zu einem breiten Spalt zum Aufnehmen von Klappengewebe erweitert sind;

Fig. 34A - Fig. 34B zeigen eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher ein „W“-förmiger Mechanismus die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung zu einem breiten Spalt erweitert;

Fig. 35A - Fig. 35B zeigen eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher ein „W“-förmiger Mechanismus Paddel der Klappenreparaturvorrichtung zu einem breiten Spalt zum Aufnehmen von Klappengewebe erweitert;

Fig. 36A - Fig. 36B zeigen eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher ein „W“-förmiger Mechanismus die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung zu einem breiten Spalt erweitert;

Fig. 36C zeigt eine beispielhafte Ausführungsform eines Paddelsteuerungsmechanismus für die Klappenreparaturvorrichtung aus den **Fig. 36A - Fig. 36B**;

Fig. 36D - Fig. 36E zeigen eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparatur-

vorrichtung, bei welcher ein „W“-förmiger Mechanismus die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung zu einem breiten Spalt erweitert;

Fig. 37A - Fig. 37D zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit Gitterpaddeln und einer Innennocke zum Auseinanderspreizen der Gitterpaddel zu einem breiten Spalt für voneinander beabstandete Klappengewebe;

Fig. 38 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, die eine beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements umfasst, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung an einer Mitralklappe angebracht ist;

Fig. 39 zeigt eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, die eine beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements umfasst, und bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung an einer Mitralklappe angebracht ist;

Fig. 40A - Fig. 40B zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, die eine beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements umfasst, bei welcher das Abstandselement an einem Schaft der Klappenreparaturvorrichtung angebracht ist;

Fig. 41A - Fig. 41D zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, die eine beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements umfasst, wobei ein erster Abschnitt an einem ersten Greiferelement der Klappenreparaturvorrichtung angebracht ist und ein zweiter Abschnitt an einem zweiten Greiferelement der Klappenreparaturvorrichtung angebracht ist;

Fig. 42A - Fig. 42C zeigen die Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 40A - Fig. 40B**, wobei das Abstandselement verschiedene Formen aufweist;

Fig. 43A - Fig. 43C zeigen die Klappenreparaturvorrichtung aus **Fig. 41A - Fig. 41B**, wobei das Abstandselement verschiedene Formen aufweist;

Fig. 44A - Fig. 44B zeigen eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, mit Paddeln, die sich weiter aufspreizen lassen, und mit einem erweiterbaren Abstandselement;

Fig. 45A - Fig. 45C zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit einem vergrößerten Freigebwinkel zum Entfernen der Klappenreparaturvorrichtung;

Fig. 46A - Fig. 46D zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit einem vergrößerten Freigabewinkel zum Entfernen der Klappenreparaturvorrichtung;

Fig. 47A - Fig. 47B zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit einem Befestigungselement zum Verbinden der Paddel mit den Greifern, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung in einer geschlossenen Stellung befindet;

Fig. 48 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit einem Federelement, welches dafür ausgelegt ist, die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung in eine geschlossene Stellung vorzuspannen;

Fig. 49 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit einem Gewindemechanismus, um die Klappenreparaturvorrichtung zwischen der offenen Stellung und der geschlossenen Stellung zu bewegen;

Fig. 50 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit Greifelementen, die an den Paddeln angebracht sind;

Fig. 51 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, welche Greifelemente mit einer Einzelreihe von Widerhaken aufweist;

Fig. 51A - Fig. 51E zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Klappenreparatursystems, das eine Klappenreparaturanordnung mit einer Klappenreparaturvorrichtung aufweist, mit Greifelementen, die dafür ausgelegt sind, eine Spannkraft an das Klappengewebe anzulegen, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe angebracht wird;

Fig. 51 F - Fig. 51H zeigen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturanordnung mit Greifelementen, die dafür ausgelegt sind, eine Spannkraft auf das Klappengewebe auszuüben, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe angebracht wird;

Fig. 52 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit Greifelementen, die der Länge nach ausfahrbar sind;

Fig. 53A - Fig. 53B zeigen eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung mit Greifelementen, die flexibel sind; und

Fig. 54 zeigt eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung, bei welcher Greifelemente an einem separaten Federelement angebracht sind.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0014] Die nachfolgende Beschreibung bezieht sich auf die beigefügten Zeichnungen, welche spezifische Ausführungsformen der Erfindung veranschaulichen. Andere Ausführungsformen mit unterschiedlichen Strukturen und unterschiedlicher Funktion weichen von dem Umfang der vorliegenden Erfindung nicht ab.

[0015] Beispielhafte Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung betreffen Vorrichtungen und Verfahren zur Reparatur einer defekten Herzklappe. Es ist anzumerken, dass hier verschiedene Ausführungsformen von Reparaturvorrichtungen für körpereigene Klappen und von entsprechenden Zuführsystemen offenbart werden und dass diese Optionen, sofern nicht spezifisch ausgeschlossen, beliebig miteinander kombiniert werden können. Mit anderen Worten, es können individuelle Komponenten der offenbarten Vorrichtungen und Systeme miteinander kombiniert werden, sofern diese einander nicht wechselseitig ausschließen oder sonst wie physisch unvereinbar sind.

[0016] **Fig. 1** und **Fig. 2** veranschaulichen jeweils eine Schnittbildansicht des menschlichen Herzens **H** in einer diastolischen bzw. einer systolischen Phase. Der rechte Ventrikel **RV** und der linke Ventrikel **LV** sind jeweils durch die Trikuspidalklappe **TV** und die Mitralklappe **MV**, d. h. durch die Atrioventrikularklappen, von dem rechten Vorhof **RA** und dem linken Vorhof **LA** getrennt. Überdies 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**. Eine jede dieser Klappen weist flexible Segel (z. B. die in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigten Segel **302**, **304**) auf, die sich über die entsprechenden Mündungen hinweg einwärts erstrecken und im Sinne einer Koaptation in dem Strömungspfad zusammenkommen, um die einseitig fluiddichten Flächen auszubilden. Die Reparatursysteme für körpereigene Klappen gemäß der vorliegenden Anwendung werden primär in Bezug auf die Mitralklappe **MV** beschrieben. Daher werden der linke Vorhof **LA** und der linke Ventrikel **LV** in ihren anatomischen Strukturen hier eingehender erläutert. Es versteht sich, dass die hier beschriebenen Vorrichtungen auch für die Reparatur anderer körpereigener Klappen verwendet werden können, z. B. können die Vorrichtungen beim Reparieren der Trikuspidalklappe **TV**, der Aortenklappe **AV** und der Pulmonalklappe **PV** zum Einsatz kommen.

[0017] Der linke Vorhof **LA** erhält sauerstoffreiches Blut aus den Lungen. Während der diastolischen Phase oder Diastole, die in **Fig. 1** ersichtlich ist, bewegt sich das zuvor (während der systolischen Phase) in dem linken Vorhof **LA** angesammelte Blut infolge der Expansion des linken Ventrikels **LV** durch die Mitralklappe **MV** hindurch und in den linken Ventrikel **LV** hinein. In der systolischen Phase oder Systole, die in **Fig. 2** ersichtlich ist, kontrahiert der linke Ventrikel **LV**, um das Blut durch die Aortenklappe **AV** und die aufsteigende Aorta **AA** hindurch in den Körper zu treiben. Während der Systole schließen die Segel der Mitralklappe **MV**, um zu verhindern, dass das Blut von dem linken Ventrikel **LV** zurück in den linken Vorhof **LA** regurgitiert, und Blut wird von der Lungenvene kommend in dem linken Vorhof gesammelt. In einer beispielhaften Ausführungsform werden die durch die vorliegende Anmeldung beschriebenen Vorrichtungen dazu verwendet, die Funktion einer defekten Mitralklappe **MV** zu reparieren. Das heißt, die Vorrichtungen sind dafür ausgelegt, beim Schließen der Segel der Mitralklappe unterstützend zu wirken, um zu verhindern, dass Blut von dem linken Ventrikel **LV** zurück in den linken Vorhof **LA** regurgitiert.

[0018] Unter Bezugnahme auf **Fig. 1 - Fig. 5** umfasst die Mitralklappe **MV** zwei Segel, das vordere Segel **302** und das hintere Segel **304**. Die Mitralklappe **MV** umfasst außerdem einen Anulus **306**, bei dem es sich um einen Faserring von Geweben unterschiedlicher Dichte handelt, welcher die Segel **302, 304** umschließt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 5** ist die Mitralklappe **MV** durch die Chordae tendineae **501** an der Wand des linken Ventrikels **LV** verankert. Bei den Chordae tendineae **501** handelt es sich um strangähnliche Sehnen, welche die Papillarmuskeln **503** (d. h. die an der Basis der Chordae tendineae und im Inneren der Wände des linken Ventrikels befindlichen Muskeln) mit den Segeln **302, 304** der Mitralklappe **MV** verbinden. Die Papillarmuskeln dienen dazu, die Bewegungen der Mitralklappe **MV** zu begrenzen und zu verhindern, dass die Mitralklappe umschlägt. Die Mitralklappe **MV** öffnet und schließt in Reaktion auf Druckänderungen in dem linken Vorhof **LA** und dem linken Ventrikel **LV**. Das Öffnen oder Schließen der Mitralklappe **MV** erfolgt nicht durch die Papillarmuskeln. Die Papillarmuskeln stützen die Mitralklappe **MV** vielmehr gegen den hohen Druck, der erforderlich ist, um Blut durch den Körper umzuwälzen. Zusammen genommen sind die Papillarmuskeln und die Chordae tendineae als subvalvulärer Apparat bekannt, dessen Funktion darin besteht, einen Prolaps der Mitralklappe **MV** in den linken Vorhof **LA** hinein zu verhindern, wenn die Mitralklappe schließt.

[0019] Verschiedene Krankheitsprozesse können die korrekte Funktion von einer oder von mehreren der körpereigenen Klappen des Herzens **H** beeinträchtigen. Diese Krankheitsprozesse schließen de-

generative Prozesse (z. B. Möller-Barlow-Krankheit, fibroelastische Degeneration), entzündliche Prozesse (z. B. Rheumatische Herzerkrankung) und infektiöse Prozesse (z. B. Endokarditis) mit ein. Zusätzlich dazu kann eine Schädigung des linken Ventrikels **LV** oder des rechten Ventrikels **RV** aus früheren Herzattacken (d. h. Myokardinfarkt als Nebenerscheinung einer Koronararterienerkrankung) oder andere Herzerkrankungen (z. B. Kardiomyopathie) die Geometrie einer körpereigenen Klappe verzerren, was zu einer Dysfunktion der betreffenden körpereigenen Klappe führt. Der weitaus größte Teil von Patienten, die sich einer Klappenchirurgie, wie etwa einem Eingriff an der Mitralklappe **MV**, unterziehen, leidet jedoch an einer degenerativen Erkrankung, die eine Fehlfunktion bei einem Segel (z. B. bei den Segeln **302, 304**) einer körpereigenen Klappe (z. B. der Mitralklappe **MV**) bewirkt, was einen Prolaps und eine Regurgitation zur Folge hat.

[0020] Im Allgemeinen können bei einer körpereigenen Klappe zweierlei Fehlfunktionen auftreten. Eine mögliche Fehlfunktion besteht in der Klappenstenose, zu welcher es kommt, wenn eine körpereigene Klappe nicht vollständig öffnet und dadurch ein Hindernis für den Blutstrom verursacht. In der Regel ist eine Klappenstenose die Folge von Verkalkungen an den Segeln einer Klappe, welche bewirken, dass sich die Segel verdicken, wodurch die Fähigkeit der Klappe, sich vollständig zu öffnen und dadurch einen vorwärtsgerichteten Blutstrom zu erlauben, beeinträchtigt wird.

[0021] Eine andere mögliche Fehlfunktion besteht in der Klappenregurgitation, zu welcher es kommt, wenn die Segel der Klappe nicht vollständig schließen, wodurch bewirkt wird, dass Blut in die stromaufwärtsgelegene Kammer zurückströmt (z. B. dass Blut von dem linken Ventrikel in den linken Vorhof zurückströmt). Es gibt drei Mechanismen, durch welche eine körpereigene Klappe regurgitant oder beeinträchtigt werden kann und welche Fehlfunktionen vom Typ I, Typ II und Typ III nach der Carpentier-Klassifikation einschließen. Eine Carpentier-Typ-1-Fehlfunktion liegt vor, wenn der Anulus dermaßen aufgeweitet ist, dass an sich normal funktionierende Segel auseinandergezogen werden und keine dichte Abdichtung mehr zustande kommt (d. h. keine korrekte Koaptation mehr erfolgt). Bei einer solchen Fehlfunktion vom Typ-I-Mechanismus sind Löcher in den Segeln, wie sie etwa bei Endokarditis auftreten, mit eingeschlossen. Eine Carpentier-Typ-II-Fehlfunktion liegt vor, wenn es zu einem Prolaps von einem oder mehreren Segeln einer körpereigenen Klappe über eine Koaptationsebene kommt. Eine Carpentier-Typ-III-Fehlfunktion liegt vor, wenn es zu einer Einschränkung der Bewegung von einem oder mehreren Segeln einer körpereigenen Klappe kommt, so dass die Segel unterhalb der Ebene des Anulus abnormal eingeschränkt sind. Eine Restriktion der Segel kann

durch eine rheumatische Erkrankung (**Ma**) oder eine Erweiterung eines Ventrikels (IIIb) verursacht sein.

[0022] Unter Bezugnahme auf **Fig. 3** erzielen, wenn sich eine gesunde Mitralklappe **MV** in einer geschlossenen Stellung befindet, das vordere Segel **302** und das hintere Segel **304** eine Koaptation, wodurch verhindert wird, dass Blut von dem linken Ventrikel **LV** in den linken Vorhof **LA** zurückströmt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** tritt eine Regurgitation auf, wenn das vordere Segel **302** und/oder das hintere Segel **304** der Mitralklappe **MV** während der Systole in den linken Vorhof **LA** hinein verschoben wird/werden. Durch diese nicht gegebene Koaptation wird ein Spalt **408** zwischen dem vorderen Segel **302** und dem hinteren Segel **304** verursacht, der es erlaubt, dass Blut während der Systole von dem linken Ventrikel **LV** in den linken Vorhof **LA** hinein zurückströmt. Wie weiter oben ausgeführt, gibt es mehrere unterschiedliche Arten, in denen ein Segel (z. B. die Segel **302**, **304** der Mitralklappe **MV**) eine Fehlfunktion aufweisen kann, wodurch es zu einer Regurgitation kommen kann.

[0023] Zwar können die Stenose oder die Regurgitation grundsätzlich jede beliebige Klappe betreffen, die Stenose kommt jedoch hauptsächlich entweder bei der Aortenklappe **AV** oder der Pulmonalklappe **PV** vor, während die Regurgitation vornehmlich im Zusammenhang mit entweder der Mitralklappe **MV** oder der Trikuspidalklappe **TV** auftritt. Die Klappenstenose und die Klappenregurgitation erhöhen gleichermaßen die Arbeitslast des Herzens **H** und können, wenn sie nicht behandelt werden, zu sehr schwerwiegenden Krankheitszuständen führen, wie etwa zu Endokarditis, Herzinsuffizienz, bleibenden Herzschäden, Herzstillstand und schließlich zum Tod. Da die linke Seite des Herzens (d. h. der linke Vorhof **LA**, der linke Ventrikel **LV**, die Mitralklappe **MV** und die Aortenklappe **AV**) in erster Linie für das Umwälzen des Blutflusses durch den gesamten Körper verantwortlich ist, ist eine Fehlfunktion der Mitralklappe **MV** oder der Aortenklappe **AV** besonders problematisch und oft lebensbedrohend. Demzufolge ist aufgrund der wesentlich höheren Drücke auf der linken Seite des Herzens eine Dysfunktion der Mitralklappe **MV** oder der Aortenklappe **AV** bei Weitem problematischer.

[0024] Körpereigene Herzklappen, welche Fehlfunktionen aufweisen, können entweder repariert oder ersetzt werden. Eine Reparatur bedeutet in der Regel den Erhalt und die Korrektur der körpereigenen Klappe des Patienten. Eine Ersetzung bedeutet in der Regel das Ersetzen der körpereigenen Klappe des Patienten durch eine biologische oder mechanische Ersatzvorrichtung. Die Aortenklappe **AV** und die Pulmonalklappe **PV** sind in der Regel anfälliger für eine Stenose. Da stenotische Schäden an den Segeln irreversibel sind, besteht die herkömmlicherweise zumeist verwendete Behandlung für eine stenotische Aortenklappe oder eine stenotische Pulmonalklappe in ei-

ner Entfernung der Klappe und in einer Ersetzung durch eine chirurgisch implantierte Herzklappe oder in einer Verdrängung der Klappe mittels einer Transkatheter-Herzklappe. Die Mitralklappe **MV** und die Trikuspidalklappe **TV** sind anfälliger für eine Segelverformung, was, wie oben beschrieben, verhindert, dass die Mitralklappe oder die Trikuspidalklappe korrekt schließt, und erlaubt so eine Regurgitation oder eine Rückströmung von Blut von dem Ventrikel in den Vorhof (z. B. kann eine verformte Mitralklappe **MV** eine Regurgitation oder eine Rückströmung von dem linken Ventrikel **LV** in den linken Vorhof **LA** erlauben). Die Regurgitation oder der Rückstrom von Blut von dem Ventrikel in den Vorhof führt zu einer Klappeninsuffizienz. Verformungen in der Struktur oder Form der Mitralklappe **MV** oder der Trikuspidalklappe **TV** lassen sich oft reparieren. Außerdem kann eine Regurgitation auch dadurch auftreten, dass die Chordae tendineae **501** dysfunktional werden (z. B. können die Chordae tendineae einer Dehnung unterliegen oder reißen), wodurch es ermöglicht wird, dass das vordere Segel **302** und das hintere Segel **304** umschlagen, so dass Blut in den linken Vorhof **LA** regurgitiert wird. Die aufgrund von dysfunktionalen Chordae tendineae **501** auftretenden Probleme können behoben werden, indem man die Chordae tendineae oder die Struktur der Mitralklappe repariert (z. B. durch Befestigen der Segel **302**, **304** an den betroffenen Abschnitten der Mitralklappe).

[0025] Die hier offenbarten Vorrichtungen und Arbeitsabläufe beziehen sich auf das Reparieren der Struktur einer Mitralklappe. Es versteht sich jedoch, dass die hier bereitgestellten Vorrichtungen und Konzepte auch dazu verwendet werden können, jede beliebige körpereigene Klappe sowie jede beliebige Komponente einer körpereigenen Klappe zu reparieren. Unter Bezugnahme auf **Fig. 4** können die hier bereitgestellten Vorrichtungen und Konzepte allesamt dazu verwendet werden, die Trikuspidalklappe **TV** zu reparieren. Die hier bereitgestellten Vorrichtungen und Konzepte können zwischen jeweils zwei beliebigen von dem vorderen Segel **4011**, dem septalen Segel **4012** und dem hinteren Segel **4013** zum Einsatz kommen, um eine Regurgitation von Blut von dem rechten Ventrikel in den rechten Vorhof zu verhindern. Außerdem können die hier bereitgestellten Vorrichtungen und Konzepte auch an allen dreien von den Segeln **4011**, **4012**, **4013** gemeinsam verwendet werden, um eine Regurgitation von Blut von dem rechten Ventrikel in den rechten Vorhof zu verhindern. Das heißt, die hier bereitgestellten Klappenreparaturvorrichtungen können sich auch mittig zwischen den drei Segeln **4011**, **4012**, **4013** befinden.

[0026] **Fig. 6 - Fig. 13B** veranschaulichen ein Klappenreparatursystem **600** zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten. Das Klappenreparatursystem **600** schließt eine Zuführeinrichtung **601** und eine Klappenreparaturvorrichtung **602** ein,

wobei die Zuführeinrichtung für die Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung zu der körpereigenen Klappe eines Patienten ausgelegt ist, und wobei die Klappenreparaturvorrichtung für deren Anbringung an den Segeln einer körpereigenen Klappe ausgelegt ist, um dadurch die körpereigene Klappe des Patienten zu reparieren. Die Zuführeinrichtung **601** kann jede beliebige geeignete Form annehmen, die in der Lage ist, die Klappenreparaturvorrichtung **602** zu der körpereigenen Klappe eines Patienten zuzuführen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist das Klappenreparatursystem **600** für die Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu einer körpereigenen Klappe eines Patienten während eines nicht am offenen Herzen erfolgenden Eingriffs ausgelegt. Als geeignete Zuführmittel zum perkutanen Bereitstellen des Klappenreparatursystems **600** im Rahmen eines minimalinvasiven Eingriffs kommen Einführhülsen oder Einführkatheter in Frage, welche über kleine Inzisionen in der Haut eines Patienten eingesetzt werden und beispielsweise über einen endovaskulären (z. B. transfemorale) Pfad oder einen transapikalen Pfad bis zu der Implantationsstelle vorangeschoben werden können.

[0027] Die Klappenreparaturvorrichtung **602** umfasst eine Basisanordnung **604**, ein Paar von Paddeln **606** und ein Paar von Greifelementen **608**. Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform können die Paddel **606** einstückig mit der Basisanordnung ausgebildet sein. Beispielsweise können die Paddel **606** als Fortsätze von Gliedern der Basisanordnung ausgebildet sein. In dem veranschaulichten Beispiel, weist die Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** auf: einen Schaft **603**, ein Verbindungsstück **605**, das dafür ausgelegt ist, sich den Schaft entlangzubewegen, und ein Arretierschloss **607**, das dafür ausgelegt ist, das Verbindungsstück in einer Festposition auf dem Schaft zu arretieren. Das Verbindungsstück **605** ist derart mechanisch mit den Paddeln **606** verbunden, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** entlang des Schafts **603** bewirkt, dass sich die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegen. Auf diese Weise dient das Verbindungsstück **605** als ein Mittel, um die Paddel **606** mechanisch mit dem Schaft **603** zu verbinden, und um durch eine Bewegung entlang des Schafts **603** zu bewirken, dass sich die Paddel **606** jeweils zwischen ihrer offenen und ihrer geschlossenen Stellung bewegen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen sind die Greifelemente **608** derart schwenkbar mit der Basisanordnung **604** verbunden (z. B. können die Greifelemente **608** schwenkbar mit dem Schaft **603** oder mit einem beliebigen anderen geeigneten Element der Basisanordnung verbunden sein), dass die Greifelemente bewegt werden können, um die Breite der Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** anzupassen. Das Greifelement **608** kann einen mit Stacheln versehenen Abschnitt **609** zum Anbringen der

Greifelemente an dem Klappengewebe einschließen, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht wird. Das Greifelement **608** bildet ein Mittel zum Fassen des Klappengewebes (insbesondere von Gewebe der Klappenregel) mit einem Steckmittel oder einem Steckabschnitt, wie etwa dem mit Stacheln versehenen Abschnitt **609**. Wenn sich die Paddel **606** in der geschlossenen Stellung befinden, stehen die Paddel derart mit den Greifelementen **608** in Eingriff, dass, wenn das Klappengewebe an dem mit Stacheln versehenen Abschnitt **609** der Greifelemente angebracht ist, die Paddel als Halte- oder Feststellmittel fungieren, um das Klappengewebe an den Greifelementen festzuhalten und die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe zu befestigen. Gemäß manchen Ausführungsformen sind die Greifelemente **608** dafür ausgelegt, derart mit den Paddeln **606** in Eingriff zu treten, dass der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** mit dem Klappengewebeelement und den Paddeln **608** in Eingriff tritt, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebeelement zu befestigen. Es mag in gewissen Situationen beispielsweise vorteilhaft sein, die Paddel **606** in einer offenen Stellung zu halten und sich die Greifelemente **608** nach außen zu den Paddeln **606** hin bewegen zu lassen, um mit einem Klappengewebeelement und mit den Paddeln **606** in Eingriff zu treten.

[0028] Die in Fig. 6 - Fig. 13B gezeigte Ausführungsform veranschaulicht zwar ein Paar von Paddeln **606** und ein Paar von Greifelementen **608**, es versteht sich jedoch, dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** jede beliebige Anzahl von Paddeln und Greifelementen umfassen kann. Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfasst das Klappenreparatursystem **600** einen Positionierschaft **613**, welcher abnehmbar an dem Schaft **603** der Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht ist. Nachdem die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht worden ist, wird der Positionierschaft **613** von dem Schaft **603** abgenommen, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von dem Rest des Klappenreparatursystems **600** abzunehmen, so dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht bleiben kann und die Zuführeinrichtung **601** aus dem Körper des Patienten entfernt werden kann.

[0029] Das Klappenreparatursystem **600** kann außerdem einen Paddelsteuerungsmechanismus **610**, einen Greifersteuerungsmechanismus **611**, und einen Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** einschließen. Der Paddelsteuerungsmechanismus **610** ist mechanisch an dem Verbindungsstück **605** angebracht, um das Verbindungsstück entlang des Schafts zu bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606** zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegen. Der Paddelsteuerungsmechanismus **610** kann jede geeignete Form,

beispielsweise die eines Schafts oder eines Stabs annehmen. Beispielsweise kann der Paddelsteuerungsmechanismus einen Hohlenschaft, ein Katheterrohr oder eine Hülse umfassen, die über den Positionierschaft **613** und den Schaft **603** passt und mit dem Verbindungsstück **605** verbunden ist. Der Greifersteuerungsmechanismus **611** ist dafür ausgelegt, die Greifelemente **608** derart zu bewegen, dass die Breite der Öffnung **614** zwischen den Greifelementen und den Paddeln **606** verändert werden kann. Der Greifersteuerungsmechanismus **611** kann jede geeignete Form, beispielsweise die eines Fadens, eines Nahtfadens oder eines Drahts, eines Stabs, eines Katheters usw., annehmen.

[0030] Der Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** ist dafür ausgelegt, das Arretierschloss zu arretieren und freizugeben. Das Arretierschloss **607** dient als Arretiermittel zum Arretieren des Verbindungsstücks **605** in einer Festposition in Bezug auf den Schaft **603** und kann vielerlei unterschiedliche Formen annehmen, und die Art des Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** kann durch die Art des verwendeten Arretierschlusses vorgegeben sein. Gemäß einer Ausführungsform weist das Arretierschloss **607** die Form eines häufig bei Fugengpistolen verwendeten Arretierschlusses auf. Das heißt, das Arretierschloss **607** umfasst eine schwenkbare Platte mit einem Loch, wobei der Schaft **603** der Klappenreparaturvorrichtung **602** in dem Loch der schwenkbaren Platte angeordnet ist. Gemäß dieser Ausführungsform tritt die schwenkbare Platte, wenn sich die schwenkbare Platte in der geneigten Stellung befindet, mit dem Schaft **603** in Eingriff, um eine Stellung auf dem Schaft **603** beizubehalten, während, wenn sich die schwenkbare Platte in einer im Wesentlichen nicht geneigten Stellung befindet, die schwenkbare Platte entlang des Schafts bewegt werden kann (wodurch es ermöglicht wird, dass sich das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** bewegt). Anders gesagt, das Verbindungsstück **605** wird an einer Bewegung entlang des Schafts **603** in Richtung **Y** (wie in **Fig. 10A** gezeigt) gehindert, wenn sich die schwenkbare Platte des Arretierschlusses **607** in einer geneigten (oder arretierten) Stellung befindet, und das Verbindungsstück ist in der Lage, sich entlang des Schafts **603** in Richtung **Y** zu bewegen, wenn sich die schwenkbare Platte in einer im Wesentlichen nicht geneigten Stellung (oder Freigabestellung) befindet. Bei Ausführungsformen, bei welchen das Arretierschloss **607** eine schwenkbare Platte einschließt, ist der Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** dafür ausgelegt, mit der schwenkbaren Platte in Eingriff zu treten, um die Platte zwischen der geneigten Stellung und der im Wesentlichen nicht geneigten Stellung zu bewegen. Bei dem Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** kann es sich beispielsweise um einen Stab, einen Nahtfaden, einen Draht oder um jedes beliebige andere Element handeln, das in der Lage ist, eine schwenk-

bare Platte des Arretierschlusses **607** zwischen einer geneigten und einer im Wesentlichen nicht geneigten Stellung zu bewegen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die schwenkbare Platte des Arretierschlusses **607** in die geneigte (oder arretierte) Stellung vorgespannt und der Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** wird dazu verwendet, die Platte von der geneigten Stellung in die im Wesentlichen nicht geneigte Stellung (oder Freigabestellung) zu bewegen. Gemäß anderen Ausführungsformen ist die schwenkbare Platte des Arretierschlusses **607** in die im Wesentlichen nicht geneigte Stellung (oder Freigabestellung) vorgespannt und der Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** wird dazu verwendet, die Platte von der im Wesentlichen nicht geneigten Stellung in die geneigte (oder arretierte) Stellung zu bewegen.

[0031] **Fig. 10A - Fig. 10B** veranschaulichen die Klappenreparaturvorrichtung **602** bei deren Bewegung von einer offenen Stellung (in **Fig. 10A** gezeigt) in eine geschlossene Stellung (in **Fig. 10B** gezeigt). Die Basisanordnung **604** umfasst: ein erstes Glied **1021**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **B** erstreckt, ein zweites Glied **1022**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **C** erstreckt, ein drittes Glied **1023**, das sich von Punkt **B** zu Punkt **D** erstreckt, ein viertes Glied **1024**, das sich von Punkt **C** zu Punkt **E** erstreckt, und ein fünftes Glied **1025**, das sich von Punkt **D** zu Punkt **E** erstreckt. Das Verbindungsstück **605** ist beweglich an dem Schaft **603** angebracht und der Schaft **603** ist an dem fünften Glied **1025** fixiert. Das erste Glied **1021** und das zweite Glied **1022** sind an Punkt **A** schwenkbar an dem Verbindungsstück **605** angebracht, so dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** entlang des Schafts **603** die Lage des Punktes **A** bewegt und folglich das erste Glied **1021** und das zweite Glied **1022** bewegt. Das erste Glied **1021** und das dritte Glied **1023** sind an Punkt **B** schwenkbar aneinander angebracht und das zweite Glied **1022** und das vierte Glied **1024** sind an Punkt **C** schwenkbar aneinander angebracht. Ein Paddel **606a** ist derart an dem ersten Glied **1021** angebracht, dass eine Bewegung des ersten Glieds **1021** bewirkt, dass sich das erste Paddel **606a** bewegt, und das andere Paddel **606b** ist derart an dem zweiten Glied **1022** angebracht, dass eine Bewegung des zweiten Glieds **1022** bewirkt, dass sich das Paddel **606b** bewegt. Alternativ dazu können die Paddel **606a**, **606b** mit den Gliedern **1023**, **1024** verbunden sein oder Fortsätze der Glieder **1023**, **1024** darstellen.

[0032] Um die Klappenreparaturvorrichtung von der offenen Stellung (in **Fig. 10A** gezeigt) in die geschlossene Stellung (in **Fig. 10B** gezeigt) zu bewegen, wird das Verbindungsstück **605** in Richtung **Y** den Schaft **603** entlang bewegt, wodurch der Schwenkpunkt **A** für das erste Glied **1021** und das zweite Glied **1022** in eine neue Lage bewegt wird. Die Bewegung des Verbindungsstücks **605** (und des Schwenkpunkts **A**)

in Richtung **Y** bewirkt, dass sich ein nahe bei Punkt **A** befindlicher Abschnitt des ersten Glieds **1021** in Richtung **H** bewegt, und dass sich der nahe bei Punkt **B** befindliche Abschnitt des ersten Glieds **1021** in Richtung **J** bewegt. Das Paddel **606a** ist derart an dem ersten Glied **1021** angebracht, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das Paddel **606a** in Richtung **Z** bewegt. Zusätzlich dazu ist das dritte Glied **1023** an Punkt **B** derart schwenkbar an dem ersten Glied **1021** angebracht, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das dritte Glied **1023** in Richtung **K** bewegt. In ähnlicher Weise bewirkt eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** (und des Schwenkpunkts **A**) in Richtung **Y**, dass sich ein nahe bei Punkt **A** gelegener Abschnitt des zweiten Gliedes **1022** in Richtung **L** bewegt und der nahe bei Punkt **C** gelegene Abschnitt des zweiten Glieds **1022** in Richtung **M** bewegt. Das Paddel **606b** ist derart an dem zweiten Glied **1022** angebracht, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das Paddel **606b** in Richtung **V** bewegt. Zusätzlich dazu ist das vierte Glied **1024** an Punkt **C** derart schwenkbar an dem zweiten Glied **1022** angebracht, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das vierte Glied **1024** in Richtung **N** bewegt. **Fig. 10B** veranschaulicht die Endstellung der Klappenreparaturvorrichtung **602**, nachdem das Verbindungsstück **605** wie in **Fig. 10A** gezeigt bewegt worden ist.

[0033] Unter Bezugnahme auf **Fig. 7** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung gezeigt (ähnlich der in **Fig. 10A** gezeigten Stellung) und ist der Greifersteuerungsmechanismus **611** gezeigt, wie er die Greifelemente **608** bewegt, um an der Öffnung **614** einen breiteren Spalt zwischen den Greifelementen und den Paddeln **606** bereitzustellen. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform umfasst der Greifersteuerungsmechanismus **611** einen Faden, wie etwa einen Nahtfaden, einen Draht usw., der durch eine Öffnung in einem Ende der Greifelemente **608** hindurchgefädelt ist. Beide Enden des Fadens erstrecken sich durch die Zuführöffnung **716** der Zuführreinrichtung **601** hindurch. Wenn der Faden in Richtung **Y** durch die Zuführöffnung **716** hindurchgezogen wird, bewegen sich die Greifelemente **608** einwärts in Richtung **X**, wodurch bewirkt wird, dass die Öffnung **614** zwischen den Greifelementen und den Paddeln **606** breiter wird.

[0034] Unter Bezugnahme auf **Fig. 8** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart gezeigt, dass das Klappengewebe **820** in der Öffnung **614** zwischen den Greifelementen **608** und den Paddeln **606** angeordnet ist. Unter Bezugnahme auf **Fig. 9** wird, nachdem das Klappengewebe **820** zwischen den Greifelementen **608** und den Paddeln **606** angeordnet worden ist, die Breite der Öffnung **614** zwischen den Greifelementen und den Paddeln unter Verwendung

des Greifersteuerungsmechanismus **611** verringert. Das heißt, dass in der veranschaulichten Ausführungsform der Faden des Greifersteuerungsmechanismus **611** aus der Öffnung **716** des Einführelements in Richtung **H** herausgelassen bzw. herausgeschoben wird, wodurch es den Greifelementen **608** ermöglicht wird, sich in Richtung **D** zu bewegen, um so die Breite der Öffnung **614** zu verringern. Es wird zwar hier gezeigt, wie der Greifersteuerungsmechanismus **611** die Greifelemente **608** bewegt, um die Breite der Öffnung **614** zwischen den Greifelementen und den Paddeln **606** (**Fig. 8**) zu vergrößern, es versteht sich jedoch, dass die Greifelemente unter Umständen nicht bewegt zu werden brauchen, um das Klappengewebe in der Öffnung **614** zu positionieren. Unter bestimmten Umständen jedoch kann es notwendig sein, die Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** breiter zu gestalten, um das Klappengewebe aufzunehmen.

[0035] Unter Bezugnahme auf **Fig. 11** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung und an dem Klappengewebe **820** befestigt. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** ist durch die Paddel **606a**, **606b** und die Greifelemente **608a**, **608b** an dem Klappengewebe **820** befestigt. Im Besonderen ist das Klappengewebe **820** durch den mit Stacheln versehenen Abschnitt **609** der Greifelemente **606a**, **606b** an der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht und treten die Paddel **608a**, **608b** mit den Greifelementen **608** in Eingriff, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe **820** zu befestigen. Um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der offenen Stellung in die geschlossene Stellung zu bewegen, wird das Arretierschloss **607** durch den Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** in einen nicht arretierten Zustand bewegt (wie dies in **Fig. 11** gezeigt ist). Sobald sich das Arretierschloss **607** in dem nicht arretierten Zustand befindet, lässt sich das Verbindungsstück **605** durch den Paddelsteuerungsmechanismus **610** den Schaft **603** entlangbewegen. In der veranschaulichten Ausführungsform bewegt der Paddelsteuerungsmechanismus **610** das Verbindungsstück **605** den Schaft entlang in Richtung **Y**, wodurch bewirkt wird, dass sich ein Paddel **606a** in Richtung **X** bewegt und sich das andere Paddel **606b** in Richtung **Z** bewegt. Die Bewegung der Paddel **606a**, **606b** in Richtung **X** und in Richtung **Z** bewirkt, dass die Paddel mit den Greifelementen **608a**, **608b** in Eingriff treten und dadurch die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe **820** befestigen.

[0036] Unter Bezugnahme auf **Fig. 12** wird, nachdem die Paddel **606** in die geschlossene Stellung bewegt worden sind, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe **820** zu befestigen (wie dies in **Fig. 11** gezeigt ist), das Arretierschloss **607** durch den Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** (**Fig. 11**) in den arretierten Zu-

stand bewegt, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung zu halten. Sobald die Klappenreparaturvorrichtung **602** durch das Arretierschloss **607** in dem arretierten Zustand gehalten wird, wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der Zuführeinrichtung **601** abgenommen, indem der Schaft **603** von dem Positionierschaft **613** getrennt wird (**Fig. 11**). Außerdem wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** von dem Paddelsteuerungsmechanismus **610** (**Fig. 11**), dem Greifersteuerungsmechanismus **611** (**Fig. 11**) und dem Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** getrennt. Das Entfernen der Klappenreparaturvorrichtung **602** von der Zuführeinrichtung **601** macht es möglich, dass die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe **820** befestigt bleibt, während die Zuführeinrichtung **601** aus dem Körper des Patienten entfernt wird.

[0037] Unter Bezugnahme auf **Fig. 13A - Fig. 13B** ist die Mitralklappe **1300** eines Patienten mit einer Klappenreparaturvorrichtung **602** gezeigt, die an dem vorderen Segel **1301** und dem hinteren Segel **1302** der Mitralklappe angebracht ist. **Fig. 13A - Fig. 13B** sind von der Vorhofseite aus gezeigte Ansichten der Mitralklappe **1300**, wobei Abschnitte der Klappenreparaturvorrichtung **602** und von des von dieser festgehaltenen Mitralklappensegelgewebes auf der ventrikulären Seite der Mitralklappe mit verdeckten Linien abgebildet sind. Während der diastolischen Phase (wie in **Fig. 1** gezeigt), tritt das in dem linken Vorhof des Herzens angesammelte Blut infolge der Expansion des linken Ventrikels des Herzens in die Mitralklappe **1300** ein. Das vordere Segel **1301** und das hintere Segel **1302** öffnen sich, um den Blutstrom von dem linken Vorhof zu dem linken Ventrikel zu ermöglichen. In der systolischen Phase (wie in **Fig. 2** gezeigt) kontrahiert der linke Ventrikel, um das Blut durch die Aortenklappe hindurch in die aufsteigende Aorta und in den Körper zu treiben. Während der Systole schließen die Segel der Mitralklappe MV, um zu verhindern, dass das Blut zurück in den linken Vorhof LA regurgitiert. Wie weiter oben beschrieben, tritt eine Regurgitation von Blut von dem linken Ventrikel in den linken Vorhof durch die Mitralklappe ein, wenn das vordere Segel **1301** und das hintere Segel **1302** nicht vollständig schließen, so dass ein Spalt zwischen dem vorderen Segel und dem hinteren Segel gegeben ist. Um eine Mitralklappe **1300** zu reparieren und so eine Regurgitation von Blut durch die Mitralklappe hindurch zu verhindern, wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** mit dem vorderen Segel **1301** und dem hinteren Segel **1302** verbunden, um den Spalt zu schließen.

[0038] Unter Bezugnahme auf **Fig. 13A** ist die Mitralklappe **1300** von dem linken Vorhof des Herzens eines Patienten aus gezeigt (z. B. von dem durch die Linie **A - A** in **Fig. 5** angegebenen Blickwinkel aus). Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform ist die Mitralklappe **1300** in einer offenen Stellung ge-

zeigt (d. h. in der Stellung, welche die Mitralklappe während der diastolischen Phase einnimmt). Die Klappenreparaturvorrichtung **602** ist an dem vorderen Segel **1301** und dem hinteren Segel **1302** der Mitralklappe **1300** in dem linken Ventrikel des Herzens des Patienten angebracht und ist in **Fig. 13A - Fig. 13B** in gestrichelten Linien gezeigt, um die Lage der Klappenreparaturvorrichtung in Bezug auf die Mitralklappe anzugeben. Wie in **Fig. 13A - Fig. 13B** gezeigt, tritt die Klappenreparaturvorrichtung **602** mit dem vorderen Segel **1301** und dem hinteren Segel **1302** in Eingriff und bewirkt, dass das vordere Segel und das hintere Segel miteinander in Eingriff stehen (d. h. die Klappenreparaturvorrichtung schließt einen Abschnitt des Spalts zwischen dem vorderen Segel und dem hinteren Segel). Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann an einer Stelle platziert werden, an welcher ein Spalt zwischen dem vorderen Segel **1301** und dem hinteren Segel **1302** besteht, wenn sich die Mitralklappe **1301** in einer geschlossenen Stellung befindet (d. h. in der Stellung der Mitralklappe während der systolischen Phase), so dass die Klappenreparaturvorrichtung das Auftreten des Spalts verhindert. Die veranschaulichte Ausführungsform zeigt die Mitralklappe **1300** samt Klappenreparaturvorrichtung **602** während der diastolischen Phase. Das heißt, während der diastolischen Phase bewirkt die Klappenreparaturvorrichtung **602**, dass ein Abschnitt der Mitralklappe geschlossen bleibt, während jene Abschnitte der Mitralklappe, die nicht von der Klappenreparaturvorrichtung in Eingriff genommen werden, derart öffnen, dass Spalte **1303** geschaffen werden, um einen Blutstrom von dem linken Vorhof zu dem linken Ventrikel zu erlauben.

[0039] Unter Bezugnahme auf **Fig. 13B** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** gleichermaßen an dem vorderen Segel **1301** und dem hinteren Segel **1302** angebracht. Im Besonderen ist ein Abschnitt **1301a** des vorderen Segels **1301** zwischen einem Paddel **606a** und einem Greifelement **608a** der Klappenreparaturvorrichtung **602** befestigt, und ist ein Abschnitt **1302b** des hinteren Segels **1302** zwischen einem anderen Paddel **606b** und einem anderen Greifelement **608b** der Klappenreparaturvorrichtung befestigt. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** ist an der Mitralklappe **1300** befestigt und arretiert, wie dies beispielsweise in **Fig. 6 - Fig. 12** gezeigt ist.

[0040] **Fig. 14A - Fig. 14B** veranschaulichen beispielhafte Ausführungsformen einer Klappenreparaturvorrichtung **602**, die an dem vorderen Segel **1301** und dem hinteren Segel **1302** einer Mitralklappe **1300** angebracht sind. Die Mitralklappe **1300** ist von dem linken Vorhof des Herzens eines Patienten aus gezeigt (z. B. von dem durch die Linie **A - A** in **Fig. 5** angegebenen Blickwinkel aus). Unter Bezugnahme auf **Fig. 14A - Fig. 14B** umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein erstes Paddel **606a**, ein zweites Paddel **606b**, ein erstes Greifelement **608a** und

ein zweites Greifelement **608b**. Ein Abschnitt **1301a** des vorderen Segels **1301** ist zwischen dem ersten Paddel **606a** und dem ersten Greifelement **608a** der Klappenreparaturvorrichtung **602** befestigt, und ein Abschnitt **1302b** des hinteren Segels **1302** ist zwischen dem zweiten Paddel **606b** und dem zweiten Greifelement **608b** der Klappenreparaturvorrichtung befestigt. Das erste und das zweite Paddel **606a**, **606b** umfassen jeweils einen Hauptabschnitt **1404** und Seitenabschnitte **1405**. Unter Bezugnahme auf **Fig. 14A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart ausgelegt, dass sich die Abschnitte **1301a**, **1302b** der Mitralklappe **1300** an die Form der Paddel **606a**, **606b** anpassen bzw. dass sie sich allgemein an diese anpassen. Das heißt, die Klappensegelabschnitte **1301a**, **1302b** werden durch die Greifelemente **608a**, **608b** derart in die Paddel hineingepresst, dass die Klappensegelabschnitte **1301a**, **1301b** entlang eines Hauptabschnitts **1404** und entlang von Seitenabschnitten **1405** der Paddel **606a**, **606b** angeordnet sind. Gemäß der in **Fig. 14A** gezeigten Ausführungsform der Klappenreparaturvorrichtung **602** können die Paddel **606a**, **606b** aus einem starren Material, wie etwa aus Stahl oder einem Kunststoff-Formteil usw., gefertigt sein.

[0041] Gemäß der durch **Fig. 14B** veranschaulichten, beispielhaften Ausführungsform sind die Paddel **606a**, **606b** der Klappenreparaturvorrichtung **602** biegsam ausgelegt. Wenn die Klappenreparaturvorrichtung an der Mitralklappe **1300** angebracht ist, bewegen die Mitralklappengewebeabschnitte **1301a**, **1302b** aufgrund dieser Biegsamkeit die Seitenabschnitte **1405** der Paddel in der durch die Pfeile **1450** angegebenen Weise, wodurch sich die Belastung, welche durch die Klappenreparaturvorrichtung auf die Mitralklappe ausgeübt wird, verglichen mit der durch **Fig. 14A** veranschaulichten Ausführungsform verringert. Das heißt, die Biegsamkeit führt zu einer graduelleren Konturierung des Mitralklappengewebes durch die Paddel, wobei dennoch eine sichere Anbringung der Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Mitralklappengewebe erfolgt. Bei der in **Fig. 14B** gezeigten Ausführungsform der Klappenreparaturvorrichtung **602** können die Paddel **606a**, **606b** aus einer großen Vielfalt an unterschiedlichen, biegsamen Materialien oder starren Materialien gefertigt sein, die eingeschnitten oder sonst wie verarbeitet sind, um ihnen Biegsamkeit zu verleihen.

[0042] **Fig. 15A - Fig. 15B** veranschaulichen eine weitere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**. Unter Bezugnahme auf **Fig. 15A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung und gerade dabei, mit dem Klappengewebe **820** (z. B. mit den Segeln einer Mitralklappe) in Eingriff zu treten. Unter Bezugnahme auf **Fig. 15B** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung und an dem Klappengewebe **820** befestigt. Die Klappenreparaturvor-

richtung **602** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt werden und kann durch ein Klappenreparatursystem, wie beispielsweise ein beliebiges in der vorliegenden Anwendung beschriebenes Klappenreparatursystem, an dem Klappengewebe **820** angebracht werden. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606** und die Greifelemente **608**. Die Greifelemente **608** umfassen einen mit Stacheln versehenen Abschnitt **609** zum Anbringen der Greifelemente an dem Klappengewebe **820**. Unter Bezugnahme auf **Fig. 15A** behalten die Paddel **606**, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung befindet, eine Ursprungsform bei. Unter Bezugnahme auf **Fig. 15B** biegen sich die Paddel **606**, wenn sie mit dem Klappengewebe **820** in Eingriff treten, entlang ihrer Länge **L** durch. Das heißt, ein Abschnitt der Paddel **606** biegt sich in einer Einwärtsrichtung **X** durch und ein anderer Abschnitt der Paddel erstreckt sich in einer Auswärtsrichtung **Z**. Diese Biegsamkeit der Paddel **606** macht es möglich, dass sich die Paddel an die Form des Klappengewebes anpassen, wodurch weniger Belastung auf das Klappengewebe ausgeübt wird.

[0043] Unter Bezugnahme auf **Fig. 16A - Fig. 16F** schließt eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606** ein, die eine Drahtschleufe **1601** aufweisen. Die Drahtschleufe **1601** kann beispielsweise aus einem beliebigen, geeigneten Metallmaterial, aus lasergeschnittenen Schlaufen aus einem Nitinolblech, aus einem Nitinolrohr oder aus einem beliebigen anderen geeigneten Material gefertigt sein. Gemäß manchen Ausführungsformen kann die Drahtschleufe **1601** über die Länge der Drahtschleufe **1601** hinweg unterschiedliche Abmessungen aufweisen, um die Kneifkraft des Paddels und die Crimpkraft des Paddels auf einem Klappengewebe zu optimieren, wenn das Paddel mit dem Klappengewebe in Eingriff tritt. So können beispielsweise bestimmte Teilbereiche der Drahtschleufe **1601** dünner als andere Teilbereiche der Drahtschleufe **1601** sein. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Drahtschleufe **1601** der Paddel **606** komprimierbar, wodurch es ermöglicht wird, dass die Paddel **606** in einer Zuführeinrichtung **601** (z. B. einem Katheter) angeordnet werden, welche im Hinblick auf eine Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu einer körpereigenen Klappe eines Patienten einen kleinen Durchmesser aufweist (wie in **Fig. 16E** gezeigt), und es außerdem ermöglicht wird, dass sich die Paddel **606** (wie in **Fig. 16A - Fig. 16D** gezeigt) bei deren Austreten aus der Zuführeinrichtung **601** erweitern, so dass die Paddel **606** einen größeren Oberflächenbereich aufweisen, um mit der körpereigenen Klappe des Pa-

tienten in Eingriff zu treten. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt werden und kann durch ein Klappenreparatursystem, wie beispielsweise ein beliebiges in der vorliegenden Anwendung beschriebenes Klappenreparatursystem, an einer körpereigenen Klappe angebracht werden.

[0044] Fig. 16A - Fig. 16B veranschaulichen die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung und Fig. 16C - Fig. 16D veranschaulichen die Klappenreparaturvorrichtung in der geschlossenen Stellung. Unter Bezugnahme auf Fig. 16A - Fig. 16B erstrecken sich, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der expandierten und offenen Stellung befindet, die Paddel **606** nach außen, um die breite Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu schaffen. Unter Bezugnahme auf Fig. 16C - Fig. 16D treten die Paddel **606**, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der expandierten und geschlossenen Stellung befindet, derart mit den Greifelementen **608** in Eingriff, dass das Klappengewebe zwischen den Paddeln und den Greifelementen festgehalten werden kann. Die Paddel **606** umfassen eine gekrümmte Oberfläche **1603**, welche dafür ausgelegt ist, weniger Belastung auf das Klappengewebe auszuüben, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht wird. Wenn sich die Paddel **606** in dem expandierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **W** auf. Die Breite **W** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 21 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 20 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 15 mm liegen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann die Breite **W** beispielsweise 5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 7,5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 10 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 15 mm oder mehr betragen. Gemäß anderen Ausführungsformen kann die Breite auch weniger als 5 mm betragen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen schließen die Paddel **606** ein Material **1605** ein, das über der Drahtschleufe **1601** angeordnet ist, um einen Kontaktbereich zu schaffen, in dem die Paddel mit dem Klappengewebe in Eingriff treten können. Bei dem Material **1605** kann es sich um jedes beliebige Material handeln, wie beispielsweise um ein gewebtes Material, ein elektrogenesponnenes Material oder um ein beliebiges anderes Material, das in der Lage ist, das Einwachsen von Gewebe zu begünstigen und Einsatzstücke der Zuführeinrichtung **601** (Fig. 6) während der Wegfindung zu schützen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann es sich bei dem Material **1605** um einen blutundurchlässigen

Stoff, wie beispielsweise einen PET-Stoff oder ein biokompatibles Abdeckmaterial, insbesondere einen Stoff, der mit einer Beschichtung behandelt ist, die blutundurchlässig ist, um Polyester oder um ein behandeltes biologisches Material, insbesondere Perikard, handeln.

[0045] Unter Bezugnahme auf Fig. 16E befinden sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand, wenn die Paddel in einer Zuführeinrichtung **601** angeordnet sind. Wenn sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **H** auf. Die Breite **H** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 7 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 6 mm liegen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite **H** auch weniger als 4 mm oder mehr als 7 mm betragen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Breite **H** der komprimierten Paddel **606** im Wesentlichen gleich einer Breite **D** der Zuführöffnung **716** der Zuführeinrichtung **601**. Das Verhältnis zwischen der Breite **W** der Paddel im expandierten Zustand und der Breite **H** der Paddel im komprimierten Zustand kann beispielsweise ungefähr 4 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 3 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 2 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 1,5 zu 1, insbesondere ungefähr 1 zu 1 betragen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite **W** und der Breite **H** auch mehr als 4 zu 1 betragen. Unter Bezugnahme auf Fig. 16F wird ein Paddel **606** von dem expandierten Zustand in den komprimierten Zustand bewegt, indem das Paddel in der Richtung **Y** komprimiert wird und eine Länge des Paddels in der Richtung **X** gestreckt wird.

[0046] Fig. 16G - Fig. 16H veranschaulichen eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung, bei welcher die Klappenreparaturvorrichtung komprimierbare Paddel **606** mit einer Drahtschleufe **1601** einschließt. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform sind die Paddel **606** als eine Drahtschleufe **1601** aufweisend gezeigt, welche drei Lappen **1611** einschließt. Unter Bezugnahme auf Fig. 16I - Fig. 16J umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606**, die eine Drahtschleufe **1601** mit zwei Lappen **1611** aufweisen. Die in Fig. 16G - Fig. 16H und Fig. 16I - Fig. 16J gezeigten Ausführungsformen zeigen zwar die Drahtschleufe **1601** der Paddel **606** jeweils mit drei Lappen bzw. mit zwei Lappen, es versteht sich jedoch, dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** auch Paddel **606** mit einer Drahtschleufe **1601** mit einer beliebigen, geeigneten Anzahl von Lappen **1611**, wie etwa beispielsweise mit zwei oder mehr Lappen, drei oder mehr Lappen, vier oder mehr Lappen, fünf oder mehr Lappen usw., einschließen kann. Ein Paddel **606**, das eine Drahtschleufe **1601**

mit Lappen aufweist, ist vorteilhaft, weil ein Paddel mit Lappen es leichter ermöglichen kann, dass die Chordae tendineae ihre natürlichen Stellungen einnehmen, als dies bei einer einzelnen Drahtschleufe der Fall ist, die keine Lappen aufweist. Die Chordae tendineae können sich nämlich in die Zwischenräume zwischen den Mehrfachschleifen hineinbewegen.

[0047] Die in **Fig. 16G - Fig. 16H** und **Fig. 16I - Fig. 16J** gezeigten Ausführungsformen der Klappenreparaturvorrichtungen **602** können jedes beliebige der weiter oben in Bezug auf **Fig. 16A - Fig. 16F** beschriebenen Merkmale aufweisen. Beispielsweise können die in **Fig. 16G - Fig. 16H** und **Fig. 16I - Fig. 16J** gezeigten Ausführungsformen der Klappenreparaturvorrichtungen **602** eine Breite **W** einschließen, wobei die Breite **W** beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 21 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 20 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 15 mm liegen kann. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann die Breite **W** beispielsweise 5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 7,5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 10 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 15 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 20 mm oder mehr betragen. Gemäß anderen Ausführungsformen kann die Breite auch weniger als 5 mm betragen. Die in **Fig. 16G - Fig. 16H** und **Fig. 16I - Fig. 16J** gezeigten Ausführungsformen der Paddel **606** können außerdem ein Material enthalten, das über der Drahtschleufe **1601** angeordnet ist, um einen Kontaktbereich zu schaffen, in dem die Paddel mit dem Klappengewebe in Eingriff treten können. Bei dem Material kann es sich um jedes beliebige Material handeln, wie beispielsweise um ein gewebtes Material, ein elektrogenesponnes Material oder um ein beliebiges anderes geeignetes Material, das in der Lage ist, das Einwachsen von Gewebe zu begünstigen und Einsatzstücke der Zuführeinrichtung **601** (**Fig. 6**) während der Wegfindung zu schützen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann es sich bei dem Material **1605** um einen blutundurchlässigen Stoff, wie beispielsweise einen PET-Stoff oder ein biokompatibles Abdeckmaterial, insbesondere einen Stoff, der mit einer Beschichtung behandelt ist, die blutundurchlässig ist, um Polyester oder um ein behandeltes biologisches Material, insbesondere Perikard, handeln. Die Ausführungsformen für die in **Fig. 16G - Fig. 16H** und **Fig. 16I - Fig. 16J** gezeigten Paddeln **606** können außerdem komprimiert werden, wenn sie in einer Zuführeinrichtung **601** angeordnet werden (z. B. ebenso wie dies in **Fig. 16E** in Bezug auf die Ausführungsform der in **Fig. 16A - Fig. 16B** gezeigten Paddeln **606** gezeigt ist). Das Verhältnis zwischen der Breite **W** der Paddel **606** im expandierten Zustand und der Breite der Paddel im komprimierten Zustand kann beispielsweise ungefähr 4 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 3 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 2

zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 1,5 zu 1, insbesondere ungefähr 1,25 zu 1, insbesondere ungefähr 1 zu 1 betragen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite **W** und der Breite **H** auch mehr als 4 zu 1 betragen.

[0048] Unter Bezugnahme auf **Fig. 17A - Fig. 17F** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606**, die eine Hufeisenform **1701** aufweisen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Hufeisenform **1701** der Paddel **606** komprimierbar, wodurch es ermöglicht wird, dass die Paddel **606** in einer Zuführeinrichtung **601** (z. B. einem Katheter) angeordnet werden, welche im Hinblick auf eine Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu einer körpereigenen Klappe eines Patienten einen kleinen Durchmesser aufweist (wie in **Fig. 17F** gezeigt), und es außerdem ermöglicht wird, dass sich die Paddel **606** (wie in **Fig. 17A - Fig. 17D** gezeigt) bei deren Austreten aus der Zuführeinrichtung **601** erweitern, so dass die Paddel **606** einen größeren Oberflächenbereich aufweisen, um mit der körpereigenen Klappe des Patienten in Eingriff zu treten. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt werden und kann durch ein Klappenreparatursystem, wie beispielsweise ein beliebiges in der vorliegenden Anwendung beschriebenes Klappenreparatursystem, an einer körpereigenen Klappe angebracht werden.

[0049] **Fig. 17A - Fig. 17C** veranschaulichen die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung. Unter Bezugnahme auf **Fig. 17A - Fig. 17B** erstrecken sich, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der expandierten und offenen Stellung befindet, die Paddel **606** nach außen, um die breite Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu schaffen. Bei der veranschaulichten Ausführungsform schließt die Hufeisenform **1701** der Paddel **606** Seitenelemente **1707** ein, die sich von einer Basis **1706** des Paddels **606** erstrecken, und ein Mittelelement **1709**, das sich von der Basis **1706** erstreckt und mit einer Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** verbindbar ist, wobei die Seitenelemente **1707** eine Hufeisenform bilden, wie dies beispielsweise in **Fig. 17C** gezeigt ist. Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfassen die Paddel **606** ein Material **1705**, das über der Hufeisenform **1701** angeordnet ist, um einen Kontaktbereich zu schaffen, in welchem die Paddel mit dem Klappengewebe in Eingriff treten können. Bei dem Material **1705** kann es sich um jedes beliebige Material handeln, wie beispielsweise um ein gewebtes Material, ein elektrogenesponnes Material oder um ein beliebiges anderes Material, das in der Lage ist, das Einwachsen

von Gewebe zu begünstigen und Einsatzstücke der Zuführeinrichtung **601** (**Fig. 6**) während der Wegfindung zu schützen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann es sich bei dem Material **1605** um einen blutundurchlässigen Stoff, wie beispielsweise einen PET-Stoff oder ein biokompatibles Abdeckmaterial, insbesondere einen Stoff, der mit einer Beschichtung behandelt ist, die blutundurchlässig ist, um Polyester oder um ein behandeltes biologisches Material, insbesondere Perikard, handeln.

[0050] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen sind die Paddel **606** biegsam ausgelegt, um weniger Belastung auf das Klappengewebe auszuüben, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht wird. Wenn sich die Paddel **606** in dem expandierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **W** auf. Die Breite **W** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 21 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 20 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 15 mm liegen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann die Breite **W** beispielsweise 5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 7,5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 10 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 15 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 20 mm oder mehr betragen. Gemäß anderen Ausführungsformen kann die Breite auch weniger als 5 mm betragen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 17D** liegt gemäß bestimmten Ausführungsformen die Breite **T** des Paddels beispielsweise zwischen ungefähr 0,3 mm und ungefähr 0,46 mm, insbesondere zwischen ungefähr 0,32 mm und ungefähr 0,44 mm, insbesondere zwischen ungefähr 0,34 mm und ungefähr 0,42 mm, insbesondere zwischen ungefähr 0,36 mm und ungefähr 0,40 mm, insbesondere bei ungefähr 0,38 mm. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite des Paddels auch weniger als 0,3 mm oder mehr als 0,46 mm betragen.

[0051] Unter Bezugnahme auf **Fig. 17E** befinden sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand, wenn die Paddel in einer Zuführeinrichtung **601** angeordnet sind. Wenn sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **H** auf. Die Breite **H** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 7 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 6 mm liegen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite **H** auch weniger als 4 mm oder mehr als 7 mm betragen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Breite **H** der komprimierten Paddel **606** gleich einer Breite **D** der Zuführöffnung **716** der Zuführeinrichtung **601**. Das Verhältnis zwischen der Breite **W** der Paddel im expandierten Zustand und der Breite **H** der Paddel im komprimierten Zustand kann beispielsweise ungefähr 4 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 3 zu 1 oder weniger, insbesondere

ungefähr 2 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 1,5 zu 1, insbesondere ungefähr 1,25 zu 1, insbesondere ungefähr 1 zu 1 betragen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite **W** und der Breite **H** auch mehr als 4 zu 1 betragen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 17F** wird ein Paddel **606** von dem expandierten Zustand in den komprimierten Zustand bewegt, indem das Paddel in der Richtung **Y** komprimiert wird und eine Länge des Paddels in der Richtung **X** gestreckt wird. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform werden die Seitenelemente **1707** des Paddels **606** in ihrer Länge gestreckt, wenn sich das Paddel im komprimierten Zustand befindet, die Länge des Mittelelements **1709** bleibt jedoch unverändert.

[0052] Unter Bezugnahme auf **Fig. 18A - Fig. 18D** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606**, die eine andere Hufeisenform **1801** aufweisen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Hufeisenform **1801** der Paddel **606** komprimierbar, wodurch es ermöglicht wird, dass die Paddel **606** in einer Zuführeinrichtung **601** (z. B. einem Katheter) angeordnet werden, welche im Hinblick auf eine Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu einer körpereigenen Klappe eines Patienten einen kleinen Durchmesser aufweist (wie in **Fig. 18C** gezeigt), und es außerdem ermöglicht wird, dass sich die Paddel **606** (wie in **Fig. 18A - Fig. 18B** gezeigt) bei deren Austreten aus der Zuführeinrichtung **601** erweitern, so dass die Paddel **606** einen größeren Oberflächenbereich aufweisen, um mit der körpereigenen Klappe des Patienten in Eingriff zu treten. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt werden und kann durch ein Klappenreparatursystem, wie beispielsweise ein beliebiges in der vorliegenden Anwendung beschriebenes Klappenreparatursystem, an einer körpereigenen Klappe angebracht werden.

[0053] **Fig. 18A - Fig. 18B** veranschaulichen die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung. Wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung befindet, erstrecken sich die Paddel **606** nach außen, um die breite Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu schaffen. Bei der veranschaulichten Ausführungsform umfasst die Hufeisenform **1801** der Paddel **606** Seitenelemente **1807**, die sich von einer Basis **1806** des Paddels **606** erstrecken, und ist die Basis **1806** an der Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht. Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfassen die Paddel **606** ein Material **1805**, das über der Hufeisenform **1801** angeordnet ist, um einen Kontaktbereich zu schaffen, in welchem

die Paddel mit dem Klappengewebe in Eingriff treten können. Bei dem Material **1805** kann es sich um jedes beliebige Material handeln, wie beispielsweise um ein gewebtes Material, ein elektrogenesponnenes Material oder um ein beliebiges anderes Material, das in der Lage ist, das Einwachsen von Gewebe zu begünstigen und Einsatzstücke der Zuführeinrichtung **601** (**Fig. 6**) während der Wegfindung zu schützen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann es sich bei dem Material **1605** um einen blutundurchlässigen Stoff, wie beispielsweise einen PET-Stoff oder ein biokompatibles Abdeckmaterial, insbesondere einen Stoff, der mit einer Beschichtung behandelt ist, die blutundurchlässig ist, um Polyester oder um ein behandeltes biologisches Material, insbesondere Perikard, handeln.

[0054] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen sind die Paddel **606** biegsam ausgelegt, um weniger Belastung auf das Klappengewebe auszuüben, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht wird. Wenn sich die Paddel **606** in dem expandierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **W** auf. Die Breite **W** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 21 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 20 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7, 5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 15 mm liegen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann die Breite **W** beispielsweise 5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 7,5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 10 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 15 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 20 mm oder mehr betragen. Gemäß anderen Ausführungsformen kann die Breite auch weniger als 5 mm betragen.

[0055] Unter Bezugnahme auf **Fig. 18C** befinden sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand, wenn die Paddel in der Zuführeinrichtung **601** angeordnet sind. Wenn sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **H** auf. Die Breite **H** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 7 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 6 mm liegen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite **H** auch weniger als 4 mm oder mehr als 7 mm betragen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Breite **H** der komprimierten Paddel **606** gleich einer Breite **D** der Zuführöffnung **716** der Zuführeinrichtung **601**. Das Verhältnis zwischen der Breite **W** der Paddel im expandierten Zustand und der Breite **H** der Paddel im komprimierten Zustand kann beispielsweise ungefähr **4 zu 1** oder weniger, insbesondere ungefähr **3 zu 1** oder weniger, insbesondere ungefähr **2 zu 1** oder weniger, insbesondere ungefähr **1,5 zu 1**, insbesondere ungefähr **1,25 zu 1**, insbesondere ungefähr **1 zu 1** betragen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite **W** und der Breite **H** auch mehr

als **4 zu 1** betragen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 18D** wird ein Paddel **606** von dem expandierten Zustand in den komprimierten Zustand bewegt, indem das Paddel in der Richtung **Y** komprimiert wird und eine Länge des Paddels in der Richtung **X** gestreckt wird. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform werden die Seitenelemente **1807** des Paddels **606** in ihrer Länge gestreckt, wenn sich das Paddel im komprimierten Zustand befindet. Unter Bezugnahme auf **Fig. 18C** überkreuzen bei bestimmten Ausführungsformen, wenn die Paddel **606** in komprimiertem Zustand in der Zuführeinrichtung **601** angeordnet sind, die Seitenelemente **1807** der Paddel einander.

[0056] Unter Bezugnahme auf **Fig. 19A - Fig. 19D** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606**, die eine Gitterstruktur **1901** aufweisen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Gitterstruktur **1901** der Paddel **606** komprimierbar, wodurch es ermöglicht wird, dass die Paddel **606** in einer Zuführeinrichtung **601** (z. B. einem Katheter) angeordnet werden, welche im Hinblick auf eine Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu einer körpereigenen Klappe eines Patienten einen kleinen Durchmesser aufweist (wie in **Fig. 19C** gezeigt), und es außerdem ermöglicht wird, dass sich die Paddel **606** (wie in **Fig. 19A - Fig. 19B** gezeigt) bei deren Austreten aus der Zuführeinrichtung **601** erweitern, so dass die Paddel **606** einen größeren Oberflächenbereich aufweisen, um mit der körpereigenen Klappe des Patienten in Eingriff zu treten. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt werden und kann durch ein Klappenreparatursystem, wie beispielsweise ein beliebiges in der vorliegenden Anwendung beschriebenes Klappenreparatursystem, an einer körpereigenen Klappe angebracht werden.

[0057] **Fig. 19A - Fig. 19B** veranschaulichen die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung. Wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der expandierten und offenen Stellung befindet, erstrecken sich die Paddel **606** nach außen, um die breite Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** der Klappenreparaturvorrichtung **602** zu schaffen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfassen die Paddel **606** ein über der Gitterstruktur **1901** angeordnetes Material, wie beispielsweise ein gewebtes Material, ein elektrogenesponnenes Material oder ein beliebiges anderes Material, das in der Lage ist, das Einwachsen von Gewebe zu begünstigen und Einsatzstücke der Zuführeinrichtung **601** (**Fig. 6**) während der Wegfindung zu schützen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann es sich bei dem Material **1605** um einen blutundurchlässigen Stoff, wie beispielsweise einen

PET-Stoff oder ein biokompatibles Abdeckmaterial, insbesondere einen Stoff, der mit einer Beschichtung behandelt ist, die blutundurchlässig ist, um Polyester oder um ein behandeltes biologisches Material, insbesondere Perikard, handeln.

[0058] Gemäß verschiedenen Ausführungsformen sind die Paddel **606** biegsam ausgelegt, um weniger Belastung auf das Klappengewebe auszuüben, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht wird. Wenn sich die Paddel **606** in dem expandierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **W** auf. Die Breite **W** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 21 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 20 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 15 mm liegen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann die Breite **W** beispielsweise 5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 7,5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 10 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 15 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 20 mm oder mehr betragen. Gemäß anderen Ausführungsformen kann die Breite auch weniger als 5 mm betragen.

[0059] Unter Bezugnahme auf **Fig. 19C** befinden sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand, wenn die Paddel in einer Zuführeinrichtung **601** angeordnet sind. Wenn sich die Paddel **606** in einem komprimierten Zustand befinden, weisen die Paddel eine Breite **H** auf. Die Breite **H** kann beispielsweise zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 7 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 6 mm liegen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite **H** auch weniger als 4 mm oder mehr als 7 mm betragen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Breite **H** der komprimierten Paddel **606** gleich einer Breite **D** der Zuführöffnung **716** der Zuführeinrichtung **601**. Das Verhältnis zwischen der Breite **W** der Paddel im expandierten Zustand und der Breite **H** der Paddel im komprimierten Zustand kann beispielsweise ungefähr 4 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 3 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 2 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 1,5 zu 1, insbesondere ungefähr 1,25 zu 1, insbesondere ungefähr 1 zu 1 betragen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite **W** und der Breite **H** auch mehr als 4 zu 1 betragen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 19D** wird ein Paddel **606** von dem expandierten Zustand in den komprimierten Zustand bewegt, indem das Paddel in der Richtung **Y** komprimiert wird und eine Länge des Paddels in der Richtung **X** gestreckt wird.

[0060] Unter Bezugnahme auf **Fig. 20A - Fig. 20B** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung die Paddel **606**, welche komprimierbar sind, wodurch es ermöglicht wird, dass die Paddel **606** in einer Zuführeinrichtung

601 (z. B. einem Katheter) angeordnet werden, welche im Hinblick auf eine Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung zu einer körpereigenen Klappe eines Patienten einen kleinen Durchmesser aufweist (wie in **Fig. 20A** gezeigt), und es außerdem ermöglicht wird, dass sich die Paddel **606** (wie in **Fig. 20B** gezeigt) bei deren Austreten aus der Zuführeinrichtung **601** erweitern, so dass die Paddel **606** einen größeren Oberflächenbereich aufweisen, um mit der körpereigenen Klappe des Patienten in Eingriff zu treten. Die Paddel **606** können auf einer Klappenreparaturvorrichtung **602** integriert sein, die jede geeignete Form annehmen kann, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Die Klappenreparaturvorrichtung kann (mitsamt den Paddeln **606**) durch ein Klappenreparatursystem, wie beispielsweise ein beliebiges in der vorliegenden Anwendung beschriebenes Klappenreparatursystem, an einer körpereigenen Klappe angebracht werden.

[0061] **Fig. 20A** veranschaulicht das Paddel **606** in einem komprimierten Zustand im Inneren einer Zuführeinrichtung **601**. Das Paddel umfasst eine Öffnung **2001**, die es ermöglicht, dass ein Abschnitt des Paddels expandiert, wenn es aus der Zuführeinrichtung **601** heraus in Stellung gebracht wird. Im komprimierten Zustand kann das Paddel **606** beispielsweise eine Breite **H** zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 7 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 6 mm aufweisen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite **H** auch weniger als 4 mm oder mehr als 7 mm betragen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Breite **H** der komprimierten Paddel **606** gleich einer Breite **D** der Zuführöffnung **716** der Zuführeinrichtung **601**. **Fig. 20B** veranschaulicht das Paddel **606** in einem expandierten Zustand. In dem expandierten Zustand kann das Paddel **606** beispielsweise eine Breite **W** zwischen ungefähr 4 mm und ungefähr 21 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 20 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 15 mm aufweisen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann die Breite **W** beispielsweise 5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 7,5 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 10 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 15 mm oder mehr, insbesondere ungefähr 20 mm oder mehr betragen. Gemäß anderen Ausführungsformen kann die Breite auch weniger als 5 mm betragen. Das Verhältnis zwischen der Breite **W** der Paddel im expandierten Zustand und der Breite **H** der Paddel im komprimierten Zustand kann beispielsweise ungefähr 4 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 3 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 2 zu 1 oder weniger, insbesondere ungefähr 1,5 zu 1, insbesondere ungefähr 1,25 zu 1, insbesondere ungefähr 1 zu 1 betragen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite **W** und

der Breite **H** auch mehr als 4 zu 1 betragen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 20B** wird ein Paddel **606** von dem expandierten Zustand in den komprimierten Zustand bewegt, indem das Paddel in Richtung **Y** komprimiert wird. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen sind die Paddel **606** biegsam ausgelegt, um weniger Belastung auf das Klappengewebe auszuüben, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht wird. Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfassen die Paddel **606** ein über dem Paddel **606** angeordnetes Material, wie beispielsweise ein beliebiges Material, das in der Lage ist, das Einwachsen von Gewebe zu begünstigen und Einsatzstücke der Zuführeinrichtung **601** (**Fig. 6**) während der Wegfindung zu schützen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen kann es sich bei dem Material um einen blutundurchlässigen Stoff, wie beispielsweise einen PET-Stoff oder ein biokompatibles Abdeckmaterial, insbesondere einen Stoff, der mit einer Beschichtung behandelt ist, die blutundurchlässig ist, um Polyester oder um ein behandeltes biologisches Material, insbesondere Perikard, handeln.

[0062] **Fig. 21A - Fig. 21B** veranschaulichen eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Klappenreparatursystems **600**, bei welcher das Klappenreparatursystem **600** eine Klappenreparaturvorrichtung **602** mit ausfahrbaren Paddeln umfasst. Das Klappenreparatursystem **600** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606**, die ausziehbar sind, so dass eine Länge **L** der Paddel verändert werden kann. Das heißt, die Paddel **606** schließen einen Hauptabschnitt **2110** und einen ausfahrbaren Abschnitt **2112** ein. Der ausfahrbare Abschnitt **2112** kann im Inneren des Hauptabschnitts **2110** untergebracht werden, um Paddel mit einer kürzeren Länge **L** (wie in **Fig. 21A** gezeigt) zu schaffen, und der ausfahrbare Abschnitt **2112** kann aus dem Hauptabschnitt heraus ausgefahren werden, um Paddel mit einer längeren Länge **L** (wie in **Fig. 21B** gezeigt) zu schaffen. Das Verhältnis zwischen der kürzeren Länge **L** (wie in **Fig. 21A** gezeigt) und der längeren Länge **L** (wie in **Fig. 21B** gezeigt) kann beispielsweise 1,25 zu 1 oder mehr, insbesondere 1,5 zu 1 oder mehr, insbesondere 2 zu 1 oder mehr, insbesondere 3 zu 1 oder mehr, insbesondere 4 zu 1 oder mehr, insbesondere 5 zu 1 oder mehr betragen.

[0063] Gemäß einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Hauptabschnitt **2110** um ein Hohlrohr mit einer Öffnung und bei dem ausfahrbaren Abschnitt **2112** um einen Stab oder ein Rohr, der/das dafür ausgelegt ist, in der Öffnung des Hohllements untergebracht zu werden. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist der ausfahrbare Abschnitt **2112** derart federbelastet, dass der ausfahrbare Abschnitt

2112 zu der ausgefahrenen Stellung hin vorgespannt ist, und ist ein Verriegelungselement in einer arretierten Stellung angeordnet, um den ausfahrbaren Abschnitt **2112** in der nicht ausgefahrenen Stellung im Inneren des Hauptabschnitts **2110** untergebracht zu belassen. Eine Bewegung des Verriegelungselements von der arretierten Stellung in die nicht arretierte Stellung bewirkt, dass sich der federbelastete ausfahrbare Abschnitt **2112** aus dem Hauptabschnitt **2110** heraus in die ausgefahrene Stellung bewegt. Außerdem kann der ausfahrbare Abschnitt **2112** in das Innere des Hauptabschnitts **2110** hinein zurückgezogen werden und kann das Verriegelungselement dann von der nicht arretierten Stellung in die arretierte Stellung bewegt werden, um die Paddel von der ausgefahrenen Stellung in die zurückgezogene Stellung zu bewegen. Das Verriegelungselement kann durch jedes beliebige geeignete Mittel zwischen der arretierten Stellung und der nicht arretierten Stellung bewegt werden, beispielsweise durch einen Stab, der mit dem Verriegelungselement in Eingriff tritt, um das Verriegelungselement zwischen der arretierten Stellung und der nicht arretierten Stellung zu bewegen. Gemäß einer alternativen Ausführungsform erstreckt sich ein Nahtfaden oder ein Draht durch den Hauptabschnitt **2110** und tritt mit dem ausfahrbaren Abschnitt **2112** in Eingriff, um den ausfahrbaren Abschnitt **2112** in der nicht ausgefahrenen Stellung zu halten, und wird es durch das Entfernen des Nahtfadens oder des Drahtes ermöglicht, dass sich der federbelastete, ausfahrbare Abschnitt aus dem Hauptabschnitt **2110** heraus in die ausgefahrene Stellung bewegt.

[0064] Unter Bezugnahme auf **Fig. 21A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** mit den Paddeln **606** in einer nicht ausgefahrenen Stellung gezeigt und ist die Klappenreparaturvorrichtung derart positioniert, dass sie mit dem Klappengewebe **820** in Eingriff tritt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 21B** werden, nachdem die Klappenreparaturvorrichtung **602** in Position gebracht worden ist, um mit dem Klappengewebe **820** in Eingriff zu treten, die ausfahrbaren Abschnitte **2112** der Paddel **606** ausgefahren, so dass für die Paddel ein größerer Oberflächenbereich bereitsteht, um mit dem Klappengewebe in Eingriff zu treten. Nachdem die Paddel **606** auf eine gewünschte Länge **L** ausgefahren worden sind, wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** geschlossen, um die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe **820** zu befestigen, und wird die Klappenreparaturvorrichtung von dem Klappenreparatursystem **600** entfernt. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart ausgelegt, dass der ausfahrbare Abschnitt **2112** der Paddel ausgefahren oder zurückgezogen werden kann, nachdem die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe **820** befestigt worden ist, so dass die auf das Klappengewebe ausgeübte Spannung in Abhängigkeit von dem Patienten und von den Umständen des

Eingriffs erhöht oder verringert werden kann. So kann beispielsweise bei Ausführungsformen, bei denen es sich bei dem Klappengewebe **820** um die Mitralklappe eines Patienten handelt, eine Klappe mit übermäßiger Schädigung des Segelmaterials oder der Sehnenfäden mehr Spannung benötigen, um die Mitralklappe hinreichend abzudichten, oder es kann eine Klappe mit kurzen Segeln, die keine Koaptation erzielen, weniger Spannung benötigen, um die Mitralklappe hinreichend abzudichten. Die Klappenreparaturvorrichtung kann auf jede beliebige, geeignete Weise, wie etwa beispielsweise auf jede in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Weise, von der offenen in eine geschlossene Stellung bewegt werden und von dem Klappenreparatursystem **600** abgenommen werden.

[0065] Unter Bezugnahme auf **Fig. 22 - Fig. 26** ist gemäß bestimmten Ausführungsformen der Greifersteuerungsmechanismus **611** dafür ausgelegt, ein jedes der Greifelemente **608** unabhängig von den anderen zu steuern. Eine unabhängige Steuerung eines jeden der Greifelemente **608** ist vorteilhaft, weil dadurch die Öffnungen **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen unabhängig eingestellt werden können, während die Klappenreparaturvorrichtung **602** an das Klappengewebe (z. B. an eine Mitralklappe eines Patienten) angebracht wird. Darüber hinaus ist eine unabhängige Greifersteuerung auch in jenen Situationen von Vorteil, in denen ein Greifelement **608** und ein Paddel **606** die Klappenreparaturvorrichtung **602** zwar hinreichend an einem ersten Abschnitt eines Klappengewebes befestigen, das andere Greifelement und das andere Paddel jedoch nicht in der Lage sind, die Klappenreparaturvorrichtung mit einem zweiten Klappengewebeabschnitt zu verbinden. In dieser Situation kann der Greifersteuerungsmechanismus **611** dazu benutzt werden, nur jenes Greifelement **608** anzusteuern, das noch nicht mit dem Klappengewebe verbunden ist, um eine Öffnung **614** zur Aufnahme des zweiten Abschnitts des Klappengewebes zu schaffen, und können, sobald der zweite Abschnitt des Klappengewebes in der Öffnung angeordnet ist, das noch nicht angebrachte Greifelement und das noch nicht angebrachte Paddel geschlossen werden, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem zweiten Abschnitt des Klappengewebes zu befestigen.

[0066] Unter Bezugnahme auf **Fig. 22 - Fig. 26** umfasst eine beispielhafte Ausführungsform eines Klappenreparatursystems **600** eine Zuführeinrichtung **601** und eine Klappenreparaturvorrichtung **602**, wobei die Zuführeinrichtung für die Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung zu der körpereigenen Klappe eines Patienten ausgelegt ist, und wobei die Klappenreparaturvorrichtung für deren Anbringung an den Segeln einer körpereigenen Klappe ausgelegt ist, um dadurch die körpereigene Klappe des Patienten zu reparieren. Die Zuführeinrichtung **601** kann jede be-

liebige geeignete Form, wie beispielsweise eine in der vorliegenden Anwendung beschriebene Form, annehmen, die in der Lage ist, die Klappenreparaturvorrichtung **602** zu der körpereigenen Klappe eines Patienten zuzuführen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** ähnelt der zuvor beschriebenen Klappenreparaturvorrichtung und schließt eine Basisanordnung **604**, ein Paar von Paddeln **606** und ein Paar von Greifelementen **608** ein. Die Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** weist einen Schaft **603**, ein Verbindungsstück **605**, das dafür ausgelegt ist, sich den Schaft entlangzubewegen, und ein Arretierschloss **607**, das dafür ausgelegt ist, das Verbindungsstück in einer Festposition auf dem Schaft zu arretieren, auf. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Das Klappenreparatursystem **600** kann außerdem einen Paddelsteuerungsmechanismus **610**, einen Greifersteuerungsmechanismus **611**, und einen Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** umfassen. Der Paddelsteuerungsmechanismus **610** ist mechanisch an dem Verbindungsstück **605** angebracht, um das Verbindungsstück entlang des Schafts **603** zu bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606** zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegen. Der Paddelsteuerungsmechanismus **610** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Der Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** ist dafür ausgelegt, das Verbindungsstück **605** zwischen dem arretierten Zustand und dem nicht arretierten Zustand zu bewegen. Der Arretierschloss-Steuerungsmechanismus **612** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form.

[0067] Unter Bezugnahme auf **Fig. 22** umfasst eine beispielhafte Ausführungsform eines Greifersteuerungsmechanismus **611** ein erstes Greifersteuerungselement **2202** und ein zweites Greifersteuerungselement **2204**. Das erste Greifersteuerungselement **2202** ist dafür ausgelegt, das Greifelement **608a** in Richtung **X** zu bewegen, und das zweite Greifersteuerungselement **2204** ist dafür ausgelegt, das Greifelement **608b** in Richtung **Z** zu bewegen. Durch eine Bewegung des Greifelements **608a** in Richtung **X** wird die Breite **W** der Öffnung **614a** zwischen dem Greifelement **608a** und dem Paddel **606a** angepasst und durch eine Bewegung des Greifelements **608b** in Richtung **Z** wird die Breite **H** der Öffnung zwischen dem Greifelement **608b** und dem Paddel **606b** angepasst. Die Greifersteuerungselemente **2202**, **2204** können jede beliebige geeignete Form haben, die in der Lage ist, die Greifelemente **608a**, **608b** unabhängig zu bewegen. In der veranschaulichten Ausführungsform handelt es sich bei den Greifersteuerungselementen **2202**, **2204** um Fäden, wie beispielsweise Nahtfäden, Drähte, usw., welche jeweils abnehm-

bar an einem jeden der Greiferelemente **608a**, **608b** angebracht sind, wobei sich beide Enden des Fadens durch die Zuführöffnung **716** der Zuführeinrichtung **601** hindurch erstrecken. Die Greifersteuerungselemente **2202**, **2204** können unabhängig voneinander in den Katheter hineingezogen und aus diesem freigegeben werden, um die Stellungen der Greifelemente **608a**, **608b** unabhängig zu steuern.

[0068] Unter Bezugnahme auf **Fig. 22A - Fig. 22D** ist eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Klappenreparatursystems **600** mit einer anderen Ausführungsform eines Greifersteuerungsmechanismus **611** gezeigt, welche dazu verwendet wird, die Greifelemente **608a-d** einer anderen beispielhaften Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** zu steuern. Zu Zwecken der besseren Veranschaulichung sind die Paddel **602** der Klappenreparaturvorrichtung **606** in **Fig. 22A - Fig. 22D** nicht gezeigt, es ist jedoch anzumerken, dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** auch Paddel **606** einschließt, welche mit den Greifelementen **608a-d** in Wechselwirkung stehen, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe zu befestigen, und dass die Paddel **606** jede geeignete Form annehmen können, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. **Fig. 22A** veranschaulicht das Klappenreparatursystem **600**, wobei sich ein jedes der vier Greifelemente **608a-d** in einer ersten Stellung befindet, und **Fig. 22C** veranschaulicht das Klappenreparatursystem **600**, wobei das eine der Greifelemente **608a** in eine zweite Stellung bewegt worden ist. **Fig. 22B** ist eine (durch die in **Fig. 22A** gezeigten Linien **22B - 22B** angegebene) Draufsicht auf das Klappenreparatursystem **600**, wobei ein jedes der Greifelemente **608a-d** in einer ersten Stellung angeordnet ist. **Fig. 22D** ist eine (durch die in **Fig. 22C** gezeigten Linien **C - C** angegebene) Querschnittsansicht des Klappenreparatursystems **600**, wobei ein jedes der Greifelemente **608a** in der zweiten Stellung angeordnet ist. Ein jedes der vier Greifelemente lässt sich auf dieselbe Weise unabhängig bewegen, wie dies für das Greifelement **608a** veranschaulicht ist.

[0069] Die Klappenreparaturvorrichtung **602** umfasst ein erstes Greifelement **608a**, ein zweites Greifelement **608b**, ein drittes Greifelement **608c** und ein viertes Greifelement **608d**. Die Greifelemente **608a-d** umfassen jeweils einen mit Stacheln versehenen Abschnitt **609a-d** zum Anbringen der Greifelemente **608a-d** an dem Klappengewebe. Der Greifersteuerungsmechanismus **611** umfasst: ein erstes Greifersteuerungselement **2202a**, das dafür ausgelegt ist, das erste Greifelement **608a** zu steuern, ein zweites Greifersteuerungselement **2202b**, das dafür ausgelegt ist, das zweite Greifelement **608b** zu steuern, ein drittes Greifersteuerungselement **2202c**, das dafür ausgelegt ist, das dritte Greifelement **608c** zu steuern, und ein viertes Greifersteuerungselement

2202d, das dafür ausgelegt ist, das vierte Greifelement **608d** zu steuern. Im Besonderen ist das erste Greifersteuerungselement **2202a** dafür ausgelegt, das Greifelement **608a** in Richtung **X** zu bewegen, und ist das zweite Greifersteuerungselement **2202b** dafür ausgelegt, das zweite Greifelement **608b** in Richtung **X** zu bewegen. Darüber hinaus ist das dritte Greifersteuerungselement **2202c** dafür ausgelegt, das Greifelement **608c** in Richtung **Z** zu bewegen, und ist das vierte Greifersteuerungselement **2202d** dafür ausgelegt, das vierte Greifelement **608d** in Richtung **Z** zu bewegen. Durch eine Bewegung der Greifelemente **608a-b** in Richtung **X** wird die Breite der Öffnung zwischen den Greifelementen **608a-b** und dem entsprechenden Paddel **606** angepasst und durch eine Bewegung der Greifelemente **608c-d** in Richtung **Z** wird die Breite der Öffnung zwischen den Greifelementen **608c-d** und dem entsprechenden Paddel angepasst. Der Greifersteuerungsmechanismus **611** ist dafür ausgelegt, ein jedes der Greifelemente **608a-d** unabhängig voneinander zu bewegen. Die Greifersteuerungselemente **2202a-d** können jede beliebige geeignete Form haben, die in der Lage ist, die Greifelemente **608a-d** unabhängig zu bewegen. In der veranschaulichten Ausführungsform handelt es sich bei den Greifersteuerungselementen **2202a-d** um Fäden, wie beispielsweise Nahtfäden, Drähte, usw. welche jeweils abnehmbar an einem jeden der Greiferelemente **608a-d** angebracht sind, wobei sich beide Enden des Fadens durch die Zuführöffnung **716** der Zuführeinrichtung **601** hindurch erstrecken. Die Greifersteuerungselemente **2202a-d** können unabhängig voneinander in den Katheter hineingezogen und aus diesem freigegeben werden, um die Stellungen der Greifelemente **608a-d** unabhängig zu steuern.

[0070] Unter Bezugnahme auf **Fig. 22A** und **Fig. 22B** sind die Greifelemente **608a-d** jeweils in einer ausgefahrenen Stellung gezeigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 22C** und **Fig. 22D** ist das erste Greifelement **608a** gezeigt, nachdem das erste Greifersteuerungselement **2202a** des Greifersteuerungsmechanismus in den Katheter hineingezogen wurde, wodurch bewirkt wurde, dass sich das erste Greifelement **608a** in Richtung **X** einwärts zu dem Schaft **603** hinbewegt, während die übrigen Greifelemente **608b-d** in der in **Fig. 22A** und **Fig. 22B** gezeigten Stellung verblieben sind. Anders gesagt, die veranschaulichte Ausführungsform, die in **Fig. 22A - Fig. 22D** gezeigt ist, zeigt, wie ein erstes Greifelement **608a** in Bezug auf die anderen Greifelemente **608b-d** unabhängig angesteuert wird. Die veranschaulichte Ausführungsform zeigt zwar, wie das erste Greifelement **608a** unabhängig gesteuert wird, es versteht sich jedoch, dass ein jedes von den Greifelementen **608a-d** durch das entsprechende Greifersteuerungselement **2202a-d** des Greifersteuerungsmechanismus **611** unabhängig gesteuert werden kann. Darüber hinaus versteht es sich, dass zwar

die veranschaulichte Ausführungsform aus **Fig. 22A** - **Fig. 22D** eine Klappenreparaturanordnung **600** mit vier Greifelementen **608a-d** und vier Greifersteuerungselementen **2202a-d** veranschaulicht, dass jedoch eine beliebige, geeignete Anzahl von Greifelementen und Greifersteuerungselementen verwendet werden kann und dass jede beliebige Anzahl von Greifelementen durch den Greifersteuerungsmechanismus unabhängig voneinander angesteuert werden kann. Überdies kann jedes der Greifelemente **608a-608d** eine beliebige der in dieser Anmeldung offenbarten Auslegungen aufweisen und kann ein jeder der Steuerungsmechanismen **2202a** - **2202d** eine beliebige der in dieser Anmeldung offenbarten Formen aufweisen.

[0071] Unter Bezugnahme auf **Fig. 23** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Greifersteuerungsmechanismus **611** einen einzelnen Faden **2302**, wie beispielsweise einen Nahtfaden oder einen Draht, der abnehmbar an den Greifelementen **608a, 608b** angebracht ist und lösbar zwischen einem Positionierschaft **613** und einem Schaft **603** der Klappenreparaturvorrichtung fixiert ist. Die Verbindung **615** zwischen dem Positionierschaft **613** und einem Schaft **603** der Klappenreparaturvorrichtung kann in vielerlei unterschiedlichen Positionen erfolgen. Bei dem veranschaulichten Beispiel ist die Verbindung **615** an den Enden der Greifelemente **608a, 608b** ausgerichtet oder im Wesentlichen an diesen ausgerichtet. Bei anderen Ausführungsformen kann die Verbindung **615** allerdings auch distaler gelegen sein, beispielsweise an einer proximalsten Position, welche das Verbindungsstück **605** erreichen kann (siehe dazu beispielsweise die durch **Fig. 45C** und **Fig. 46D** veranschaulichten Freigabestellungen des Verbindungsstücks). Der Einzelfaden **2302** wird derart zwischen dem Schaft **613** und dem Schaft **603** verbunden, dass der Einzelfaden **2302** die Greifelemente **608a, 608b** unabhängig steuern kann. Das heißt, durch eine Bewegung eines ersten Abschnitts **2303** des Fadens **2302** in Richtung **Y** wird die Breite **W** zwischen dem Greifelement **608a** und dem Paddel **606a** angepasst, es wird jedoch dadurch nicht die Breite **H** zwischen dem Greifelement **608b** und dem Paddel **606b** angepasst. Auf ähnliche Weise wird durch eine Bewegung eines zweiten Abschnitts **2305** des Fadens **2302** in Richtung **M** die Breite **H** zwischen dem Greifelement **608b** und dem Paddel **606b** angepasst, es wird jedoch dadurch nicht die Breite **W** zwischen dem Greifelement **608a** und dem Paddel **606a** angepasst. Nachdem sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung befindet und an dem Klappengewebe befestigt ist, wird der Positionierschaft **613** von dem Schaft **603** der Klappenreparaturvorrichtung **602** abgenommen. Das Lösen des Schafts **603** von dem Schaft **613** bewirkt, dass der Faden freigegeben wird. Der Faden **2302** kann anschließend in den Katheter hinein zurückgezogen werden, um die Greifelemente **608a,**

608b freizugeben, indem ein Ende des Fadens **2302** in den Katheter gezogen wird. Durch das Hineinziehen des einen Endes des Fadens in den Katheter wird das andere Ende des Fadens durch die Greifelemente **608a, 608b** hindurchgezogen und anschließend in den Katheter hineingezogen. Ein jeder der hier beschriebenen Fäden kann auf diese Weise zurückgezogen werden.

[0072] Unter Bezugnahme auf **Fig. 24** kann es sich bei bestimmten Ausführungsformen bei dem Positionierschaft **613** und dem Schaft **603** der Vorrichtung **602** um einen Hohlkörper handeln und kann dieser über einen Verbindungsschaft **2400** passen, welcher die Schäfte **613, 603** zusammenhält. Der Schaft **603** und die Vorrichtung **602** können einen vorstehenden Abschnitt **2406** und einen eingesenkten Aufnahmeabschnitt **2408** einschließen. Der Positionierschaft **613** kann einen vorstehenden Abschnitt **2407** und einen eingesenkten Aufnahmeabschnitt **2409** einschließen. Wenn die Schäfte **613, 603** gekoppelt sind, ist der vorstehende Abschnitt **2406** des Schafts **603** in dem Aufnahmeabschnitt **2409** des Schafts **613** angeordnet und ist der vorstehende Abschnitt **2407** des Schafts **613** in dem Aufnahmeabschnitt **2408** des Schafts **603** angeordnet. Die Schäfte **613, 603** können auf vielerlei verschiedene Arten miteinander verbunden sein. Beispielsweise kann der Schaft **613** eine Bohrung oder einen Kanal **2411** einschließen, der mit einer Bohrung oder einem Kanal **2413** des Schafts **602** ausgerichtet ist, wenn die vorstehenden Abschnitte **2406, 2407** jeweils in den entsprechenden Aufnahmeabschnitten **2408, 2409** angeordnet sind. Wenn die Öffnungen **2411, 2413** miteinander ausgerichtet sind und der Halteschaft **2400** in Richtung **X** in die Öffnungen **2411, 2413** eingesetzt ist, werden die Schäfte **613, 603** dadurch zusammengehalten. Wenn der Positionierschaft in Richtung **Z** von den Öffnungen **2411, 2413** entfernt wird, können die vorstehenden Abschnitte **2406, 2407** von den Aufnahmeabschnitten **2408, 2409** entfernt werden, so dass sich die Vorrichtung **602** von dem Positionierschaft **613** löst.

[0073] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 24** wird, wenn die Schäfte **613, 603** aneinander befestigt werden, eine Durchbrechung **2415** an der Berührungsfläche **2417** zwischen den Schäften **613, 603** geschaffen. Die Durchbrechung **2415** ist dafür ausgelegt, den Faden **2302** zwischen den Schäften **613, 603** zu befestigen, um eine unabhängige Steuerung der Greifelemente **608a, 608b** zu erlauben. Das heißt, die Durchbrechung **2415** ist derart ausgelegt, dass sich der Faden **2302** relativ zu der Durchbrechung **2415** nicht bewegt, wenn die Schäfte **613, 603** aneinander angebracht sind. Beim Lösen der Schäfte **613, 603** wird der Faden **2302** aus der Durchbrechung **2415** gelöst und kann aus der Klappenreparaturvorrichtung **602** entfernt werden. Der Faden **2302** kann anschließend in den Katheter hinein zurückgezogen werden,

um, wie oben beschrieben, die Greifelemente freizugeben.

[0074] Unter Bezugnahme auf **Fig. 23** und **Fig. 24A - Fig. 24B** ist gemäß einer alternativen Ausführungsform der Faden **2302** des Greifersteuerungsmechanismus **610** durch eine Gewindeverbindung zwischen dem Positionierschaft **613** und dem Schaft **603** befestigt, um die Greifelemente **608a**, **608b** unabhängig zu steuern. Unter Bezugnahme auf **Fig. 24A** umfasst der Positionierschaft **613** ein mit einem Außengewinde versehenes Element **2419**, und der Schaft **603** umfasst ein mit einem Innengewinde versehenes Element **2421**, das dafür ausgelegt ist, das mit einem Außengewinde versehene Element **2419** des Positionierschafts **613** aufzunehmen. Das Außengewinde und das Innengewinde können jedoch auch umgekehrt angeordnet sein. Der Positionierschaft **613** wird an dem Schaft **603** befestigt, indem das mit einem Außengewinde versehene Element **2419** in das mit einem Innengewinde versehene Element **2421** des Schafts **603** eingeschraubt wird. Der Faden **2302** des Greifersteuerungsmechanismus **611** wird derart zwischen dem Positionierschaft **613** und dem Schaft **603** angeordnet, dass, wenn der Positionierschaft **613** an dem Schaft **603** befestigt wird, der Faden **2302** (wie dies durch das Bezugszeichen **M** gezeigt ist) zwischen dem Positionierschaft **613** und dem Schaft **603** komprimiert wird. Die Kompression des Fadens **2302** zwischen dem Positionierschaft **613** und dem Schaft **603** bewirkt, dass sich der Faden **2302** relativ zu dem Eingriffspunkt **2423** zwischen dem Positionierschaft **613**, dem Schaft **603** und dem Faden **2302** nicht bewegt, wenn der Faden **2302** die Greifelemente **608a**, **608b** steuert. Folglich ermöglicht es die Kompression **M** und das sich dadurch ergebende Festhalten des Fadens **2302**, dass der Faden **2302** die Greifelemente **608a**, **608b** unabhängig steuert.

[0075] Unter Bezugnahme auf **Fig. 25** schließt eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Greifersteuerungsmechanismus **611** ein erstes Greifersteuerungselement **2502** und ein zweites Greifersteuerungselement **2504** ein. Das erste Greifersteuerungselement **2502** ist dafür ausgelegt, das Greifelement **608a** bidirektional in Richtung **X** zu bewegen, und das zweite Greifersteuerungselement **2504** ist dafür ausgelegt, das Greifelement **608b** bidirektional in Richtung **Z** zu bewegen. Durch eine Bewegung des Greifelements **608a** in Richtung **X** wird die Breite **W** der Öffnung **614a** zwischen dem Greifelement **608a** und dem Paddel **606a** angepasst und durch eine Bewegung des Greifelements **608b** in Richtung **Z** wird die Breite **H** der Öffnung zwischen dem Greifelement **608b** und dem Paddel **606b** angepasst. In der veranschaulichten Ausführungsform schließen die Greifersteuerungselemente **2202**, **2204** jeweils ein Schub- und Zugglied **2503**, **2505**, wie beispielsweise einen Katheter, einen flexiblen Stab oder einen steifen Draht, und ein Verbindungsstück **2506**,

2507 ein. Jedes Schub- und Zugglied **2503**, **2505** erstreckt sich von der Zuführeinrichtung **601** und ist durch ein Verbindungsstück **2506**, **2507** abnehmbar an dem entsprechenden Greifelement **608a**, **608b** angebracht. Das Glied **2503** ist dafür ausgelegt, in Richtung **Y** geschoben und gezogen zu werden. Eine Bewegung des Glieds **2503** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das Greifelement **608a** in Richtung **X** bewegt. Ähnlich dazu ist das Glied **2505** dafür ausgelegt, in Richtung **M** geschoben und gezogen zu werden, und bewirkt eine Bewegung des Katheters **2505** in Richtung **M**, dass der Katheter **2505** das Greifelement **608b** in Richtung **H** bewegt.

[0076] In einer anderen Ausführungsform ist der Greifersteuerungsmechanismus **611** in **Fig. 25A** gezeigt. Gemäß dieser Ausführungsform umfassen die Greifersteuerungselemente **2202**, **2204** einen Nahtfaden **2511**, **2513** und einen flexiblen Draht **2503**, **2505**. Gemäß dieser Ausführungsform umfasst der erste flexible Draht **2503** eine Schlaufe **2517**, um den ersten Nahtfaden **2511** aufzunehmen und um ein Greifelement **608a** (**Fig. 25**) in Eingriff zu nehmen, und der zweite flexible Draht **2505** umfasst eine Schlaufe **2519**, um den ersten Nahtfaden **2513** aufzunehmen und um das Greifelement **608b** (**Fig. 25**) in Eingriff zu nehmen. Die Fäden **2517**, **2519** sind jeweils abnehmbar an einem jeden der Greifelemente **608a**, **608b** angebracht, wobei sich beide Enden des Fadens, wie oben beschrieben, durch die Zuführeinrichtung **601** hindurch erstrecken. Ein jeder der Drähte **2503**, **2505** erstreckt sich jeweils von der Zuführeinrichtung **601** und die Schlaufen **2517**, **2519** der betreffenden Drähte **2503**, **2505** sind in der Lage, sich derart entlang der entsprechenden Nahtfäden **2511**, **2513** zu bewegen, dass die Schlaufen **2517**, **2519** jeweils mit dem entsprechenden Greifelement **608a**, **608b** in Eingriff treten können, um die Greifelemente zu bewegen (z. B. die Greifelemente wie in Bezug auf **Fig. 25** beschrieben zu bewegen). Die Drähte **2503**, **2505** können beispielsweise aus Stahl, NiTi, oder einem anderen Draht oder einem Kunststoffmaterial gefertigt sein. Gemäß bestimmten Ausführungsformen können die Drähte **2503**, **2505** einen Durchmesser von zwischen ungefähr 0,1 mm und 0,35 mm, insbesondere zwischen ungefähr 0,15 mm und 0,3 mm, insbesondere zwischen ungefähr 0,2 und 0,25 mm aufweisen.

[0077] Unter Bezugnahme auf **Fig. 26** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Greifersteuerungsmechanismus **611** einen ersten Katheter **2603**, einen zweiten Katheter **2605** und einen Einzelnahtfaden **2604**, wie etwa einen Draht oder einen Nahtfaden. Der erste Katheter **2603** und der Faden **2604** sind dafür ausgelegt, das Greifelement **608a** in Richtung **X** zu bewegen, und der zweite Katheter **2605** und der Faden **2604** sind dafür ausgelegt, das Greifelement **608b** in Richtung **Z** zu bewegen. Durch eine Bewegung des Greifelements **608a** in Richtung **X**

wird die Breite **W** der Öffnung **614a** zwischen dem Greifelement **608a** und dem Paddel **606a** angepasst und durch eine Bewegung des Greifelements **608b** in Richtung **Z** wird die Breite **H** der Öffnung zwischen dem Greifelement **608b** und dem Paddel **606b** angepasst. Der Faden **2604** erstreckt sich von der Zuführeinrichtung **601** durch die Katheter **2603**, **2605** hindurch und wird durch Öffnungen in beiden Greifelementen **608a**, **608b** hindurchgefädelt. Jeder Katheter **2603**, **2605** ist dafür ausgelegt, das entsprechende Greifelement **608a**, **608b** in Eingriff zu nehmen und zu bewegen. Insbesondere ist der Katheter **2603** dafür ausgelegt, in Richtung **Y** geschoben zu werden, während der Faden **2604** aus dem Katheter **2603** ausgegeben wird oder die Spannung in dem Faden verringert wird. Der Katheter **2603** ist dafür ausgelegt, in Richtung **Y** gezogen zu werden, während der Faden **2604** in den Katheter **2603** hineingezogen wird oder die Spannung in dem Faden erhöht wird. Eine Bewegung des Katheters **2603** in Richtung **Y** bewirkt, dass der Katheter **2603** das Greifelement **608a** in Richtung **X** bewegt. Auf ähnliche Weise ist der Katheter **2605** dafür ausgelegt, in Richtung **M** geschoben zu werden, während der Faden **2604** aus dem Katheter **2605** ausgegeben wird oder die Spannung in dem Faden verringert wird. Der Katheter **2605** ist dafür ausgelegt, in Richtung **M** gezogen zu werden, während der Faden **2604** in den Katheter **2605** hineingezogen wird oder die Spannung in dem Faden erhöht wird. Eine Bewegung des Katheters **2505** in Richtung **M** bewirkt, dass der Katheter **2505** das Greifelement **608b** in Richtung **H** bewegt. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann der weiter oben in Bezug auf **Fig. 26** beschriebene Greifersteuerungsmechanismus **611** einen ersten flexiblen Draht mit einer Schlaufe (z. B. den in **Fig. 25A** gezeigten flexiblen Draht **2503** mit der Schlaufe **2517**) und einen zweiten flexiblen Draht mit einer Schlaufe (z. B. den in **Fig. 25A** gezeigten flexiblen Draht **2505** mit der Schlaufe **2519**) einschließen und erstreckt sich der Einzelfaden **2604** durch die Schlaufe **2517**, **2519** eines jeden der Drähte **2503** hindurch.

[0078] Unter Bezugnahme auf **Fig. 27A - Fig. 29B** sind gemäß bestimmten Ausführungsformen die Klappenreparaturvorrichtung **602** und der Paddelsteuerungsmechanismus **610** für eine Klappenreparaturvorrichtung **602** derart ausgelegt, dass ein jedes der Paddel **606** unabhängig voneinander gesteuert werden kann. Eine unabhängige Steuerung eines jeden der Paddel **606** ist vorteilhaft, weil dadurch die Öffnungen **614** zwischen den Paddeln und den Greifelementen **608** unabhängig eingestellt werden kann, während die Klappenreparaturvorrichtung **602** an das Klappengewebe (z. B. an eine Mitralklappe eines Patienten) angebracht wird. Darüber hinaus ist eine unabhängige Paddelsteuerung auch in jenen Situationen von Vorteil, in denen ein Greifelement **608** und ein Paddel **606** die Klappenreparaturvorrichtung **602** zwar hinreichend an einem ersten Abschnitt ei-

nes Klappengewebes befestigen, das andere Greifelement und das andere Paddel jedoch nicht in der Lage sind, die Klappenreparaturvorrichtung mit einem zweiten Klappengewebeabschnitt zu verbinden. In dieser Situation kann der Paddelsteuerungsmechanismus **610** dazu benutzt werden, nur jenes Paddel **606** anzusteuern, das noch nicht mit dem Klappengewebe verbunden ist, um eine Öffnung **614** zur Aufnahme des zweiten Abschnitts des Klappengewebes zu schaffen, und können, sobald der zweite Abschnitt des Klappengewebes in der Öffnung angeordnet ist, das noch nicht angebrachte Greifelement und das noch nicht angebrachte Paddel geschlossen werden, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem zweiten Abschnitt des Klappengewebes zu befestigen.

[0079] Unter Bezugnahme auf **Fig. 27A - Fig. 27C** schließt die Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** einen ersten Schaft **603a**, einen zweiten Schaft **603b**, ein erstes Verbindungsstück **605a** und ein zweites Verbindungsstück **605b** ein. Darüber hinaus schließt das Paddelsteuerungsmechanismus **610** einen ersten Paddelsteuerungsmechanismus **2702** und einen zweiten Paddelsteuerungsmechanismus **2704** ein. Der erste Paddelsteuerungsmechanismus **2702** ist dafür ausgelegt, das erste Verbindungsstück **605a** entlang des Schafts **603a** zu bewegen und der zweite Paddelsteuerungsmechanismus **2704** ist dafür ausgelegt, das zweite Verbindungsstück **605b** entlang des Schafts **603b** zu bewegen. Eine Bewegung des ersten Verbindungsstücks **605a** entlang des Schafts **603a** bewirkt, dass sich das Paddel **606a** zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegt, und eine Bewegung des zweiten Verbindungsstücks **605b** entlang des Schafts **603a** bewirkt, dass sich das Paddel **606b** zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegt. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann die Basisanordnung **604** einen Einzelschaft, ein an dem Einzelschaft angebrachtes, erstes Verbindungsstück **605a** und ein an dem Einzelschaft angebrachtes, zweites Verbindungsstück **605b** umfassen. Gemäß dieser alternativen Ausführungsform kann der Paddelsteuerungsmechanismus **610** umfassen: einen ersten Paddelsteuerungsmechanismus **2702**, der dafür ausgelegt ist, das erste Verbindungsstück **605a** entlang des Einzelschafts zu bewegen, um zu bewirken, dass sich das Paddel **606a** zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegt, und einen zweiten Paddelsteuerungsmechanismus **2704**, der dafür ausgelegt ist, das zweite Verbindungsstück **605b** entlang des Einzelschafts zu bewegen, um zu bewirken, dass sich das Paddel **606b** zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegt.

[0080] **Fig. 27A - Fig. 27C** veranschaulichen, wie sich die Paddel der Klappenreparaturvorrichtung zwi-

schen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung bewegen. Die Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** umfasst: ein erstes Glied **2721**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **B** erstreckt, ein zweites Glied **2722**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **C** erstreckt, ein drittes Glied **2723**, das sich von Punkt **C** zu Punkt **D** erstreckt, ein viertes Glied **2724**, das sich von Punkt **D** zu Punkt **E** erstreckt, und ein fünftes Glied **2725**, das sich von Punkt **E** zu Punkt **F** erstreckt. Das Verbindungsstück **605a** ist beweglich an dem Schaft **603a** angebracht, das Verbindungsstück **605b** ist beweglich an dem Schaft **603b** angebracht und die Schäfte **603a**, **603b** sind an dem dritten Glied **2723** fixiert. Das erste Glied **2721** ist an Punkt **A** derart schwenkbar an dem Verbindungsstück **605a** angebracht, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605a** entlang des Schafts **603a** die Lage des Punktes **A** bewegt und folglich das erste Glied **2721** bewegt. Auf ähnliche Weise ist das fünfte Glied **2725** an Punkt **F** derart schwenkbar an dem Verbindungsstück **605b** angebracht, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605b** entlang des Schafts **603b** die Lage des Punktes **F** bewegt und folglich das fünfte Glied **2725** bewegt. Das erste Glied **2721** und das zweite Glied **2722** sind an Punkt **B** schwenkbar aneinander angebracht und das fünfte Glied **2725** und das vierte Glied **2724** sind an Punkt **E** schwenkbar aneinander angebracht. Ein Paddel **606a** ist derart an dem ersten Glied **2721** angebracht, dass eine Bewegung des ersten Glieds **2721** bewirkt, dass sich das erste Paddel **606a** bewegt, und das andere Paddel **606b** ist derart an dem fünften Glied **2725** angebracht, dass eine Bewegung des fünften Glieds **2725** bewirkt, dass sich das Paddel **606b** bewegt.

[0081] Unter Bezugnahme auf **Fig. 27A**, befinden sich die Paddel **606a**, **606b** in der offenen Stellung. Unter Bezugnahme auf **Fig. 27A** und **Fig. 27B** wird das Paddel **606b** von der offenen Stellung (in **Fig. 27A** gezeigt) in die geschlossene Stellung (in **Fig. 27B** gezeigt) bewegt, wenn der zweite Paddelsteuerungsmechanismus **2704** das zweite Verbindungsstück **605b** in Richtung **Y** den Schaft **603b** entlangbewegt, wodurch bewirkt wird, dass sich ein nahe bei Punkt **F** gelegener Abschnitt des fünften Glieds **2725** in Richtung **H** bewegt und sich ein nahe bei Punkt **E** gelegener Abschnitt des fünften Glieds **2725** in Richtung **J** bewegt. Das Paddel **606b** ist derart an dem fünften Glied **2725** angebracht, dass eine Bewegung des zweiten Verbindungsstücks **605b** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das Paddel **606b** in Richtung **Z** bewegt. Zusätzlich dazu ist das vierte Glied **2724** an Punkt **E** derart schwenkbar an dem fünften Glied **2725** angebracht, dass eine Bewegung des zweiten Verbindungsstücks **605b** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das vierte Glied **2724** in Richtung **K** bewegt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 27B**, bewegt sich das Paddel **606b** in Richtung **Q**, wenn es sich von der offenen Stellung in die geschlossene Stellung

bewegt. Gemäß einer alternativen Ausführungsform, bei welcher die Schwenkverbindung an Punkt **E** zwischen dem vierten Glied **2724** und dem fünften Glied **2725** signifikant tiefer gelegen ist als die Schwenkverbindung an Punkt **F** zwischen dem fünften Glied **2725** und dem zweiten Verbindungsstück **605b**, wirkt eine Bewegung des Paddels **606b** von der offenen Stellung in die geschlossene Stellung so, wie es in der in **Fig. 27A** gezeigten Ausführungsform gezeigt ist, außer dass sich das vierte Glied **2724** anfänglich in die der Richtung **K** im Wesentlichen entgegengesetzte Richtung bewegt, während das Paddel **606b** geschlossen wird. Gemäß einer beliebigen der oben erwähnten Ausführungsformen kann der zweite Paddelsteuerungsmechanismus **2704** jede geeignete Form annehmen, um das zweite Verbindungsstück **605b** entlang des Schafts **603b** zu bewegen, wie beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form eines Paddelsteuerungsmechanismus.

[0082] Unter Bezugnahme auf **Fig. 27A** und **Fig. 27C** wird das Paddel **606a** von der offenen Stellung (in **Fig. 27A** gezeigt) in die geschlossene Stellung (in **Fig. 27C** gezeigt) bewegt, wenn der erste Paddelsteuerungsmechanismus **2702** das erste Verbindungsstück **605a** in Richtung **N** den Schaft **603a** entlangbewegt, wodurch bewirkt wird, dass sich ein nahe bei Punkt **A** gelegener Abschnitt des ersten Glieds **2721** in Richtung **L** bewegt und sich ein nahe bei Punkt **B** gelegener Abschnitt des ersten Glieds **2721** in Richtung **I** bewegt. Das Paddel **606a** ist derart an dem ersten Glied **2721** angebracht, dass eine Bewegung des ersten Verbindungsstücks **605a** in Richtung **N** bewirkt, dass sich das Paddel **606a** in Richtung **V** bewegt. Zusätzlich dazu ist das zweite Glied **2722** an Punkt **B** derart schwenkbar an dem ersten Glied **2721** angebracht, dass eine Bewegung des ersten Verbindungsstücks **605a** in Richtung **N** bewirkt, dass sich das zweite Glied **2722** in Richtung **R** bewegt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 27C**, bewegt sich das Paddel **606a** in Richtung **T**, wenn es sich von der offenen Stellung in die geschlossene Stellung bewegt. Gemäß einer alternativen Ausführungsform, bei welcher die Schwenkverbindung an Punkt **B** zwischen dem ersten Glied **2721** und dem zweiten Glied **2722** signifikant tiefer gelegen ist als die Schwenkverbindung an Punkt **A** zwischen dem ersten Glied **2721** und dem ersten Verbindungsstück **605a**, wirkt eine Bewegung des Paddels **606a** von der offenen Stellung in die geschlossene Stellung so, wie es in der in **Fig. 27A** gezeigten Ausführungsform gezeigt ist, außer dass sich das zweite Glied **2722** anfänglich in die der Richtung **R** im Wesentlichen entgegengesetzte Richtung bewegt, während das Paddel **606b** geschlossen wird. Gemäß einer beliebigen der oben erwähnten Ausführungsformen kann der erste Paddelsteuerungsmechanismus **2702** jede geeignete Form annehmen, um das erste Verbindungsstück **605a** entlang des Schafts **603a** zu bewegen,

wie beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form eines Paddelsteuerungsmechanismus.

[0083] Unter Bezugnahme auf **Fig. 28A - Fig. 28C** umfasst gemäß bestimmten Ausführungsformen der Paddelsteuerungsmechanismus **610** einen Zahnstangenmechanismus **2802**, der dafür ausgelegt ist, die Paddel **606a, 606b** selektiv mit dem Schaft **603** zu koppeln und von diesem zu entkoppeln. Der Zahnstangenmechanismus **2802** umfasst: ein erstes Element **2804**, das an dem Schaft **603** angebracht ist, und ein gezahntes Element **2806a, 2806b**, das an einem jeden der Paddel **606a, 606b** angebracht ist und an den Verbindungspunkten A, B schwenkbar mit dem Basiselement **2801** verbunden ist. Das erste Element **2804** ist derart ausgelegt, dass die Paddel **606a, 606b** unabhängig voneinander zwischen der offenen Stellung und der geschlossenen Stellung bewegt werden können. In der veranschaulichten Ausführungsform weist das erste Element **2804** einen gerippten Abschnitt **2805** und einen offenen Abschnitt **2807** auf. Wenn das/die gezahnte(n) Element(e) **2806a, 2806b** mit dem gerippten Abschnitt **2805** des ersten Elements **2804** ausgerichtet ist/sind, ist/sind das/die gezahnte(n) Element(e) **2806a, 2806b** dafür ausgelegt, derart mit dem gerippten Abschnitt **2805** in Eingriff zu treten, dass eine Bewegung des Schafts relativ zu dem Basiselement **2801** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das gezahnte Element **2806a** um den Verbindungspunkt **A** herum in Richtung **M** bewegt, um das Paddel **606a** in Richtung **H** zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung zu bewegen, und dass sich das gezahnte Element **2806b** um den Verbindungspunkt **B** herum in Richtung **N** bewegt, um das Paddel **606a** in Richtung **Z** zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung zu bewegen. Wenn der offene Abschnitt **2807** des ersten Elements **2804** mit dem einen oder dem anderen der gezahnten Elemente **2806a** oder **2806b** ausgerichtet ist, wird jenes gezahnte Element, das mit dem offenen Abschnitt **2807** ausgerichtet ist, nicht von dem gerippten Abschnitt **2805** des Paddels **606a** oder **606b** in Eingriff genommen. Folglich hat eine Bewegung des Schafts **603** in Richtung **Y** keine Auswirkung auf die Stellung des Paddels **606a** oder **606b**.

[0084] **Fig. 28A - Fig. 28B** veranschaulichen den Korkenziehermechanismus **2802** in einer ersten Stellung. In der ersten Stellung sind die gezahnten Elemente **2806a, 2806b** für beide Paddel **606a, 606b** mit dem gerippten Abschnitt **2805** des ersten Elements **2804** ausgerichtet. Unter Bezugnahme auf **Fig. 28A** treten, wenn der Schaft **603** in Richtung **Y** bewegt wird, die gezahnten Elemente **2806a, 2806b** gleichermaßen mit dem gerippten Abschnitt **2805** des ersten Elements in Eingriff, wodurch bewirkt wird, dass beide Paddel **606a, 606b** zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt werden. **Fig. 28C -**

Fig. 28D veranschaulichen den Korkenziehermechanismus **2802** in einer zweiten Stellung. In der zweiten Stellung ist das gezahnte Element **2806a** mit dem offenen Abschnitt **2807** des ersten Elements **2804** ausgerichtet und ist das gezahnte Element **2806b** mit dem gerippten Abschnitt **2806** des ersten Elements **2804** ausgerichtet. Unter Bezugnahme auf **Fig. 28C** tritt, wenn der Schaft **603** in Richtung **Y** bewegt wird, das gezahnte Element **2806b** mit dem gerippten Abschnitt **2805** des ersten Elements **2804** in Eingriff, wodurch bewirkt wird, dass das Paddel **606b** zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt wird, und tritt das gezahnte Element **2806a** nicht mit dem ersten Element in Eingriff, wodurch bewirkt wird, dass das Paddel **606a** in seiner aktuellen Stellung verbleibt. **Fig. 28E - Fig. 28F** veranschaulichen den Korkenziehermechanismus **2802** in einer dritten Stellung. In der dritten Stellung ist das gezahnte Element **2806b** mit dem offenen Abschnitt **2807** des ersten Elements **2804** ausgerichtet und ist das gezahnte Element **2806a** mit dem gerippten Abschnitt **2806** des ersten Elements **2804** ausgerichtet. Unter Bezugnahme auf **Fig. 28E** tritt, wenn der Schaft **603** in Richtung **Y** bewegt wird, das gezahnte Element **2806a** mit dem gerippten Abschnitt **2805** des ersten Elements **2804** in Eingriff, wodurch bewirkt wird, dass das Paddel **606a** zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegt wird, und tritt das gezahnte Element **2806b** nicht mit dem ersten Element in Eingriff, wodurch bewirkt wird, dass das Paddel **606b** in seiner aktuellen Stellung verbleibt. Gemäß bestimmten Ausführungsformen wird der Zahnstangenmechanismus **2802** durch Drehen des Schafts **603** zwischen den in **Fig. 28A - Fig. 28F** gezeigten Stellungen bewegt. Gemäß verschiedenen Ausführungsformen schließt der Zahnstangenmechanismus **2802** einen Mechanismus ein, der dafür ausgelegt ist, die Paddel **606a, 606b** in einer gewünschten Sollstellung zu halten, wenn die Paddel mit dem offenen Abschnitt **2807** des ersten Elements **2804** ausgerichtet sind, der jedoch auch dafür ausgelegt ist, es zu ermöglichen, dass sich die Paddel bewegen, wenn die Paddel mit dem gerippten Abschnitt **2805** des ersten Elements **2804** ausgerichtet sind. Der Mechanismus kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise die eines Kupplungsmechanismus, eines Vorspannelements, eines Reibungselements, usw.

[0085] Unter Bezugnahme auf **Fig. 29A - Fig. 29B** ist der Paddelsteuerungsmechanismus **610** dafür ausgelegt, ein Verbindungsstück **605** entlang eines Schafts **603** zu bewegen, um die Paddel **606a, 606b** zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung zu bewegen (ähnlich wie bei der in **Fig. 6 - Fig. 12** gezeigten Ausführungsform), und ist ein Arretiermechanismus **207** dafür ausgelegt, das Verbindungsstück **605** auf dem Schaft **603** zu arretieren, um die Paddel **606a, 606b** in einer gewünschten Stellung zu halten. Gemäß bestimmten Ausführungsformen schließt, wie in **Fig. 29A - Fig. 29B** gezeigt, ein je-

des der Paddel **606a**, **606b** einen Stift **2902a**, **2902b** und einen Schlitz **2904a**, **2904b** ein. Der Stift **2902a** ist dafür ausgelegt, sich in dem Schlitz **2904a** zu bewegen und der Stift **2902b** ist dafür ausgelegt, sich in dem Schlitz **2904b** zu bewegen. Die Stifte **2902a**, **2902b** sind außerdem dafür ausgelegt, in den Schlitz **2904a**, **2904b** arretiert zu werden. Wenn ein Stift **2902a**, **2902b** in einem Schlitz **2904a**, **2904b** freigegeben ist, verbleibt das entsprechende Paddel **606a**, **606b** in einer aktuellen Stellung, wenn der Paddelsteuerungsmechanismus **610** das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** bewegt. Wenn ein Stift **2902a**, **2902b** in einem Schlitz **2904a**, **2904b** arretiert ist, bewegt sich das entsprechende Paddel **606a**, **606b** zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung, wenn der Paddelsteuerungsmechanismus **610** das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** bewegt.

[0086] Fig. 29A veranschaulicht die Klappenreparaturvorrichtung **602** mit den Paddeln **606a**, **606b** in einer offenen Stellung. Fig. 29B veranschaulicht die Klappenreparaturvorrichtung **602**, wobei der Stift **2902a** in dem Schlitz **2904a** freigegeben ist und der Stift **2902b** in dem Schlitz **2904b** arretiert ist. Unter Bezugnahme auf Fig. 29B befindet sich das Arretierschloss **607** in einem nicht arretierten Zustand, so dass das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** bewegt werden kann. Eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** entlang des Schafts **603** in Richtung **Y** bewirkt, dass das Paddel **606b** derart um den arretierten Stift **2902b** herumgeschwenkt wird, dass sich das Paddel **606b** in Richtung **Z** in eine geschlossene Stellung bewegt. Außerdem bewirkt eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** nicht, dass sich das Paddel **606a** bewegt, da sich der Stift **2902a** in dem Schlitz **2904a** in einem nicht arretierten Zustand befindet. Stattdessen bewirkt eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y**, dass sich der Stift **2902a** in dem Schlitz **2904a** bewegt. Alternativ dazu könnte der Stift **2902a** in dem Schlitz **2904a** arretiert sein und könnte der Stift **2902b** in dem Schlitz **2904b** freigegeben sein, so dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirken würde, dass sich das Paddel **606a** in eine geschlossene Stellung bewegen würde und dass das Paddel **606b** in der offenen Stellung verbleiben würde (indem sich der Stift **2902b** in dem Schlitz **2904b** bewegt). Darüber hinaus könnte der Stift **2902a** in dem Schlitz **2904a** arretiert sein und könnte der Stift **2902b** in dem Schlitz **2904b** arretiert sein, so dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirken würde, dass sich beide Paddel **606a**, **606b** in die geschlossene Stellung bewegen würden. Die Stifte **2902a**, **2902b** können durch jedes beliebige geeignete Mittel, wie etwa durch ein beliebiges hier in Bezug auf das Arretierschloss **607** beschriebenes Mittel, in den Schlitz **2904a**, **2904b** arretiert werden.

[0087] Unter Bezugnahme auf Fig. 30 kann die Mitralklappe **3001** eines Patienten in bestimmten Situationen einen breiten Spalt **3002** zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** aufweisen, wenn sich die Mitralklappe in einer geschlossenen Stellung befindet (d. h. während der systolischen Phase). Beispielsweise kann der Spalt **3002** eine Breite **W** zwischen ungefähr 2,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 15 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 12,5 mm, insbesondere von ungefähr 10 mm aufweisen. In manchen Situationen kann der Spalt **3002** eine Breite **W** von mehr als 15 mm aufweisen. In einer beliebigen der oben erwähnten Situationen ist eine Klappenreparaturvorrichtung wünschenswert, die in der Lage ist, mit dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** in Eingriff zu treten, um den Spalt **3002** zu schließen und so eine Regurgitation von Blut durch die Mitralklappe **3001** hindurch zu verhindern.

[0088] Fig. 31A - Fig. 37D stellen verschiedene Ausführungsformen von Klappenreparaturvorrichtungen **602** bereit, die dafür ausgelegt sind, einen breiten Spalt **3002** (Fig. 30) zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** einer Mitralklappe **3001** zu schließen. Unter Bezugnahme auf Fig. 31A - Fig. 31B umfasst eine beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** die Paddel **606** und die Greifelemente **608**. Darüber hinaus kann die Klappenreparaturvorrichtung **602** jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung umfassen und kann die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt. Unter Bezugnahme auf Fig. 31A werden die Paddel **606** der Klappenreparaturvorrichtung **602** in Richtung **X** nach außen verschwenkt, um eine Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** mit einer Breite **W** zu schaffen. Die Breite **W** kann beispielsweise zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 15 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 12,5 mm, insbesondere ungefähr 10 mm betragen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite auch weniger als 5 mm oder mehr als 15 mm betragen. Unter Bezugnahme auf Fig. 31B werden die Paddel **606** der Klappenreparaturvorrichtung **602** derart in Richtung **Z** nach außen bewegt, dass die Öffnung **614** eine Breite **H** aufweist. Die Breite **H** kann beispielsweise zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 25 mm, insbesondere zwischen ungefähr 10 mm und ungefähr 20 mm, insbesondere zwischen ungefähr 12,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere bei ungefähr 15 mm liegen. Gemäß alternativen Ausführungsformen kann die Breite **H** auch weniger als 10 mm oder mehr als 25 mm betragen. Gemäß bestimmten Aus-

führungsformen kann das Verhältnis zwischen der Breite **H** und der Breite **W** beispielsweise ungefähr **5** zu **1** oder weniger, insbesondere ungefähr **4** zu **1** oder weniger, insbesondere ungefähr **3** zu **1** oder weniger, insbesondere ungefähr **2** zu **1** oder weniger, insbesondere ungefähr **1,5** zu **1**, insbesondere ungefähr **1,25** zu **1**, insbesondere ungefähr **1** zu **1** betragen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart ausgelegt sein, dass die Paddel **606** in Richtung **X** nach außen verschwenkt werden und anschließend in Richtung **Z** nach außen bewegt werden, um die Öffnung **614** mit einer Breite **H** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** zu schaffen. Alternativ dazu kann die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart ausgelegt sein, dass die Paddel in Richtung **Z** nach außen bewegt werden und dann in Richtung **X** nach außen verschwenkt werden, um die Breite **H** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** zu schaffen. Darüber hinaus kann die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart ausgelegt sein, dass die Paddel **606** in Richtung **X** nach außen verschwenkt werden und gleichzeitig in Richtung **Z** nach außen bewegt werden, um die Breite **H** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** zu schaffen.

[0089] Fig. 32A - Fig. 32C veranschaulichen eine Klappenreparaturvorrichtung **602**, bei welcher die Paddel **606** in Richtung **X** nach außen verschwenkt werden und anschließend in Richtung **Z** nach außen bewegt werden, um eine breitere Öffnung **614** zu schaffen. Fig. 32A veranschaulicht eine Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung, so dass die Paddel **606** mit den Greifelementen **608** in Eingriff stehen. Unter Bezugnahme auf Fig. 32B werden die Paddel **606** in Richtung **X** nach außen verschwenkt, um eine Öffnung **614** mit einer Breite **W** zur Aufnahme von Klappengewebe zu schaffen. Unter Bezugnahme auf Fig. 32C werden, nachdem die Paddel **606** in Richtung **X** nach außen verschwenkt worden sind, die Paddel **606** derart in Richtung **Z** nach außen bewegt, dass die Öffnung **614** eine Breite **H** aufweist. Nachdem das Klappengewebe in den Öffnungen **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** aufgenommen worden ist, wird die Klappenreparaturvorrichtung (wie in Fig. 32A gezeigt) in die geschlossene Stellung zurückbewegt, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe zu befestigen.

[0090] Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung umfassen und kann die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0091] Fig. 33A - Fig. 33C veranschaulichen eine Klappenreparaturvorrichtung **602**, bei welcher die Paddel **606** in Richtung **Z** nach außen bewegt werden und anschließend in Richtung **X** nach außen verschwenkt werden, um eine breitere Öffnung **614** zu schaffen. Fig. 33A veranschaulicht eine Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung, so dass die Paddel **606** mit den Greifelementen **608** in Eingriff stehen. Unter Bezugnahme auf Fig. 33B werden die Paddel **606** in Richtung **Z** nach außen bewegt, um eine Öffnung **614** mit einer Breite **W** zur Aufnahme von Klappengewebe zu schaffen. Unter Bezugnahme auf Fig. 33C werden, nachdem die Paddel **606** in Richtung **Z** nach außen bewegt worden sind, die Paddel **606** derart in Richtung **X** nach außen verschwenkt, dass die Öffnung **614** eine Breite **H** aufweist. Nachdem das Klappengewebe in den Öffnungen **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** aufgenommen worden ist, wird die Klappenreparaturvorrichtung (wie in Fig. 33A gezeigt) in die geschlossene Stellung zurückbewegt, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe zu befestigen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung umfassen und kann die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0092] Während Fig. 32A - Fig. 32C eine Klappenreparaturvorrichtung **602** veranschaulichen, bei welcher die Paddel **606** verschwenkt und anschließend auseinandergespreizt werden, und Fig. 33A - Fig. 33C eine Klappenreparaturvorrichtung **602** veranschaulichen, bei welcher die Paddel **606** auseinandergespreizt und anschließend verschwenkt werden, kann in alternativen Ausführungsformen eine Klappenreparaturvorrichtung **602** Paddel **606** umfassen, die gleichzeitig auseinandergespreizt und verschwenkt werden können. Darüber hinaus können bei bestimmten Ausführungsformen die Paddel **606** unabhängig voneinander auseinandergespreizt und verschwenkt werden. Das heißt, es können bei den in Fig. 32A - Fig. 32C und Fig. 33A - Fig. 33C gezeigten Ausführungsformen für die Klappenreparaturvorrichtung **602** sowie bei der Ausführungsform, bei welcher sich das Auseinanderspreizen und Verschwenken eines jeden Paddels **606** gleichzeitig vollzieht, die Paddel **606** jeweils unabhängig voneinander gesteuert werden.

[0093] Unter Bezugnahme auf Fig. 34A - Fig. 34B umfasst eine andere Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**, die dafür ausgelegt ist, einen breiten Spalt **3002** (Fig. 30) zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** zu schließen, einen W-förmigen Mechanismus. Im Be-

sonderen umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Verbindungsstück **605**, das dafür ausgelegt ist, sich entlang eines Schafts **603** zu bewegen, und Paddel **606**, die schwenkbar an dem Verbindungsstück **605** angebracht sind. Die Paddel **606** umfassen ein Innenglied **3402** und ein Außenglied **3404**. Das Innenglied **3402** eines jeden Paddels **606** ist schwenkbar an dem Verbindungsstück **605** angebracht und das Außenglied **3404** eines jeden Paddels **606** ist schwenkbar an dem entsprechenden Innenglied **3402** angebracht. Unter Bezugnahme auf **Fig. 34A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung gezeigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 34B** bewirkt eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y**, dass sich die Innenglieder **3402** der Paddel **606** in eine Auswärtsrichtung **X** erstrecken. Bei dem veranschaulichten Beispiel treten die Innenglieder **3402** mit einem Nockenelement **3403** in Eingriff, welches die Innenglieder **3402** dazu zwingt, sich in Richtung **X** zu öffnen. Die veranschaulichte Ausführungsform zeigt zwar eine Klappenreparaturvorrichtung **602** mit im Allgemeinen linearen Gliedern **3402**, **3404**, die einen W-förmigen Mechanismus schaffen, es versteht sich jedoch, dass die Glieder **3402**, **3404** jede beliebige geeignete Form annehmen können, die es erlaubt, dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** wie in **Fig. 34A** - **Fig. 34B** funktioniert. Bei Ausführungsformen, in welchen die Glieder **3402**, **3404** nichtlineare Formen (z. B. eine gekrümmte Form) annehmen, mag die Klappenreparaturvorrichtung unter Umständen keinen W-förmigen Mechanismus aufweisen, die Klappenreparaturvorrichtung kann jedoch ähnliche Verbindungen umfassen, so dass die Klappenreparaturvorrichtung dennoch wie in **Fig. 34A** - **Fig. 34B** gezeigt funktioniert.

[0094] Die Außenglieder **3404** können auf vielerlei verschiedene Arten in Richtung **Z** in die veranschaulichte, weiter offene Stellung gebracht werden. Beispielsweise können die Außenglieder unter Verwendung einer beliebigen der hier beschriebenen Schlosssteuerungsanordnungen bewegt werden. Beispielsweise kann die Bewegung der Außenglieder **3404** unter Verwendung einer beliebigen der in **Fig. 22** - **Fig. 26** gezeigten Schlosssteuerungsanordnungen und/oder einer beliebigen der hier beschriebenen Paddelsteuerungsanordnungen gesteuert werden. In einer Ausführungsform wird, unter Bezugnahme auf **Fig. 34C** - **Fig. 34D**, ein Glied **3411** derart an der Schwenkverbindung zwischen dem Innenglied **3402** und dem Verbindungsstück **605** und an der Schwenkverbindung zwischen dem Innenglied **3402** und dem Außenglied **3404** angebracht, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich ein erstes Ende **3413** des Glieds **3411** mit der Schwenkverbindung **3475** in Richtung **M** dreht, wodurch bewirkt wird, dass sich ein zweites Ende **3415** des Glieds **3411** mit der Schwenkverbindung **3477** in Richtung **N** dreht. Die Drehung

des zweiten Endes **3415** des Glieds **3411** in Richtung **N** bewirkt, dass sich das Außenglied **3404** in Richtung **Z** in eine offene Stellung bewegt.

[0095] Zu Veranschaulichungszwecken zeigt die in **Fig. 34C** - **Fig. 34D** gezeigte Ausführungsform ein Glied **3411** für eines der Paddel **606**, es versteht sich jedoch, dass ein anderes Glied **3411** in derselben Weise wie weiter oben beschrieben mit dem anderen Paddel in Wechselwirkung steht, um zu bewirken, dass sich das Außenglied **3404** des anderen Paddels in Richtung **Z** in eine offene Stellung bewegt. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann eine Viergelenkkette verwendet werden, um die Paddel **606** in eine offene Stellung zu bewegen. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann ein Nahtfaden lösbar an den Außengliedern **3404** der Paddel **606** angebracht sein und kann der Nahtfaden derart angesteuert werden, dass er die Außenglieder **3404** der Paddel **606** in Richtung **Z** in eine offene Stellung bewegt.

[0096] Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Vorspannelement **3410** (z. B. eine Feder), mittels welchem die Innenglieder **3402** der Paddel **606** aneinander angebracht werden. Das Vorspannelement **3410** hält die Innenglieder **3402** in einer geschlossenen Stellung (wie in **Fig. 34A** und **Fig. 34C** gezeigt), bis die Innenglieder **3402** mit dem Nockenelement **3403** in Eingriff treten (wie in **Fig. 34B** und **Fig. 34D** gezeigt). Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung umfassen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappenewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0097] Unter Bezugnahme auf **Fig. 35A** - **Fig. 35B** umfasst eine andere Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**, die dafür ausgelegt ist, einen breiten Spalt **3002** (**Fig. 30**) zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** zu schließen, einen W-förmigen Mechanismus. Im Besonderen umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Verbindungsstück **605**, das dafür ausgelegt ist, entlang eines Schafts **603** bewegt zu werden, und Paddel **606**, die schwenkbar an dem Schaft und an dem Verbindungsstück **605** angebracht sind. Die unteren Enden **3501** eines jeden Paddels **606** der Klappenreparaturvorrichtung **602** sind an dem Punkt **A** schwenkbar mit dem Schaft verbunden. Ein jedes der Paddel **606** umfasst ein Zwischenelement **3502**, das die Paddel an dem Schwenkpunkt **B** schwenkbar an dem Verbindungsstück **605** anbringt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 35A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung ge-

zeigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 35B** bewirkt eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y**, dass sich die Zwischenelemente **3502** der Paddel **606** derart verschwenken, dass sich ein unteres Ende **3503** der Zwischenelemente **3502** in eine Auswärtsrichtung **X** erstreckt, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606** in Richtung **Z** in eine offene Stellung bewegen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung umfassen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0098] Unter Bezugnahme auf **Fig. 36A - Fig. 36B** umfasst eine andere Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**, die dafür ausgelegt ist, einen breiten Spalt **3002** (**Fig. 30**) zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** zu schließen, einen W-förmigen Mechanismus. Im Besonderen umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** Paddel **606**, die eine Verkettung **3602** aufweisen, mit welcher die Paddel **606** schwenkbar an einem Schaft **603** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht sind. Die Verkettung **3602** umfasst ein Innenglied **3603** und ein Außenglied **3605**. Das Innenglied **3603** ist schwenkbar an dem Schaft **603** angebracht und schwenkbar an dem Außenglied **3605** angebracht. Das Außenglied **3605** ist schwenkbar an dem Innenglied **3603** angebracht und schwenkbar an dem Paddel **606** angebracht. Die Paddel **606** sind außerdem an einem Glied **3608** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht. Ein Paddelsteuerungsmechanismus **610** ist dafür ausgelegt, die Schwenkverbindung bei Punkt A zwischen dem Innenglied **3603** und dem Außenglied **3605** der Verkettung **3602** in Richtung **Y** zu bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606** zwischen einer offenen Stellung (wie in **Fig. 36B** gezeigt) und einer geschlossenen Stellung (wie in **Fig. 36A** gezeigt) bewegen.

[0099] Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 36A** und **Fig. 36B** versteht es sich, obwohl der Paddelsteuerungsmechanismus an dem Schwenkverbindungspunkt A angebracht gezeigt ist, dass der Paddelsteuerungsmechanismus **610** auch an einem beliebigen anderen oder an mehreren der Glieder der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht sein kann. Beispielsweise kann der Paddelsteuerungsmechanismus **610** mit dem Paddel **606**, dem Glied **3605** und/oder dem Glied **3603** gekoppelt sein. Der Paddelsteuerungsmechanismus **610** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise die eines Steuerungsdrahtes oder eine beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Beispielsweise kann die Paddelsteuerungsvorrichtung **610** die Form eines beliebigen der in **Fig. 6 - Fig. 8** und

Fig. 22 - Fig. 26 gezeigten Greifersteuerungsvorrichtungen annehmen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung umfassen.

[0100] Unter Bezugnahme auf **Fig. 36C** kann der Paddelsteuerungsmechanismus **610** der in **Fig. 36A** und **Fig. 36B** veranschaulichten Ausführungsform eine Spule **3620** und einen Faden **3622** (z. B. einen Nahtfaden, einen Draht usw.) umfassen und der Faden ist an der Spule angebracht und um diese herumgewickelt. Bei dieser Ausführungsform bewirkt das Erzeugen einer auf den Faden **3622** in Richtung **Z** wirkenden Kraft, dass sich die Spule **3620** dreht und der Faden **3622** von der Spule abgewickelt wird. Bei dieser Ausführungsform bewirkt die Drehung der Spule **3620**, dass sich der Paddelsteuerungsmechanismus **610** in Richtung **Y** bewegt und sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** (wie in **Fig. 36B** gezeigt) in die offene Stellung bewegt.

[0101] Unter Bezugnahme auf **Fig. 36D - Fig. 36E** umfasst eine andere Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**, die dafür ausgelegt ist, einen breiten Spalt **3002** (**Fig. 30**) zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** zu schließen, einen halbsteifen, W-förmigen Mechanismus. Im Besonderen weist die Klappenreparaturvorrichtung **602** eine Verkettung **3602** auf, mit welcher die Paddel **606** flexibel an einem Schaft **603** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht sind. Die Verkettung **3602** umfasst ein starres Innenglied **3603** und ein starres Außenglied **3605**. Das starre Innenglied **3603** ist durch ein flexibles Element oder einen flexiblen Abschnitt **3613** flexibel an dem Schaft **603** angebracht und ist durch ein flexibles Element oder einen flexiblen Abschnitt **3611** flexibel an dem starren Außenglied **3506** angebracht und das starre Außenglied **3506** ist durch ein flexibles Element oder einen flexiblen Abschnitt **3615** flexibel an dem Paddel **606** angebracht. Die Paddel **606** sind außerdem durch ein flexibles Element oder einen flexiblen Abschnitt **3617** flexibel an einem Glied **3608** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht. Die starren Glieder **3603**, **3605** können beispielsweise aus Stahl oder Nitinol gefertigt sein. Die flexiblen Elemente **3611**, **3613**, **3615**, **3617** können beispielsweise aus Nitinol gefertigt sein. Ein Paddelsteuerungsmechanismus **610** ist dafür ausgelegt, die Schwenkverbindung bei Punkt A zwischen dem Innenglied **3603** und dem Außenglied **3605** der Verkettung **3602** in Richtung **Y** zu bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606** zwischen einer offenen Stellung (wie in **Fig. 36D** gezeigt) und einer geschlossenen Stellung (wie in **Fig. 36C** gezeigt) bewegen. Der Paddelsteuerungsmechanismus **610** kann auch an einem beliebigen anderen oder an mehreren der Glieder der Klappenreparaturvorrichtung angebracht sein. Beispielsweise kann der Paddelsteuerungsme-

chanismus **610** mit dem Paddel **606**, dem Glied **3605** und/oder dem Glied **3603** gekoppelt sein. Der Paddelsteuerungsmechanismus **610** kann jede geeignete Form annehmen, beispielsweise die eines Steuerungsdrahtes oder eine beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Beispielsweise kann die Paddelsteuerungsvorrichtung **610** die Form eines beliebigen der in **Fig. 6 - Fig. 8** und **Fig. 22 - Fig. 26** gezeigten Greifersteuerungsvorrichtungen annehmen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung umfassen.

[0102] Unter Bezugnahme auf **Fig. 37A - Fig. 37D** umfasst eine andere Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**, die dafür ausgelegt ist, einen breiten Spalt **3002** (**Fig. 30**) zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** zu schließen, Drahtgitterpaddel **606** und eine Innennocke **3702**, die dafür ausgelegt ist, die Gitterpaddel **606** auseinanderzudrücken. Die Innennocke **3702** ist derart drehbar an dem Schaft **603** angebracht, dass die Nocke zwischen einer ersten Stellung (in **Fig. 37A - Fig. 37B** gezeigt) und einer zweiten Stellung (in **Fig. 37C - Fig. 37D** gezeigt) bewegt werden kann. **Fig. 37B** ist eine Draufsicht, welche die Innennocke **3702** in der ersten Stellung, gezeigt entlang der Linien **B - B** in **Fig. 37A**, veranschaulicht. **Fig. 37D** ist eine Draufsicht, welche die Innennocke **3702** in der zweiten Stellung, gezeigt entlang der Linien **D - D** in **Fig. 37C**, veranschaulicht.

[0103] Unter Bezugnahme auf **Fig. 37A** und **Fig. 37B** tritt, wenn sich die Innennocke **3702** in der ersten Stellung befindet, die Innennocke nicht mit den Paddeln **606** in Eingriff und die Klappenreparaturvorrichtung wird in einer geschlossenen Stellung belasten. Unter Bezugnahme auf **Fig. 37C** und **Fig. 37D** tritt, wenn sich die Innennocke **3702** in der zweiten Stellung befindet, die Innennocke mit den Paddeln **606** in Eingriff, um die Paddel in Auswärtsrichtung **X** in eine offene Stellung zu bewegen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** wird von der offenen Stellung in die geschlossene Stellung bewegt, indem die Innennocke **3702** von der zweiten Stellung in die erste Stellung bewegt wird.

[0104] In manchen Ausführungsformen können, unter Bezugnahme auf **Fig. 37E - Fig. 37F**, die Paddel **606** der Klappenreparaturvorrichtung jeweils ein flexibles Element oder einen flexiblen Abschnitt **3711** umfassen, welche die Paddel zu der geschlossenen Stellung oder der offenen Stellung hin vorspannen. Das flexible Element oder der flexible Abschnitt **3711** kann dafür ausgelegt sein, sich durchzubiegen, wenn sie von der Nocke **3702** in Eingriff genommen wird, um es zu ermöglichen, dass sich die Paddel **606** in die offene Stellung bewegen. Das flexible Element oder der flexible Abschnitt **3711** ist außerdem dafür aus-

gelegt, die Reichweite der Paddel **606** zu verbreitern, wenn sich die Paddel in der offenen Stellung befinden. Es kann auch jeder beliebige geeignete andere Mechanismus, wie beispielsweise ein federbelasteter Mechanismus, verwendet werden, um die Paddel zu der geschlossenen Stellung hin vorzuspannen und/oder um die Reichweite der Paddel **606** zu verbreitern, wenn sich die Paddel in der offenen Stellung befinden. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt. Die Gitterpaddel **606** können aus jedem beliebigen geeigneten Material gefertigt sein, das durch die Innennocke **3702** expandiert werden kann, wie zum Beispiel Nitinol, Edelstahl oder jedes beliebige geflochtene oder elektrogewebene Material.

[0105] Unter Bezugnahme auf **Fig. 38 - Fig. 39** kann die Mitralklappe **3001** eines Patienten in bestimmten Situationen einen breiten Spalt **3002** zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** aufweisen, wenn sich die Mitralklappe in einer geschlossenen Stellung befindet (d. h. während der systolischen Phase). Beispielsweise kann der Spalt **3002** eine Breite **W** zwischen ungefähr 2,5 mm und ungefähr 17,5 mm, insbesondere zwischen ungefähr 5 mm und ungefähr 15 mm, insbesondere zwischen ungefähr 7,5 mm und ungefähr 12,5 mm, insbesondere von ungefähr 10 mm aufweisen. In manchen Situationen kann der Spalt **3002** eine Breite **W** von mehr als 15 mm aufweisen. In einer beliebigen der oben erwähnten Situationen ist eine Klappenreparaturvorrichtung wünschenswert, die ein hinreichendes Volumen füllt, um es zu erlauben, dass der Spalt **3002** geschlossen oder gefüllt wird, ohne dabei eine große Belastung auf die Segel **3003**, **3004** auszuüben. Beispielsweise kann die Klappenreparaturvorrichtung ein Abstandselement **3800** umfassen.

[0106] Unter Bezugnahme auf **Fig. 39** ist bei bestimmten Ausführungsformen das Abstandselement **3800** derart an der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht, dass, wenn die Paddel **606** und die Greifelemente **608** die Klappenreparaturvorrichtung **602** an der Mitralklappe **3001** befestigen, das Abstandselement **3800** in dem Spalt **3002** zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** angeordnet ist. Das Abstandselement **3800** kann aus jedem beliebigen geeigneten Material gefertigt sein, wie beispielsweise Drahtgeflecht, Stoff, biokompatibles Material, Schaumstoff, Perikardgewebe, jedem beliebigen hier offenbarten Material, usw. gefertigt sein.

[0107] Unter Bezugnahme auf **Fig. 40A - Fig. 40B** weist eine beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Abstandselement **3800** auf, das an den Schaft **603** der Klappenreparaturvorrichtung angebracht ist. Das Abstandselement **3800** kann sich, wie hier veranschaulicht, über die Außenränder **4001** der Greifelemente **3800** hinaus erstrecken, um einen zusätzlichen Oberflächenbereich zum Schließen des Spalts **3002** (**Fig. 38 - Fig. 39**) einer Mitralklappe **301** bereitzustellen. Gemäß einer alternativen Ausführungsform kann das Verbindungsstück **605** die Form des Abstandselements **3800** annehmen. Das heißt, es kann ein einzelnes Element gleichermaßen als Verbindungsstück **605**, welches bewirkt, dass sich die Paddel **606** zwischen der offenen und der geschlossenen Stellung bewegen, und als Abstandselement **3800**, welches den Spalt zwischen den Segeln **3003, 3004** schließt, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** an die Segel angebracht wird, verwendet werden. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0108] Unter Bezugnahme auf **Fig. 42A - Fig. 42C** kann das in **Fig. 40A - Fig. 40B** gezeigte Abstandselement **3800** eine Vielzahl unterschiedlicher Formen annehmen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 42A** umfasst eine beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements **3800** einen Grundkörper **4210a**, der sich zwischen den Greifelementen **608** und über die Ränder **4201** der Greifelemente hinaus erstreckt, und Verlängerungsabschnitte **4212a**, die sich von dem Grundkörper **4210a** erstrecken. Die Verlängerungsabschnitte **4212a** erlauben es, dass Abschnitte des Spalts **3002** (**Fig. 38 - Fig. 39**) der Mitralklappe zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004**, die benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** gelegen sind, gefüllt werden, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung in einer geschlossenen Stellung befindet. Wenn nämlich eine Klappenreparaturvorrichtung **602** an eine Mitralklappe angebracht wird, um eine Regurgitation von Blut durch die Mitralklappe zu verhindern, können die Abschnitte der Mitralklappe, die neben der Klappenreparaturvorrichtung gelegen sind, Öffnungen von dem Gewebe der Mitralklappe einschließen, die sich um die Klappenreparaturvorrichtung herum erstrecken. Die Verlängerungsabschnitte **4212a** sind dafür ausgelegt, die benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** gelegenen Öffnungen zu füllen oder zu stopfen. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform ist die Länge **L** der Verlängerungsabschnitte

4212a größer als die Breite **W** der Verlängerungsabschnitte.

[0109] Unter Bezugnahme auf **Fig. 42B** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements **3800** einen Grundkörper **4210b**, der sich zwischen den Greifelementen **608** erstreckt, und Verlängerungsabschnitte **4212b**, die sich von dem Grundkörper **4210b** erstrecken. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform weisen die Verlängerungsabschnitte **4212b** eine Halbkreisform auf. Die Verlängerungsabschnitte **4212b** sind dafür ausgelegt, die Öffnungen zu füllen, die sich in dem Gewebe der sich um die Klappenreparaturvorrichtung herum erstreckenden Mitralklappe benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** ergeben.

[0110] Unter Bezugnahme auf **Fig. 42C** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements **3800** eine Haupt-Basisanordnung **4210c**, die sich zwischen den Greifelementen **608**, ersten Verlängerungsabschnitten **4212c**, die sich von dem Grundkörper **4210c** erstrecken, und zweiten Verlängerungsabschnitten **4214c**, die sich von den ersten Verlängerungsabschnitten **4212c** erstrecken, erstreckt. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform weisen die ersten Verlängerungsabschnitte **4212c** eine Halbkreisform auf und weisen die zweiten Verlängerungsabschnitte **4214c** eine Länge **L** auf, die größer als deren Breite **W** ist. Die Verlängerungsabschnitte **4212b** sind dafür ausgelegt, die Öffnungen zu füllen, die sich in dem Gewebe der sich um die Klappenreparaturvorrichtung herum erstreckenden Mitralklappe benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** ergeben.

[0111] Unter Bezugnahme auf **Fig. 41A - Fig. 41D** weist eine andere beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Abstandselement **3800** auf, das an den Greifelementen **608a, 608b** der Klappenreparaturvorrichtung angebracht ist. Das Abstandselement **3800** umfasst einen ersten Abschnitt **4102**, der an einem Greifelement **608a** angebracht ist, und einen zweiten Abschnitt **4104**, der an dem anderen Greifelement **608b** angebracht ist. Unter Bezugnahme auf **Fig. 41C** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung gezeigt. Wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung befindet, treten der erste Abschnitt **4102** des Abstandselements **3800** und der zweite Abschnitt **4104** des Abstandselements **3800** miteinander in Eingriff und umgeben den Schaft **603** (wie dies in **Fig. 41B** gezeigt ist). Unter Bezugnahme auf **Fig. 41D** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der offenen Stellung gezeigt, wobei sich der erste Abschnitt **4102** des Abstandselements **3800** mit dem Greifelement **608a** bewegt und sich der zweite Abschnitt **4104** des Abstandselements **3800** mit dem Greifelement **608b** bewegt. Ein Abstandselement **3800** mit mehreren Ab-

schnitten **4102**, **4104** macht die Greifelemente **608a**, **608b** beweglich, um die Breite der Öffnung zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen anzupassen, was beim Anbringen der Klappenreparaturvorrichtung **602** an das Klappengewebe **820** von Vorteil ist. Unter Bezugnahme auf **Fig. 41 B** erstreckt sich das Abstandselement **3800**, wie hier veranschaulicht, über die Außenränder **4001** der Greifelemente **3800** hinaus, um einen zusätzlichen Oberflächenbereich zum Auffüllen des Spalts **3002** (**Fig. 38** - **Fig. 39**) einer Mitralklappe **301** bereitzustellen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0112] Unter Bezugnahme auf **Fig. 43A** - **Fig. 43C** kann das in **Fig. 41A** - **Fig. 41D** gezeigte Abstandselement **3800** eine Vielzahl unterschiedlicher Formen annehmen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 43A** umfasst eine beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements **3800** in einer geschlossenen Stellung einen Grundkörper **4310a**, der sich zwischen den Greifelementen **608** und über die Ränder **4201** der Greifelemente hinaus erstreckt, und Verlängerungsabschnitte **4312a**, die sich von dem Grundkörper **4310a** erstrecken. Die Verlängerungsabschnitte **4312a** erlauben es, dass Abschnitte des Spalts **3002** (**Fig. 38** - **Fig. 39**) der Mitralklappe zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004**, die benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** gelegen sind, gefüllt werden, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung in einer geschlossenen Stellung befindet. Wenn nämlich eine Klappenreparaturvorrichtung **602** an eine Mitralklappe angebracht wird, um eine Regurgitation von Blut durch die Mitralklappe zu verhindern, können neben der Klappenreparaturvorrichtung gelegene Abschnitte der Mitralklappe Gewebeöffnungen in der sich um die Klappenreparaturvorrichtung herum erstreckenden Mitralklappe aufweisen. Die Verlängerungsabschnitte **4312a** sind dafür ausgelegt, die benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** gelegenen Öffnungen zu füllen. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform ist die Länge **L** der Verlängerungsabschnitte **4312a** größer als die Breite **W** der Verlängerungsabschnitte.

[0113] Unter Bezugnahme auf **Fig. 43B** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements **3800** in der geschlossenen Stellung einen Grundkörper **4310b**, der sich zwischen den Greifelementen **608** erstreckt, und Verlängerungsabschnitte **4312b**, die sich von dem Grundkörper **4310b** erstrecken. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform weisen die Verlängerungsabschnitte **4312b** eine Halbkreisform auf. Die Verlängerungs-

abschnitte **4312b** sind dafür ausgelegt, die Öffnungen zu füllen, die sich in dem Gewebe der sich um die Klappenreparaturvorrichtung herum erstreckenden Mitralklappe benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** ergeben.

[0114] Unter Bezugnahme auf **Fig. 43C** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Abstandselements **3800** eine Haupt-Basisanordnung **4310c**, die sich zwischen den Greifelementen **608**, ersten Verlängerungsabschnitten **4312c**, die sich von dem Grundkörper **4310c** erstrecken, und zweiten Verlängerungsabschnitten **4314c**, die sich von den ersten Verlängerungsabschnitten **4312c** erstrecken, erstreckt. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform weisen die ersten Verlängerungsabschnitte **4312c** eine Halbkreisform auf und weisen die zweiten Verlängerungsabschnitte **4314c** eine Länge **L** auf, die größer als deren Breite **W** ist. Die Verlängerungsabschnitte **4312b** sind dafür ausgelegt, die Öffnungen zu füllen, die sich in dem Gewebe der sich um die Klappenreparaturvorrichtung herum erstreckenden Mitralklappe benachbart zu der Klappenreparaturvorrichtung **602** ergeben.

[0115] Unter Bezugnahme auf **Fig. 44A** - **Fig. 44B** ist bei bestimmten Ausführungsformen ein erweiterbares Abstandselement **3800** einstückig mit der Klappenreparaturvorrichtung **602** ausgebildet. Das erweiterbare Abstandselement **3800** ist dafür ausgelegt, sich zu erweitern, während die Paddel **606** schließen (wie in **Fig. 44** gezeigt). Unter Bezugnahme auf **Fig. 44A** befindet sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer offenen Stellung, so dass Klappengewebe in der Öffnung **614** zwischen dem erweiterbaren Abstandselement **3800** und den Paddeln **606** aufgenommen werden kann. Unter Bezugnahme auf **Fig. 44B** befindet sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung, in welcher sich die Paddel **606** und das erweiterte Abstandselement **3800** in Eingriff befinden, um die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe zu befestigen. Wenn die Abstandselemente **3800** und die Paddel **606** in Eingriff gebracht sind, erweitert sich das Abstandselement **3800**, um einen größeren Oberflächenbereich zum Schließen des Spalts **3002** (**Fig. 38**) zwischen dem vorderen Segel **3003** und dem hinteren Segel **3004** einer Mitralklappe **3001** bereitzustellen. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform nimmt die Klappenreparaturvorrichtung **602** die Form der Klappenreparaturvorrichtung **602** in **Fig. 35A** - **Fig. 35B** an. Es kann jedoch jede beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Klappenreparaturvorrichtung **602** ein erweiterbares Abstandselement **3800** aufweisen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil

eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0116] Unter Bezugnahme auf **Fig. 45A - Fig. 46D** muss in bestimmten Situationen die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der körpereigenen Klappe abgenommen und aus dem Körper des Patienten entfernt werden. In diesen Situationen ist es vorteilhaft, über eine Klappenreparaturvorrichtung zu verfügen, die flach gemacht werden kann und derart (in einer Freigabestellung) angeordnet werden kann, dass die Klappenreparaturvorrichtung einfacher aus dem Körper des Patienten entfernt werden kann, ohne das Klappengewebe des Herzens eines Patienten zu beeinträchtigen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 45A - Fig. 45C** umfasst die Basisanordnung **604** einer beispielhaften Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**: ein erstes Glied **4521**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **B** erstreckt, ein zweites Glied **4522**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **C** erstreckt, ein drittes Glied **4523**, das sich von Punkt **B** zu Punkt **D** erstreckt, ein viertes Glied **4524**, das sich von Punkt **C** zu Punkt **E** erstreckt, und ein fünftes Glied **4525**, das sich von Punkt **D** zu Punkt **E** erstreckt. Ein Verbindungsstück **605** ist beweglich an einem Schaft **603** angebracht und der Schaft **603** ist an dem fünften Glied **4525** fixiert. Das erste Glied **4521** und das zweite Glied **4522** sind an Punkt **A** schwenkbar an dem Verbindungsstück **605** angebracht, so dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** entlang des Schafts **603** die Lage des Punktes **A** bewegt und folglich das erste Glied **4521** und das zweite Glied **4522** bewegt. Das erste Glied **4521** und das dritte Glied **4523** sind an Punkt **B** schwenkbar aneinander angebracht und das zweite Glied **4522** und das vierte Glied **4524** sind an Punkt **C** schwenkbar aneinander angebracht. Ein Paddel **606a** ist derart an dem ersten Glied **4521** angebracht, dass eine Bewegung des ersten Glieds **4521** bewirkt, dass sich das erste Paddel **606a** bewegt, und das andere Paddel **606b** ist derart an dem zweiten Glied **4522** angebracht, dass eine Bewegung des zweiten Glieds **4522** bewirkt, dass sich das Paddel **606b** bewegt.

[0117] Um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der geschlossenen Stellung (in **Fig. 45A** gezeigt) in die Freigabestellung (in **Fig. 45C** gezeigt) zu bewegen, wird das Verbindungsstück **605** in Richtung **Y** den Schaft **603** entlang bewegt, wodurch der Schwenkpunkt **A** für das erste Glied **4521** und das zweite Glied **4522** in eine neue Lage bewegt wird. Unter Bezugnahme auf **Fig. 45A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung gezeigt, mit einem Winkel α zwischen dem Paddel **606** und dem Schaft **603**. Der Winkel α kann beispielsweise zwischen ungefähr 0 Grad und ungefähr 45 Grad, insbesondere zwischen ungefähr 5 Grad und ungefähr 40 Grad, insbesondere zwischen ungefähr 15 Grad und ungefähr 30 Grad, insbeson-

dere zwischen ungefähr 20 Grad und ungefähr 25 Grad liegen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 45B** wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** in die offene Stellung bewegt, indem das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** in Richtung **Y** bewegt wird. Eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass das erste Glied **4521** derart um den Punkt **A** herumgeschwenkt wird, dass sich das erste Glied **4521** und das zweite Glied **4522** in Richtung **Y** nach außen bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606a**, **606b** in Richtung **H** nach unten und nach außen bewegen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 45C** wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** in die Freigabestellung bewegt, indem das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** weiter in Richtung **Y** bewegt wird. Die fortgesetzte Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das erste Glied **4521** und das zweite Glied **4522** in Richtung **M** nach innen bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606a**, **606b** in Richtung **N** nach unten und nach innen bewegen. Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 45C** weist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer Freigabestellung einen Winkel β zwischen den Paddeln **606** und dem Schaft **603** auf. Der Winkel β kann beispielsweise größer oder gleich 120 Grad, insbesondere größer oder gleich 130 Grad, insbesondere größer oder gleich 140 Grad, insbesondere größer oder gleich 150 Grad, insbesondere größer oder gleich 160 Grad sein.

[0118] Unter Bezugnahme auf **Fig. 46A - Fig. 46D** umfasst die Basisanordnung **604** einer anderen beispielhaften Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602**: ein erstes Glied **4621**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **B** erstreckt, ein zweites Glied **4622**, das sich von Punkt **A** zu Punkt **C** erstreckt, ein drittes Glied **4623**, das sich von Punkt **B** zu Punkt **D** erstreckt, ein viertes Glied **4624**, das sich von Punkt **C** zu Punkt **E** erstreckt, ein fünftes Glied **4625**, das sich von Punkt **D** zu Punkt **F** erstreckt, und ein sechstes Glied **4626**, das sich von Punkt **E** zu Punkt **F** erstreckt. Ein Verbindungsstück **605** ist beweglich an einem Schaft **603** angebracht und der Schaft **603** ist an Punkt **F** an dem fünften Glied **4625** und dem sechsten Glied **4626** angebracht. Das erste Glied **4621** und das zweite Glied **4622** sind an Punkt **A** schwenkbar an dem Verbindungsstück **605** angebracht, so dass eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** entlang des Schafts **603** die Lage des Punktes **A** bewegt und folglich das erste Glied **4621** und das zweite Glied **4622** bewegt. Das fünfte Glied **4625** und das sechste Glied **4626** sind an Punkt **F** derart schwenkbar an dem Schaft angebracht, dass eine Bewegung des Schafts die Lage des Punktes **F** bewegt und folglich das fünfte Glied **4625** und das sechste Glied **4626** bewegt. Ein Arretierelement **4631** ist dafür ausgelegt, das fünfte Glied **4625** und das sechste Glied **4626** an dem Punkt **F** derart selektiv an dem Schaft zu arretieren, dass das fünfte Glied **4625**

und das sechste Glied **4626** relativ zu dem Schaft **603** nicht verschwenkbar sind, wenn sich das Arretierelement **4631** in der arretierten Stellung befindet. Wenn sich das Arretierelement **4631** jedoch in der nicht arretierten Stellung befindet, sind das fünfte Glied **4625** und das sechste Glied **4626** um den Schaft **603** herum verschwenkbar, wenn der Schaft die Lage des Punktes **F** bewegt. Das erste Glied **4621** und das dritte Glied **4623** sind an Punkt **B** schwenkbar aneinander angebracht und das zweite Glied **4622** und das vierte Glied **4624** sind an Punkt **C** schwenkbar aneinander angebracht. Ein Paddel **606a** ist derart an dem ersten Glied **4621** angebracht, dass eine Bewegung des ersten Glieds **4621** bewirkt, dass sich das erste Paddel **606a** bewegt, und das andere Paddel **606b** ist derart an dem zweiten Glied **4622** angebracht, dass eine Bewegung des zweiten Glieds **4622** bewirkt, dass sich das Paddel **606b** bewegt.

[0119] Um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der geschlossenen Stellung (in **Fig. 46A** gezeigt) in eine Freigabestellung (in **Fig. 46C** gezeigt) zu bewegen, wird das Arretierelement **4631** in einer arretierten Stellung gehalten und wird das Verbindungsstück **605** in Richtung **Y** den Schaft **603** entlangbewegt, wodurch der Schwenkpunkt **A** für das erste Glied **4621** und das zweite Glied **4622** in eine neue Lage bewegt wird. Um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der Freigabestellung in die zusammengefaltete Freigabestellung (in **Fig. 46D** gezeigt) zu bewegen, wird das Arretierelement **4631** in eine nicht arretierte Stellung bewegt und der Schaft **603** wird in Richtung **D** bewegt, wodurch der Schwenkpunkt **F** für das fünfte Glied **4625** und das sechste Glied **4626** in eine neue Lage bewegt wird, welche bewirkt, dass das fünfte Glied **4625** und das sechste Glied **4626** um den Schaft **603** herum verschwenkt werden.

[0120] Unter Bezugnahme auf **Fig. 46A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung gezeigt, mit einem Winkel α zwischen dem Paddel **606** und dem Schaft **603**. Der Winkel α kann beispielsweise zwischen ungefähr 0 Grad und ungefähr 45 Grad, insbesondere zwischen ungefähr 5 Grad und ungefähr 40 Grad, insbesondere zwischen ungefähr 15 Grad und ungefähr 30 Grad, insbesondere zwischen ungefähr 20 Grad und ungefähr 25 Grad liegen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 46B** wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** in die offene Stellung bewegt, indem das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** in Richtung **Y** bewegt wird. Eine Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das erste Glied **4621** und das zweite Glied **4622** in Richtung **Z** nach außen bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606a**, **606b** in Richtung **H** nach unten und nach außen bewegen. Das Arretierelement **4631** wird in der arretierten Stellung gehalten, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der geschlossenen Stellung

(in **Fig. 46A** gezeigt) in die offene Stellung (in **Fig. 46B** gezeigt) bewegt wird.

[0121] Unter Bezugnahme auf **Fig. 46C** wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** in die Freigabestellung bewegt, indem das Verbindungsstück **605** entlang des Schafts **603** weiter in Richtung **Y** bewegt wird. Die fortgesetzte Bewegung des Verbindungsstücks **605** in Richtung **Y** bewirkt, dass sich das erste Glied **4621** und das zweite Glied **4622** in Richtung **M** nach innen bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606a**, **606b** in Richtung **N** nach unten und nach innen bewegen. Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 45C** weist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer Freigabestellung einen Winkel β zwischen den Paddeln **606** und dem Schaft **603** auf. Der Winkel β kann beispielsweise größer oder gleich 120 Grad, insbesondere größer oder gleich 130 Grad, insbesondere größer oder gleich 140 Grad, insbesondere größer oder gleich 150 Grad, insbesondere größer oder gleich 160 Grad sein. Das Arretierelement **4631** wird in der arretierten Stellung gehalten, wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der offenen Stellung (in **Fig. 46B** gezeigt) in die Freigabestellung (in **Fig. 46C** gezeigt) bewegt wird.

[0122] Unter Bezugnahme auf **Fig. 46D** wird die Klappenreparaturvorrichtung **602** von der Freigabestellung in die zusammengefaltete Stellung bewegt, indem das Arretierelement **4631** in eine nicht arretierte Stellung bewegt wird, und indem der Schaft **603** in Richtung **D** bewegt wird, wodurch bewirkt wird, dass sich das fünfte Glied **4625** und das sechste Glied **4626** um den Verbindungspunkt **F** herum verschwenkt wird und sich aufwärts in Richtung **J** bewegt, wodurch bewirkt wird, dass sich das dritte Glied **4623** und das vierte Glied **4624** in Richtung **Q** nach innen und nach unten bewegen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Paddel **606a**, **606b** in Richtung **Q** nach unten und nach innen bewegen. Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 46D** weist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der zusammengefalteten Freigabestellung einen Winkel μ zwischen den Paddeln **606** und dem Schaft **603** auf. Der Winkel μ kann beispielsweise größer oder gleich 120 Grad, insbesondere größer oder gleich 130 Grad, insbesondere größer oder gleich 140 Grad, insbesondere größer oder gleich 150 Grad, insbesondere größer oder gleich 160 Grad, insbesondere größer oder gleich 170 Grad sein.

[0123] Es ist vorteilhaft, über eine Klappenreparaturvorrichtung zu verfügen, die Merkmale aufweisen, welche gewährleisten, dass die Klappenreparaturvorrichtung in einer geschlossenen Stellung verbleibt, nachdem die Klappenreparaturvorrichtung an der körpereigenen Klappe eines Patienten angebracht worden ist. Anders gesagt, es ist vorteilhaft, über eine Klappenreparaturvorrichtung zu verfügen, die Merkmale aufweist, welche verhindern, dass sich die Klappe

penreparaturvorrichtung von der körpereigenen Klappe eines Patienten löst, nachdem die Klappenreparaturvorrichtung im Körper des Patienten eingesetzt worden ist, was Probleme verursachen könnte (z. B. eine Regurgitation von Blut durch die Mitralklappe). Beispiele von weiteren Merkmalen, welche verhindern, dass sich eine Klappenreparaturvorrichtung von einer körpereigenen Klappe löst, sind in **Fig. 47A** - **Fig. 49** gezeigt.

[0124] Unter Bezugnahme auf **Fig. 47A** - **Fig. 47B** umfasst eine beispielhafte Ausführungsform einer Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Verriegelungselement **4701**, das an den Paddeln **606** angebracht ist, wobei das Verriegelungselement **4701** dafür ausgelegt ist, die Paddel **606** an den Greifelementen **608** anzubringen, wenn sich die Klappenreparaturvorrichtung in der geschlossenen Stellung befindet. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt. In der veranschaulichten Ausführungsform umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein optionales Arretierschloss **607**, das dafür ausgelegt ist, ein Verbindungsstück **605** in einem arretierten Zustand auf dem Schaft **603** zu halten. Falls jedoch das optionale Arretierschloss **607** versagt, könnte sich das Verbindungsstück **605** auf dem Schaft **603** bewegen und bewirken, dass sich die Klappenreparaturvorrichtung in eine offene Stellung bewegt. Das Verriegelungselement **4701** ist dafür ausgelegt, die Klappenreparaturvorrichtung **602** in der geschlossenen Stellung zu halten, falls das Arretierschloss **607** versagt.

[0125] Unter Bezugnahme auf **Fig. 47A** befindet sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer offenen Stellung, wobei Klappengewebe **820** in der Öffnung **614** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** angeordnet ist. Unter Bezugnahme auf **Fig. 47B** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** derart in die geschlossene Stellung bewegt worden, dass das Klappengewebe **820** zwischen den Paddeln **606** und den Greifelementen **608** der Klappenreparaturvorrichtung befestigt ist. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann auf jede geeignete Weise, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Weise, in die geschlossene Stellung bewegt werden. Wenn die Klappenreparaturvorrichtung **602** in die geschlossene Stellung bewegt worden ist, durchsticht das Verriegelungselement **4701** das Klappengewebe **820** und das Greifelement **608**, um das Paddel an dem Greifelement zu befestigen. Das Verriegelungselement **4701** kann jede beliebige geeignete Form annehmen, wie bei-

spielsweise Metalle, Kunststoffe usw., die in der Lage ist, die Paddel **606** an den Greifelementen **608** zu befestigen.

[0126] Unter Bezugnahme auf **Fig. 48** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Klappenreparatursystems **600** eine Zuführeinrichtung **601** und eine Klappenreparaturvorrichtung **602**, wobei die Zuführeinrichtung für die Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung zu der körpereigenen Klappe eines Patienten ausgelegt ist, und wobei die Klappenreparaturvorrichtung für deren Anbringung an den Segeln einer körpereigenen Klappe ausgelegt ist, um dadurch die körpereigene Klappe des Patienten zu reparieren. Die Zuführeinrichtung **601** kann jede beliebige geeignete Form, wie beispielsweise eine in der vorliegenden Anwendung beschriebene Form, annehmen, die in der Lage ist, die Klappenreparaturvorrichtung **602** zu der körpereigenen Klappe eines Patienten zuzuführen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** umfasst eine Basisanordnung **604**, ein Paar von Paddeln **606** und ein Paar von Greifelementen **608**. Die Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** weist einen Schaft **603** und ein Verbindungsstück **605**, das dafür ausgelegt ist, sich den Schaft entlangzubewegen, auf. Das Verbindungsstück **605** ist derart mechanisch mit den Paddeln verbunden, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks entlang des Schafts **603** bewirkt, dass sich die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegen. In der geschlossenen Stellung treten die Paddel **606** und die Greifelemente **608** mit dem Klappengewebe und miteinander in Eingriff, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe zu befestigen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** umfasst außerdem ein Vorspannelement **4807** (z. B. eine Feder), das dafür ausgelegt ist, das Verbindungsstück **605** derart gegen den Schaft vorzuspannen, dass sich die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung befindet.

[0127] Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfasst das Klappenreparatursystem **600** einen Positionierschaft **613**, welcher abnehmbar an dem Schaft **603** der Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht ist. Nachdem die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht worden ist, wird der Positionierschaft **613** von dem Schaft **603** abgenommen, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von dem Klappenreparatursystem **600** abzunehmen, so dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht bleiben kann und die Zuführeinrichtung **601** aus dem Körper des Patienten entfernt werden kann. Nachdem die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht worden ist und das Klappenreparatursystem **600** aus dem Körper des Patienten entfernt worden ist, hält das Vorspannelement **4807** die Klappenreparaturvorrichtung

in einer geschlossenen Stellung, um ein Ablösen der Klappenreparaturvorrichtung von dem Klappengewebe zu verhindern. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0128] Unter Bezugnahme auf **Fig. 49** umfasst eine andere beispielhafte Ausführungsform eines Klappenreparatursystems **600** eine Zuführeinrichtung **601** und eine Klappenreparaturvorrichtung **602**, wobei die Zuführeinrichtung für die Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung zu der körpereigenen Klappe eines Patienten ausgelegt ist, und wobei die Klappenreparaturvorrichtung für deren Anbringung an den Segeln einer körpereigenen Klappe ausgelegt ist, um dadurch die körpereigene Klappe des Patienten zu reparieren. Die Zuführeinrichtung **601** kann jede beliebige geeignete Form, wie beispielsweise eine in der vorliegenden Anwendung beschriebene Form, annehmen, die in der Lage ist, die Klappenreparaturvorrichtung **602** zu der körpereigenen Klappe eines Patienten zuzuführen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** umfasst eine Basisanordnung **604**, ein Paar von Paddeln **606** und ein Paar von Greifelementen **608**. Die Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** weist einen Schaft **603** und ein Verbindungsstück **605**, das dafür ausgelegt ist, sich den Schaft entlangzubewegen, auf. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform umfasst der Schaft **603** einen Gewindeabschnitt **4902** und das Verbindungsstück **605** ist dafür ausgelegt, sich den Gewindeabschnitt **4902** des Schafts entlang zu bewegen. Das heißt, durch Drehen des Schafts **603** wird bewirkt, dass sich das Verbindungsstück **605** den Schaft **603** auf- und ab bewegt. Das Verbindungsstück **605** ist derart mechanisch mit den Paddeln verbunden, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks entlang des Schafts **603** bewirkt, dass sich die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegen. In der geschlossenen Stellung treten die Paddel **606** und die Greifelemente **608** mit dem Klappengewebe und miteinander in Eingriff, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe zu befestigen.

[0129] Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfasst das Klappenreparatursystem **600** einen Positionierschaft **613**, welcher abnehmbar an dem Schaft **603** der Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht ist. Nachdem die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht worden ist, wird der Positionierschaft **613** von dem Schaft **603** abgenommen, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von dem Klappenrepa-

raturssystem **600** abzunehmen, so dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht bleiben kann und die Zuführeinrichtung **601** aus dem Körper des Patienten entfernt werden kann. Nachdem die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht worden ist und das Klappenreparatursystem **600** aus dem Körper des Patienten entfernt worden ist, wird ein Ablösen der Klappenreparaturvorrichtung von dem Klappengewebe verhindert, da das Verbindungsstück nur durch Drehen des Schafts **603** bewegt werden kann. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0130] Unter Bezugnahme auf **Fig. 50 - Fig. 54** umfassen Ausführungsformen von Klappenreparatursystemen **600** eine Zuführeinrichtung **601** und eine Klappenreparaturvorrichtung **602**, wobei die Zuführeinrichtung für die Zuführung der Klappenreparaturvorrichtung zu der körpereigenen Klappe eines Patienten ausgelegt ist, und wobei die Klappenreparaturvorrichtung für deren Anbringung an den Segeln einer körpereigenen Klappe ausgelegt ist, um dadurch die körpereigene Klappe des Patienten zu reparieren. Die Zuführeinrichtung **601** kann jede beliebige geeignete Form, wie beispielsweise eine in der vorliegenden Anwendung beschriebene Form, annehmen, die in der Lage ist, die Klappenreparaturvorrichtung **602** zu der körpereigenen Klappe eines Patienten zuzuführen. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** ähnelt den weiter oben beschriebenen Klappenreparaturvorrichtungen und umfasst eine Basisanordnung **604**, ein Paar von Paddeln **606** und ein Paar von Greifelementen **608**. Die Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** weist einen Schaft **603** und ein Verbindungsstück **605**, das dafür ausgelegt ist, sich den Schaft entlangzubewegen, auf. Das Verbindungsstück **605** ist derart mechanisch mit den Paddeln verbunden, dass eine Bewegung des Verbindungsstücks entlang des Schafts **603** bewirkt, dass sich die Paddel zwischen einer offenen und einer geschlossenen Stellung bewegen. Gemäß manchen Ausführungsformen umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Arretierschloss **607**, das dafür ausgelegt ist, das Verbindungsstück **605** in einer gewünschten Sollstellung auf dem Schaft zu arretieren (wie in **Fig. 50 - Fig. 53B** gezeigt). Gemäß alternativen Ausführungsformen umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein Vorspannelement **4807**, das dafür ausgelegt ist, das Verbindungsstück **605** in einer gewünschten Stellung auf dem Schaft **603** in Position zu halten (wie in **Fig. 54** gezeigt). In der geschlossenen Stellung treten die Paddel **606** und

die Greifelemente **608** mit dem Klappengewebe und miteinander in Eingriff, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe zu befestigen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfasst das Klappenreparatursystem **600** einen Positionierschaft **613**, welcher abnehmbar an dem Schaft **603** der Basisanordnung **604** der Klappenreparaturvorrichtung **602** angebracht ist. Nachdem die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht worden ist, wird der Positionierschaft **613** von dem Schaft **603** abgenommen, um die Klappenreparaturvorrichtung **602** von dem Klappenreparatursystem **600** abzunehmen, so dass die Klappenreparaturvorrichtung **602** an dem Klappengewebe angebracht bleiben kann und die Zuführeinrichtung **601** aus dem Körper des Patienten entfernt werden kann. Die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann jedes beliebige andere in der vorliegenden Anmeldung erörterte Merkmal für eine Klappenreparaturvorrichtung aufweisen und die Klappenreparaturvorrichtung **602** kann derart positioniert sein, dass sie Klappengewebe **820** als Teil eines geeigneten Klappenreparatursystems (z. B. jedes beliebigen in der vorliegenden Anmeldung offenbarten Klappenreparatursystems) in Eingriff nimmt.

[0131] Unter Bezugnahme auf **Fig. 50** sind gemäß manchen Ausführungsformen die Greifelemente **608** an den Paddeln **606** angebracht. Bei dem in **Fig. 50** veranschaulichten Beispiel umfassen die Greifelemente **608** einen Anbringungsabschnitt **5010**, einen Scharnier- oder Biegeabschnitt **5012** und einen Greif- oder Stachelabschnitt **5014**. Der Anbringungsabschnitt **5010** kann jede beliebige Form annehmen, die ein Anbringen des Greifelements an dem Paddel **606** erlaubt. Der Scharnier- oder Biegeabschnitt **5012** kann vielerlei verschiedene Formen annehmen. Beispielsweise kann der Scharnier- oder Biegeabschnitt dafür ausgelegt sein, den Greif- oder Stachelabschnitt **5014** zu dem Anbringungsabschnitt **5010** hin vorzuspannen. Gemäß einer beispielhaften Ausführungsform spannt der Scharnier- oder Biegeabschnitt **5012** den Greif- oder Stachelabschnitt **5014** zu einer vollständig geschlossenen Stellung hin vor, in welcher der Greif- oder Stachelabschnitt mit dem Anbringungsabschnitt **5010** und/oder dem Paddel **606** in Eingriff tritt. Wenn Klappengewebe zwischen dem Paddel **606** und dem Greifabschnitt **5014** positioniert ist, spannt der Scharnier- oder Biegeabschnitt den Greifabschnitt **5014** vor, um das Klappengewebe zwischen dem Greif- oder Stachelabschnitt **5014** und dem Paddel festzuklemmen. Das durch **Fig. 50** veranschaulichte Greifelement **608** bewegt sich gemeinsam mit dem Paddel **606**. Der Scharnier- oder Biegeabschnitt **5012** erlaubt es, dass sich der Greifabschnitt **5014** in die durch die Pfeile **5020** angezeigte Richtung bewegt, und kann es erlauben, dass der Greifabschnitt in die durch die Pfeile **5022** angezeigte Richtung gezogen wird.

[0132] Gemäß bestimmten Ausführungsformen ist es von Vorteil, wenn der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** zu einem proximalen Ende der Greifelemente **608** hin angeordnet ist, da dadurch ein leichteres Ablösen der Greifelemente **608** von dem Klappengewebe ermöglicht wird. Unter Bezugnahme auf **Fig. 51** umfassen gemäß einer Ausführungsform die Greifelemente **608** eine einzelne Reihe von Stacheln **5102**, die dafür ausgelegt sind, mit dem Klappengewebe und den Paddeln **606** in Eingriff zu treten, um die Klappenreparaturvorrichtung an dem Klappengewebe zu befestigen. Die einzelne Reihe von Stacheln **5102** erleichtert das Ablösen des Greifabschnitts **5014** von dem Klappengewebe. Gemäß einer alternativen Ausführungsform können die Greifelemente **608** auch zwei oder mehrere Reihen von Stacheln **5102** umfassen, die an einem proximalen Ende der Greifelemente **608** angeordnet sind. Gemäß weiteren Ausführungsformen können die Stacheln **5102** auch in einer beliebigen anderen Konfiguration an einem proximalen Ende der Greifelemente **608** angeordnet sein, um ein leichteres Ablösen der Greifelemente **608** von dem Klappengewebe zu ermöglichen.

[0133] Gemäß manchen Ausführungsformen ist, wie in **Fig. 51A - Fig. 51E** gezeigt, das Greifelement **608** dafür ausgelegt, eine Spannkraft an das Klappengewebe anzulegen, wenn die Klappenreparaturvorrichtung (z. B. eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Klappenreparaturvorrichtung **602**) an dem Klappengewebe angebracht wird. Das Greifelement **608** ist derart verschiebbar mit dem Paddel **606** verbunden, dass das Greifelement **608** entlang des Paddels in Richtung **X** bewegt werden kann. Zum Beispiel kann ein Greifersteuerungsmechanismus **611** dazu verwendet werden, das Greifelement **608** entlang des Paddels **606** in Richtung **X** zu bewegen, wobei der Greifersteuerungsmechanismus **611** auch dazu verwendet werden kann, das Greifelement **608** zwischen der geschlossenen Stellung (in **Fig. 51A** gezeigt) und der offenen Stellung (in **Fig. 51B** gezeigt) zu bewegen. Der Greifersteuerungsmechanismus **611** kann eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form annehmen. Gemäß bestimmten Ausführungsformen umfasst die Klappenreparaturvorrichtung **602** ein optionales Vorspannelement **5122** (z. B. eine Feder), das dafür ausgelegt ist, das Greifelement **608** in einer gewünschten Stellung entlang des Paddels **606** (z. B. in der in **Fig. 51A - Fig. 51E** gezeigten Stellung) in Position zu halten. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform umfasst das Greifelement **608** eine einzelne Reihe von Stacheln **609** an einem proximalen Ende der Greifelemente (wie dies z. B. in der in **Fig. 51** gezeigten Ausführungsform der Klappenreparaturvorrichtung **602** gezeigt ist), es versteht sich jedoch, dass die hier in Bezug auf **Fig. 51A - Fig. 51E** beschriebenen Merkmale mit jeder beliebigen der in der vorliegenden Anmeldung beschrie-

benen Ausführungsformen der Klappenreparaturvorrichtung verwendet werden können.

[0134] Unter Bezugnahme auf **Fig. 51A** ist das Greifelement **608** in einer ersten Stellung an dem Paddel **606** und in einer geschlossenen Stellung gezeigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 51B** ist das Greifelement **608** gezeigt, nachdem es durch den Greifersteuerungsmechanismus **611** in Richtung **Z** in eine offene Stellung bewegt worden ist. Unter Bezugnahme auf **Fig. 51C** ist das Greifelement **608** gezeigt, nachdem es entlang des Paddels **606** in Richtung **D** in eine zweite Stellung bewegt worden ist. Gemäß bestimmten Ausführungsformen wird das Greifelement **608** durch den Greifersteuerungsmechanismus **611** oder durch einen separaten Mechanismus entlang des Paddels in Richtung **D** bewegt. Bei Ausführungsformen, welche das Vorspannelement **5122** umfassen, muss eine ausreichende Kraft auf das Greifelement **608** aufgewendet werden, um das Greifelement in Richtung **D** zu bewegen, wodurch das Vorspannelement gedehnt wird und eine in Richtung **B** wirkende Spannkraft auf das Greifelement **608** erzeugt. Zwar ist in der veranschaulichte Ausführungsform gezeigt, wie das Greifelement **608** in eine offene Stellung (in **Fig. 51B** gezeigt) bewegt wird, bevor das Greifelement **608** entlang des Paddels **606** in Richtung **D** in die zweite Stellung (in **Fig. 51C** gezeigt) bewegt wird, es versteht sich jedoch, dass das Greifelement **608** ebenso gut in Richtung **D** in die zweite Stellung bewegt werden kann, bevor das Greifelement **608** in Richtung **Z** in eine offene Stellung bewegt wird, bzw. können diese Bewegungen auch simultan erfolgen. Unter Bezugnahme auf **Fig. 51D** wird das Greifelement **608** durch den Greifersteuerungsmechanismus **611** in Richtung **Y** in eine geschlossene Stellung bewegt, um den mit Stacheln versehenen Abschnitt **609** des Greifelements **608** an dem Klappengewebe (nicht gezeigt) zu befestigen. In der in **Fig. 51D** gezeigten Stellung wird das Vorspannelement **5122** in einer gedehnten Stellung gehalten (z. B. infolge der Kraft, die durch den Greifersteuerungsmechanismus (oder durch einen anderen Mechanismus) auf das Greifelement **608** ausgeübt wird, um das Greifelement in der zweiten Stellung zu halten), was bedeutet, dass das Vorspannelement **5122** eine in Richtung **B** wirkende Spannkraft auf das Greifelement **608** ausübt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 51E** wird, nachdem der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** des Greifelements **608** an dem Klappengewebe befestigt worden ist, die Kraft, welche das Greifelement **608** in der zweiten Stellung hält, gelöst, wodurch bewirkt wird, dass die durch das Vorspannelement **5122** aufgewendete Spannkraft das Greifelement **608** entlang des Paddels **606** in Richtung **M** bewegt. Die Bewegung des Greifelements **608** in Richtung **M** bewirkt, dass der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** eine in Richtung **T** wirkende Spannkraft auf das Klappengewebe erzeugt. Diese auf das Klappengewebe ausgeübte Spannkraft ermöglicht die Beibehaltung

einer sicheren Verbindung der Klappenreparaturvorrichtung **602** mit dem Klappengewebe.

[0135] Gemäß einer anderen Ausführungsform umfasst, wie in **Fig. 51F - Fig. 51G** gezeigt, das Greifelement **608** einen mit Stacheln versehenen Abschnitt **609** und einen schwächer ausgebildeten Abschnitt oder Biegeabschnitt **5103**. Der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** ist an einer ersten Seite **5111** des schwächer ausgebildeten Abschnitts **5103** angeordnet. Gemäß der veranschaulichten Ausführungsform umfasst der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** eine einzelne Reihe von Stacheln, es versteht sich jedoch, dass jede beliebige Konfiguration von Stacheln verwendet werden kann, wie beispielsweise jede in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Konfiguration. Bei dem schwächer ausgebildeten Abschnitt oder Biegeabschnitt **5103** kann es sich beispielsweise um eine Ausnehmung in dem Greifelement, ein im Vergleich mit dem Rest des Greifelements **608** unterschiedliches Material oder um jede beliebige andere Form handeln, die es erlaubt, dass der schwächer ausgebildete Abschnitt oder Biegeabschnitt **5103** schwächer oder biegsamer als der Rest des Greifelements **608** ist. Gemäß anderen Ausführungsformen kann jedoch auf einen schwächer ausgebildeten Abschnitt oder Biegeabschnitt **5103** auch verzichtet werden und das weiter unten beschriebene Glied **5107** samt Faden **5105** ist dennoch in der Lage, den mit Stacheln versehenen Abschnitt wie in **Fig. 51F - Fig. 51H** veranschaulicht durchzubiegen.

[0136] Unter Bezugnahme auf **Fig. 51F - Fig. 51H** umfasst der Greifersteuerungsmechanismus **611** einen Faden **5105** (z. B. einen Nahtfaden) sowie ein Schub- und Zugglied **5107**, das dafür ausgelegt ist, den Faden **5105** aufzunehmen. Beispielsweise kann es sich bei dem Schub- und Zugglied **5107** um einen Katheter, einen Draht mit einer Schlaufe (wie in **Fig. 25A** gezeigt) oder jedes beliebige andere Glied handeln, das in der Lage ist, den Faden **5105** aufzunehmen und das Greifelement **608** zu schieben bzw. zu ziehen. Ein erstes Ende **5125** des Fadens **5105** erstreckt sich von einer Zuführeinrichtung (z. B. einer beliebigen in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Zuführeinrichtung **601**) und ist lösbar an dem Greifelement **608** angebracht, und zwar an einem ersten Verbindungspunkt **A** auf einer ersten Seite **5111** des schwächer ausgebildeten Abschnitts oder Biegeabschnitts **5103**. Der Faden **5105** erstreckt sich außerdem von dem Verbindungspunkt **A** und ist auf einer zweiten Seite **5113** des schwächer ausgebildeten Abschnitts oder Biegeabschnitts **5103** an einem zweiten Verbindungspunkt **B** an dem Greifelement **608** angebracht. Überdies erstreckt sich der Faden **5105** von dem zweiten Verbindungspunkt **B** durch das Schub- und Zugglied **5107**.

[0137] Unter Bezugnahme auf **Fig. 51F** ist das Greifelement **608** in einer offenen Stellung gezeigt, wo-

bei ein Klappengewebeelement **820** in einer Öffnung **614** zwischen dem Greifelement **608** und einem Paddel (nicht gezeigt) angeordnet ist. Durch Ziehen an dem Faden **5105** kann das Greifelement in die offene Stellung bewegt werden. Unter Bezugnahme auf **Fig. 51G** werden das Glied **5107** und das Glied **5105** des Greifersteuerungsmechanismus **611** dazu verwendet, das Greifelement **608** in Richtung **X** in die geschlossene Stellung zu bewegen und den Abschnitt **609** in Richtung **Y** zu biegen. Das erste Ende **5125** des Fadens **5105** wird derart in eine Richtung **Y** gezogen, dass die erste Seite **5111** des Greifelements **608** um den schwächer ausgebildeten Abschnitt **5103** herumgeschwenkt oder gebogen wird. Dieses Biegen bewirkt, dass sich der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** in die Richtungen **U** und **Y** in eine gebogene Stellung bewegt. Unter weiterer Bezugnahme auf **Fig. 51G** werden das Glied **5107** und der Faden **5105** derart bewegt, dass der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** das Klappengewebe **820** durchsticht, während sich der mit Stacheln versehene Abschnitt in der gebogenen Stellung befindet.

[0138] Unter Bezugnahme auf **Fig. 51 H** wird der Faden **5105** losgelassen, wodurch bewirkt wird, dass das erste Ende **5111** des Greifelements **608** um den schwächer ausgebildeten Abschnitt oder Biegeabschnitt **5103** herumgeschwenkt wird. Dies bewirkt, dass sich der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** durch das Klappengewebe **820** hindurchbewegt, wodurch bewirkt wird, dass der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** der Klappenreparaturvorrichtung eine in Richtung **D** wirkende Spannkraft auf das Klappengewebe **820** erzeugt. Nachdem das Greifelement **608** an dem Klappengewebe **820** (wie in **Fig. 51H** gezeigt) befestigt worden ist, werden das Glied **5107** und der Faden **5105** von dem Greifelement **608** entfernt.

[0139] Unter Bezugnahme auf **Fig. 52** umfassen gemäß verschiedenen Ausführungsformen die Greifelemente **608** einen dehnbaren Abschnitt **5202**, um eine Bewegung in Richtung **5204** zu ermöglichen. Die Bewegung in Richtung **5204** gewährleistet ein sauberes Lösen von dem Klappengewebe. Gemäß manchen Ausführungsformen ist der dehnbare Abschnitt **5202** dafür ausgelegt, derart bewegt zu werden, dass die Stacheln **5102** in einer Richtung aus dem Klappengewebe austreten, die jener Richtung, in welcher die Stacheln in das Klappengewebe eingedrungen sind, im Wesentlichen entgegengesetzt ist. Alternativ dazu können die Greifelemente **608** auch auf andere Weise erweiterbar sein, um ein Lösen aus dem Klappengewebe zu gewährleisten, ohne das Klappengewebe dabei zu zerreißen. Beispielsweise können, wie weiter oben erwähnt, die Scharnierelemente **5012** dafür ausgelegt sein, es zu erlauben, dass die Greifabschnitte **5014** der Greifelemente **608** in Richtung **5204** gezogen werden.

[0140] Unter Bezugnahme auf **Fig. 53A - Fig. 53B** sind gemäß manchen Ausführungsformen die Greifelemente **608** aus einem flexiblen Material gefertigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 53A** ist die Klappenreparaturvorrichtung **602** in einer geschlossenen Stellung befindlich und an dem Klappengewebe **820** angebracht gezeigt. Unter Bezugnahme auf **Fig. 53B** werden die Greifelemente **608** durch den Greifersteuerungsmechanismus **611** bewegt, um die Greifelemente **608** von dem Klappengewebe **820** zu entfernen. Insbesondere bewirkt die Bewegung des Greifersteuerungsmechanismus **611** in Richtung **Y**, dass die Greifelemente **608** in einer in Richtung **Z** erfolgenden Abschälbewegung wieder aus dem Klappengewebe heraustreten. Das flexible Material der Greifelemente **608** gewährleistet dieses abschälende Lösen der Greifelemente **608**, wenn die Greifelemente aus dem Klappengewebe **820** entfernt werden. Das abschälende Lösen der Greifelemente **608** ist insofern vorteilhaft, als es beim Herausziehen der Greifelemente aus dem Klappengewebe **820** unterstützend wirkt, so dass es zu keiner Schädigung des Klappengewebes kommt. Gemäß bestimmten Ausführungsformen ermöglichen es die flexiblen Greifelemente **608**, dass der mit Stacheln versehene Abschnitt **609** der Greifelemente **608** in einer Richtung aus dem Klappengewebe entfernt wird, die jener Richtung, in welcher die Stacheln in das Klappengewebe eingedrungen sind, im Wesentlichen entgegengesetzt ist.

[0141] Unter Bezugnahme auf **Fig. 54** sind gemäß bestimmten Ausführungsformen die Greifelementen **608** durch ein separates Vorspannelement **5410** (z. B. durch eine Feder) miteinander verbunden, welches dafür ausgelegt ist, die Greifelemente derart in einer gewünschten Stellung zu halten, dass, wenn sich die Paddel **606** in einer offenen Stellung befinden, zwischen den Paddeln und den Greifelementen eine Breite **W** vorhanden ist. Die Breite **W** kann durch In-Eingriff-bringen der Greifelemente **608** mit dem Greifersteuerungsmechanismus **611** angepasst werden. Das heißt, die Bewegung des Greifersteuerungsmechanismus **611** in Richtung **Z** in die Zuführeinrichtung hinein bewirkt, dass sich das Vorspannelement **5410** biegt und sich die Paddel in Einwärtsrichtung **X** bewegen. Das Außer-Eingriff-bringen der Greifelemente durch den Greifersteuerungsmechanismus **611** bewirkt, dass sich das Vorspannelement **5410** (wie in **Fig. 54** gezeigt) in die gewünschte Sollstellung bewegt. Der Greifersteuerungsmechanismus **611** kann jede geeignete Form zum Steuern der Greifelemente **608** annehmen, beispielsweise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Form. Darüber hinaus treten, wenn die Paddel **606** in die geschlossene Stellung bewegt werden, die Paddel mit den Greifelementen **608** in Eingriff, wodurch bewirkt wird, dass sich die Vorspannelemente umbiegen und dass sich die Greifelemente in Einwärtsrichtung **X** bewegen. Die Paddel **608** können auf jede geeignete Weise, beispiels-

weise eine beliebige in der vorliegenden Anmeldung beschriebene Weise, von der offenen Stellung in die geschlossene Stellung bewegt werden. Zwar beziehen sich die in der vorliegenden Anmeldung beschriebenen Vorrichtungen auf das In-Eingriff-nehmen und Reparieren der Mitralklappe, es versteht sich jedoch, dass diese Vorrichtungen auch beim Reparieren anderer körpereigener Klappen (z. B. der Trikuspidalklappe, der Pulmonalklappe, der Aortenklappe) oder beliebiger anderer Teile des Herzens zum Einsatz kommen können. Darüber hinaus versteht es sich, dass verschiedene Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen für die hier beschriebenen Vorrichtungen auch in Kombination miteinander verwendet werden können.

[0142] Zwar erfolgte vorstehend eine vollständige Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung, es können jedoch verschiedene Alternativen, Modifikationen und Äquivalente zum Einsatz kommen. Überdies ist es offensichtlich, dass auch bestimmte andere Modifikationen im Rahmen der beigefügten Patentansprüche umgesetzt werden können.

Patentansprüche

1. Klappenreparaturvorrichtung (602) zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten, wobei die Klappenreparaturvorrichtung umfasst: ein Paar von Paddeln (606), die jeweils ein Verriegelungselement (4701) umfassen, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich sind; ein Paar von Greifelementen (608), wobei die Paddel und die Greifelemente dafür ausgelegt sind, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden; wobei, wenn sich die Paddel in der geschlossenen Stellung befinden, durch das Verriegelungselement eines jeden der Paddel ein jedes der Paddel an einem entsprechenden Greifelement aus dem Paar von Greifelementen angebracht ist.

2. Klappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Basisanordnung, welche umfasst: einen Schaft (603); und ein Verbindungsstück (605), das derart beweglich an dem Schaft angebracht ist, dass das Verbindungsstück entlang des Schafts bewegt werden kann; wobei das Paar von Paddeln schwenkbar an dem Verbindungsstück angebracht ist; wobei eine Bewegung des Verbindungsstücks in einer ersten Richtung entlang des Schafts bewirkt, dass sich das Paar von Paddeln in die geschlossene Stellung bewegt, und eine Bewegung des Verbindungsstücks in einer zweiten Richtung bewirkt, dass sich das Paar von Paddeln in die offene Stellung bewegt.

3. Klappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 2, ferner umfassend ein Arretierschloss (607), das zwischen einem arretierten Zustand und einem nicht arretierten Zustand beweglich ist, wobei das Arretierschloss dafür ausgelegt ist, das Verbindungsstück in einer Festposition an dem Schaft zu arretieren, wenn sich das Arretierschloss in dem arretierten Zustand befindet.

4. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Greifelemente einen mit Stacheln versehenen Abschnitt (609) zum Anbringen der Greifelemente an der körpereigenen Klappe eines Patienten umfassen.

5. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Paar von Paddeln dafür ausgelegt ist, sich bei der Anbringung an der körpereigenen Klappe des Patienten zu biegen.

6. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner umfassend ein Abstandselement (3800), das dafür ausgelegt ist, einen Spalt in der körpereigenen Klappe des Patienten zu schließen, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an der körpereigenen Klappe angebracht ist.

7. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei der mit Stacheln versehene Abschnitt (609) für jedes der Greifelemente nur eine einzelne Reihe von Stacheln (5102) aufweist.

8. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei jedes Greifelement aus dem Paar von Greifelementen der Länge nach ausfahrbar ist, um ein Reißen der körpereigenen Klappe des Patienten zu verhindern, wenn die Greifelemente von der körpereigenen Klappe entfernt werden.

9. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Paar von Greifelementen ein flexibles Material umfasst, so dass sich die Greifelemente von dem Gewebe der körpereigenen Klappe abziehen lassen, wenn die Greifelemente von dem Gewebe der körpereigenen Klappe entfernt werden.

10. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Greifelemente durch ein Vorspannelement (5410) miteinander verbunden sind, welches dafür ausgelegt ist, die Greifelemente in einer gewünschten Stellung zu halten.

11. Klappenreparaturvorrichtung (602) zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten, wobei die Klappenreparaturvorrichtung umfasst: eine Basisanordnung (604) umfassend: einen Schaft (603);

ein Verbindungsstück (605), das derart beweglich an dem Schaft angebracht ist, dass das Verbindungsstück entlang des Schafts bewegt werden kann;
 ein Paar von Paddeln (606), das an dem Verbindungsstück der Basisanordnung angebracht ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich sind;
 ein Paar von Greifelementen (608), das an der Basisanordnung angebracht ist, wobei die Paddel und die Greifelemente dafür ausgelegt sind, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden;
 ein Vorspannelement (4807), das auf mechanische Weise an dem Verbindungsstück der Basisanordnung angebracht ist, wobei das Vorspannelement dafür ausgelegt ist, das Verbindungsstück in einer Stellung auf dem Schaft zu halten, die bewirkt, dass sich die Paddel in einer geschlossenen Stellung befinden, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht wird.

12. Klappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Greifelemente einen mit Stacheln versehenen Abschnitt (609) zum Anbringen der Greifelemente an der körpereigenen Klappe eines Patienten umfassen.

13. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 12, wobei das Paar von Paddeln dafür ausgelegt ist, sich bei der Anbringung an der körpereigenen Klappe des Patienten zu biegen.

14. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, ferner umfassend ein Abstandselement (3800), das dafür ausgelegt ist, einen Spalt in der körpereigenen Klappe des Patienten zu schließen, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an der körpereigenen Klappe angebracht wird.

15. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei ein jedes der Paddel aus dem Paar von Paddeln ein Verriegelungselement (4701) zum Anbringen der Paddel an einem entsprechenden Greifelement aus dem Paar von Greifelementen umfasst, wenn sich die Paddel in der geschlossenen Stellung befinden.

16. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, wobei der mit Stacheln versehene Abschnitt (609) für jedes der Greifelemente nur eine einzelne Reihe von Stacheln (5102) aufweist.

17. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei jedes Greifelement aus dem Paar von Greifelementen der Länge nach ausfahrbar ist, um ein Reißen der körpereigenen Klappe des Patienten zu verhindern, wenn die Greifelemente von der körpereigenen Klappe entfernt werden.

18. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, wobei das Paar von Greifele-

menten ein flexibles Material umfasst, so dass sich die Greifelemente von dem Gewebe der körpereigenen Klappe abziehen lassen, wenn die Greifelemente von dem Gewebe der körpereigenen Klappe entfernt werden.

19. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, wobei die Greifelemente durch ein Vorspannelement (5410) miteinander verbunden sind, welches dafür ausgelegt ist, die Greifelemente in einer gewünschten Stellung zu halten.

20. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 19, wobei es sich bei dem Vorspannelement, das an dem Verbindungsstück angebracht ist, um eine Feder handelt.

21. Klappenreparaturvorrichtung (602) zum Reparieren einer körpereigenen Klappe eines Patienten, wobei die Klappenreparaturvorrichtung umfasst:
 eine Basisanordnung (604) umfassend:
 einen Schaft (603) mit einem Außengewinde;
 ein Verbindungsstück (605) mit einem Innengewinde, welches derart mit dem Außengewinde des Schafts zusammenpasst, dass das Verbindungsstück entlang des Schafts bewegt werden kann;
 ein Paar von Paddeln (606), das an dem Verbindungsstück der Basisanordnung angebracht ist, wobei die Paddel zwischen einer offenen Stellung und einer geschlossenen Stellung beweglich sind;
 ein Paar von Greifelementen (608), das an der Basisanordnung angebracht ist, wobei die Paddel und die Greifelemente dafür ausgelegt sind, an der körpereigenen Klappe des Patienten angebracht zu werden; wobei eine Bewegung des Verbindungsstücks entlang des Schafts bewirkt, dass sich das Paar von Paddeln zwischen der offenen Stellung und der geschlossenen Stellung bewegt;
 wobei das Innengewinde und das Außengewinde dafür ausgelegt sind, eine Bewegung der Paddel von der geschlossenen Stellung in die offene Stellung ohne Drehung des Schafts zu verhindern.

22. Klappenreparaturvorrichtung nach Anspruch 21, wobei die Greifelemente einen mit Stacheln versehenen Abschnitt (609) zum Anbringen der Greifelemente an der körpereigenen Klappe eines Patienten umfassen.

23. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 22, wobei das Paar von Paddeln dafür ausgelegt ist, sich bei der Anbringung an der körpereigenen Klappe des Patienten zu biegen.

24. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, ferner umfassend ein Abstandselement (3800), das dafür ausgelegt ist, einen Spalt in der körpereigenen Klappe des Patienten zu schließen, wenn die Klappenreparaturvorrichtung an der körpereigenen Klappe angebracht ist.

25. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, wobei ein jedes der Paddel aus dem Paar von Paddeln ein Verriegelungselement (4701) zum Anbringen der Paddel an einem entsprechenden Greifelement aus dem Paar von Greifelementen umfasst, wenn sich die Paddel in der geschlossenen Stellung befinden.

26. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 22 bis 25, wobei der mit Stacheln versehene Abschnitt (609) für jedes der Greifelemente nur eine einzelne Reihe von Stacheln (5102) aufweist.

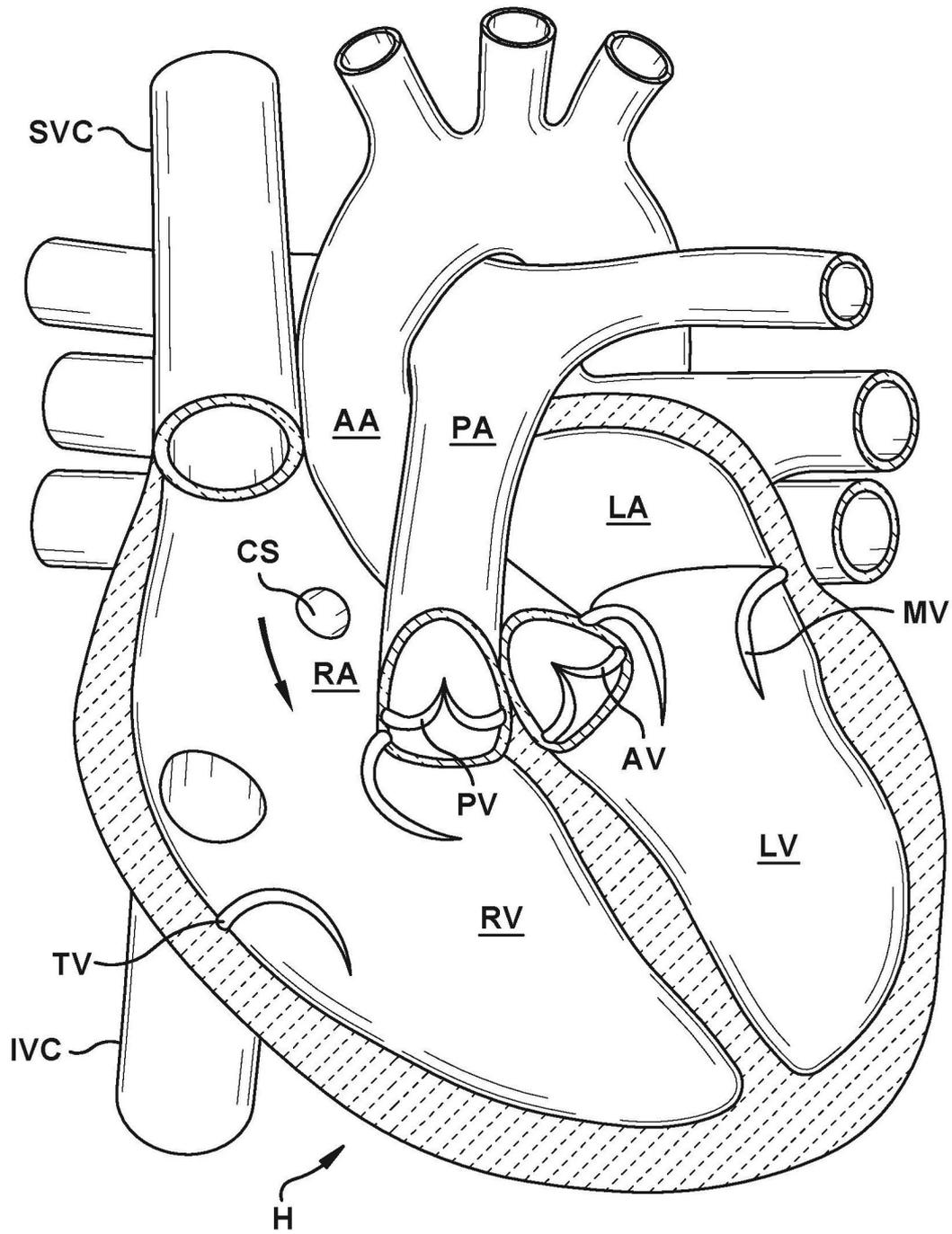
27. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 26, wobei ein jedes Greifelement aus dem Paar von Greifelementen der Länge nach ausfahrbar ist, um ein Reißen der körpereigenen Klappe des Patienten zu verhindern, wenn die Greifelemente von der körpereigenen Klappe entfernt werden.

28. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 27, wobei das Paar von Greifelementen ein flexibles Material umfasst, so dass sich die Greifelemente von dem Gewebe der körpereigenen Klappe abziehen lassen, wenn die Greifelemente von dem Gewebe der körpereigenen Klappe entfernt werden.

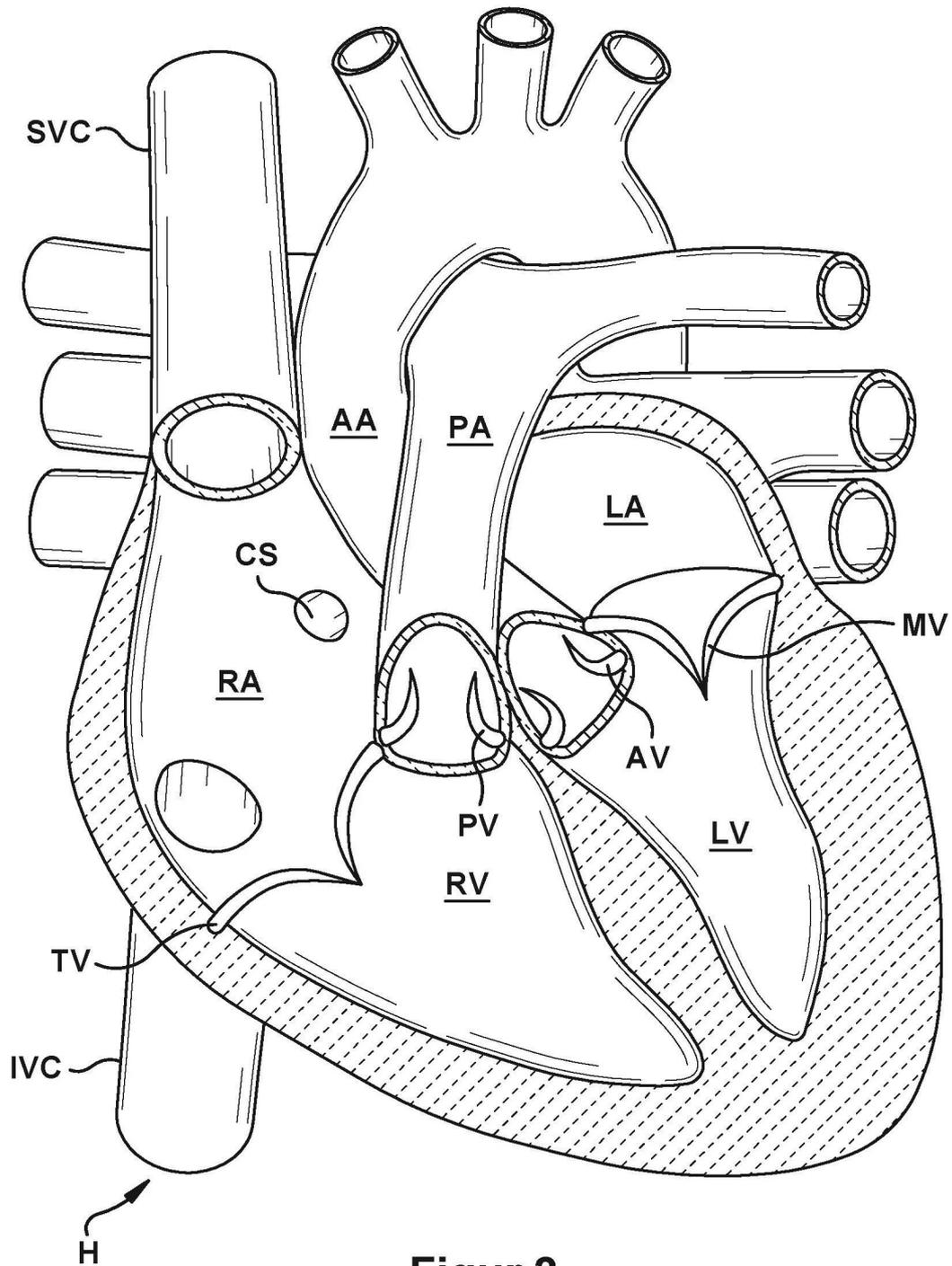
29. Klappenreparaturvorrichtung nach einem der Ansprüche 21 bis 28, wobei die Greifelemente durch ein Vorspannelement (5410) miteinander verbunden sind, welches dafür ausgelegt ist, die Greifelemente in einer gewünschten Stellung zu halten.

Es folgen 73 Seiten Zeichnungen

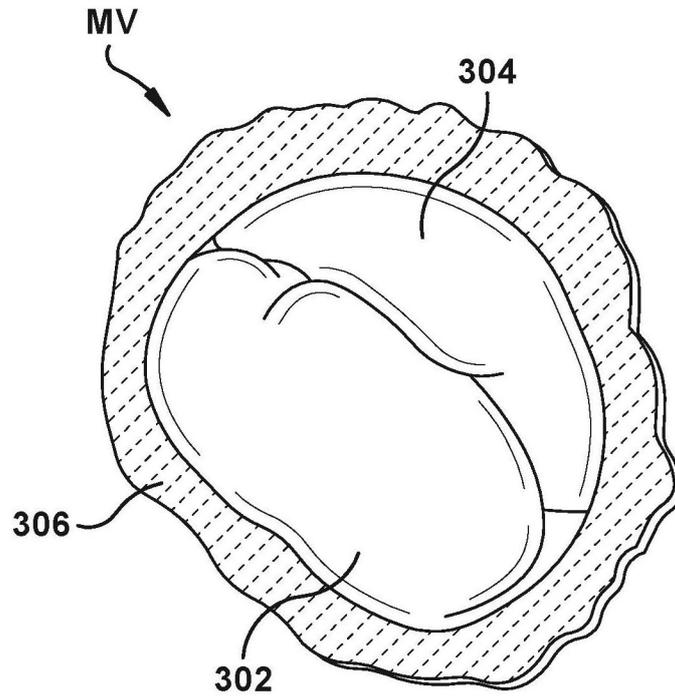
Anhängende Zeichnungen



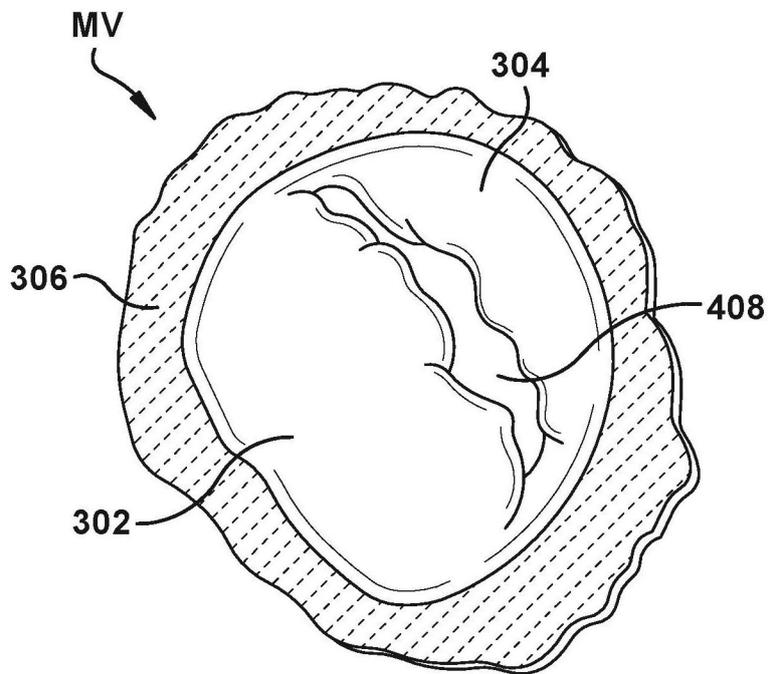
Figur 1



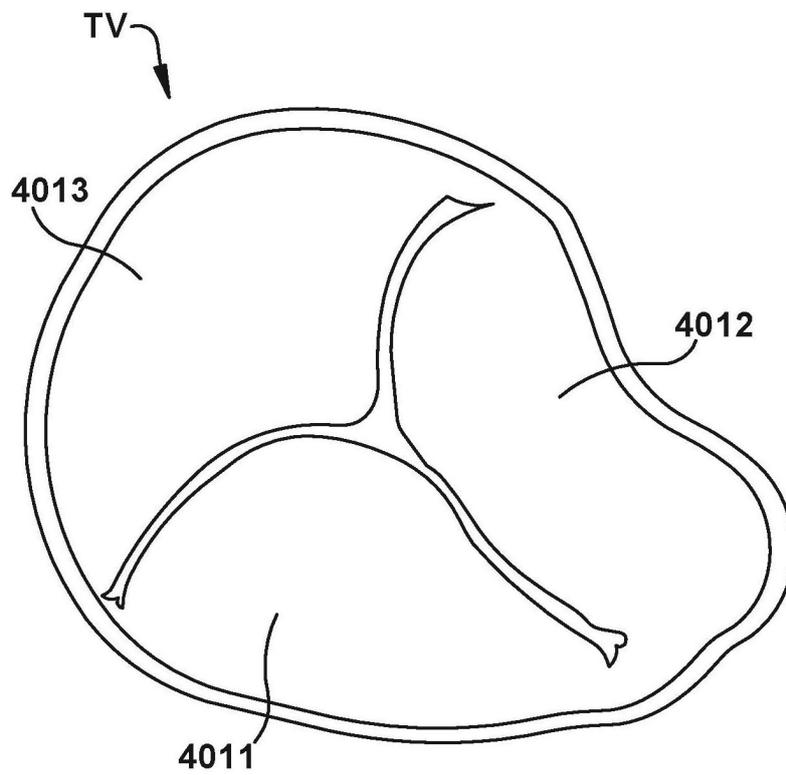
Figur 2



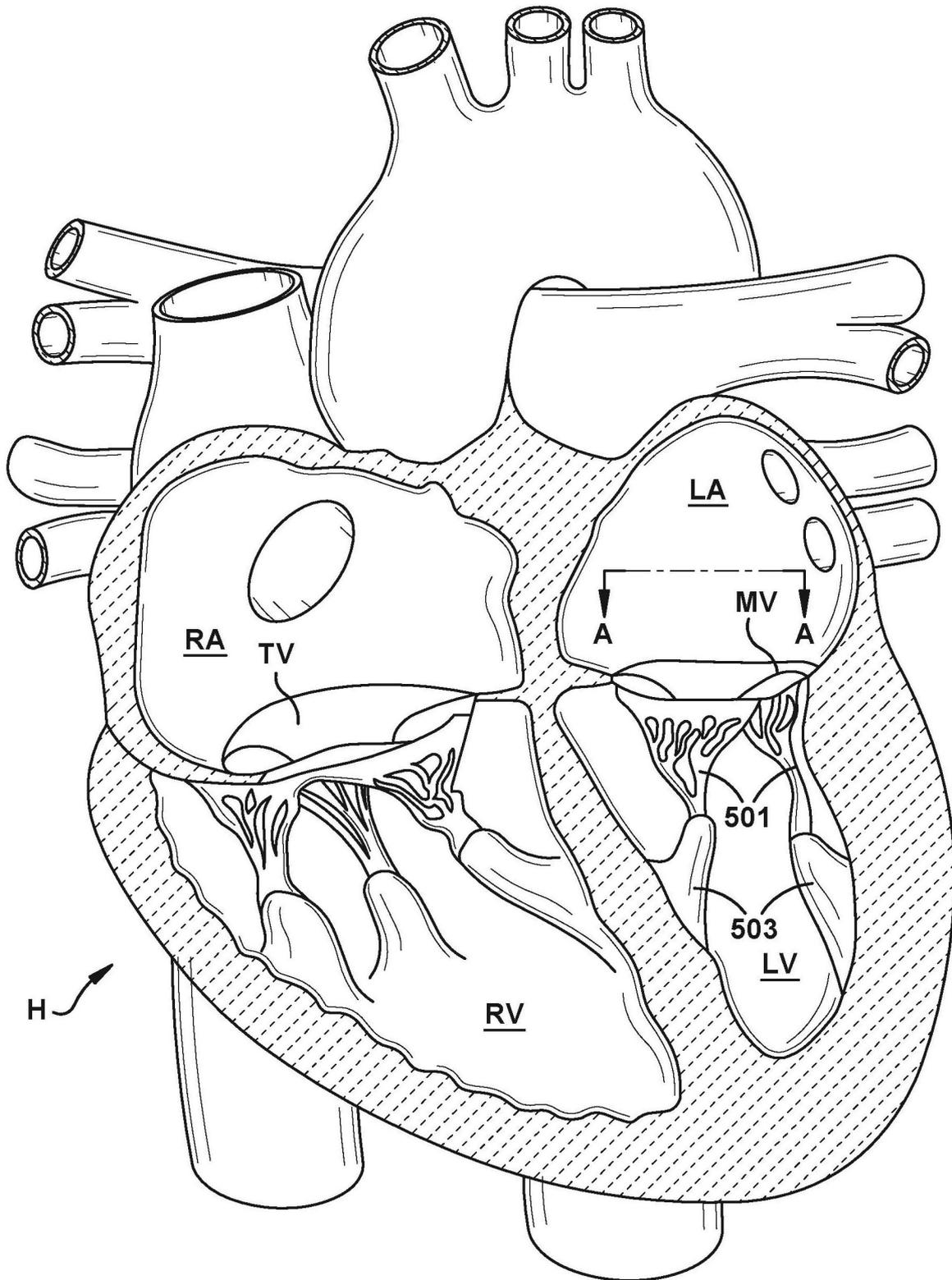
Figur 3



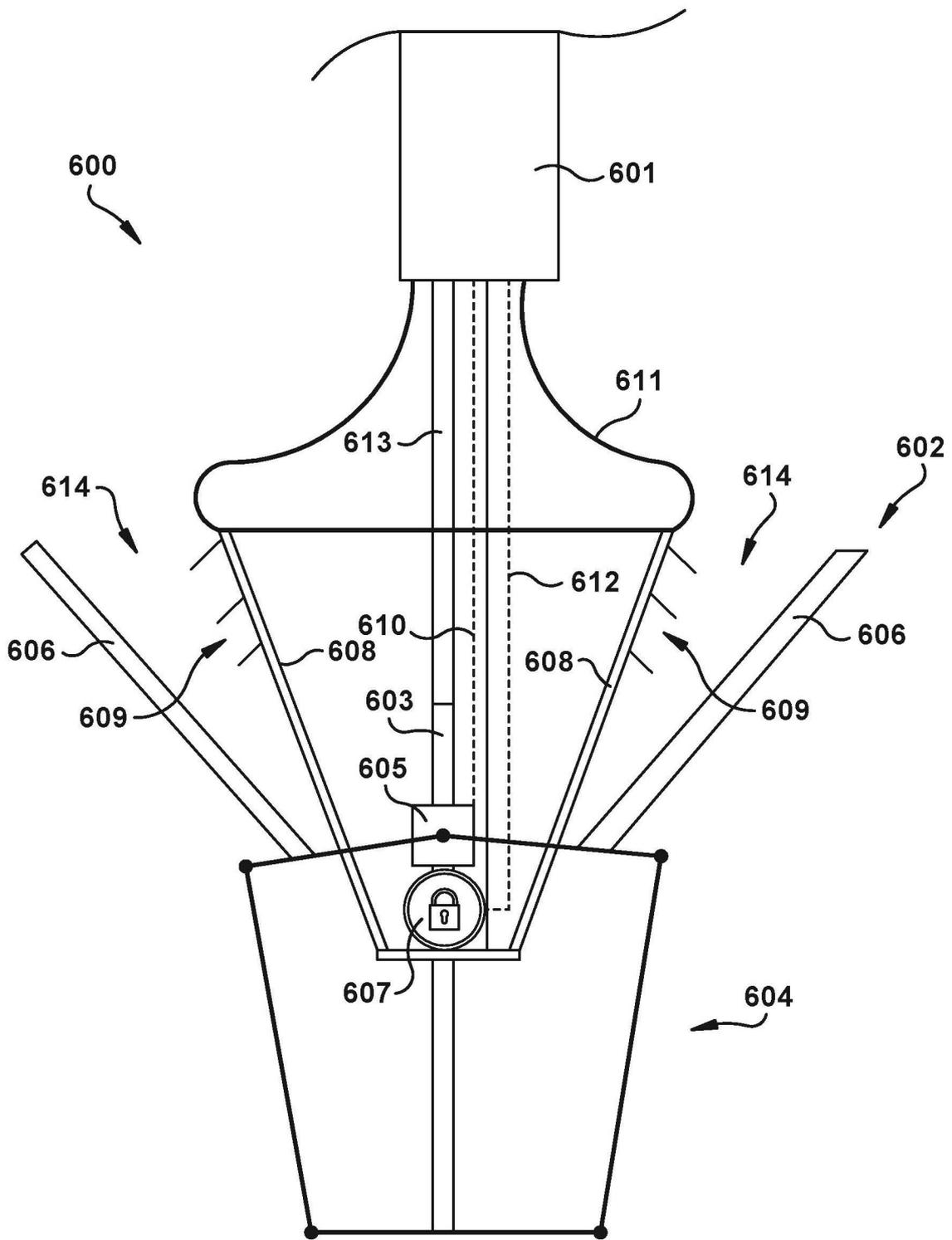
Figur 4



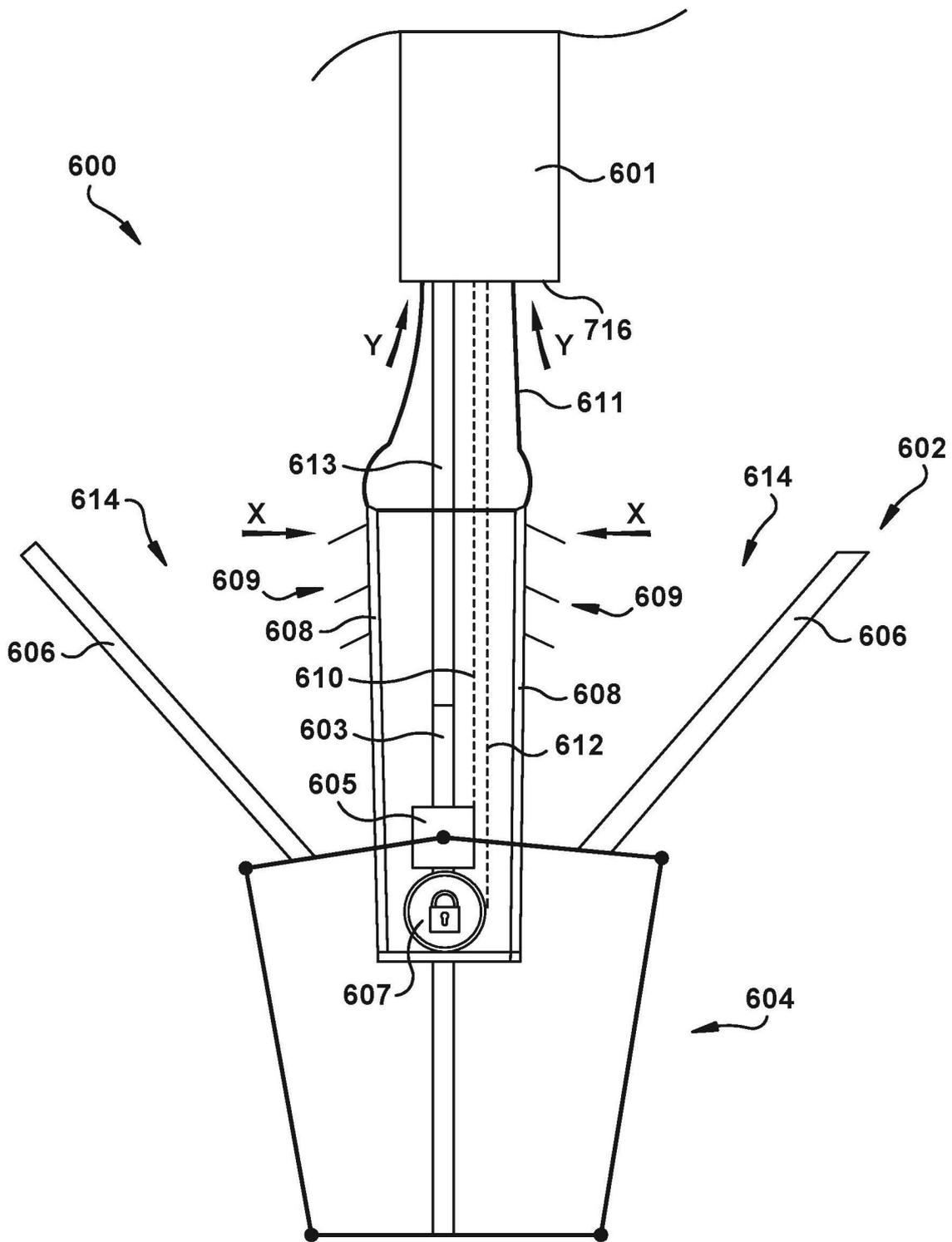
Figur 4A



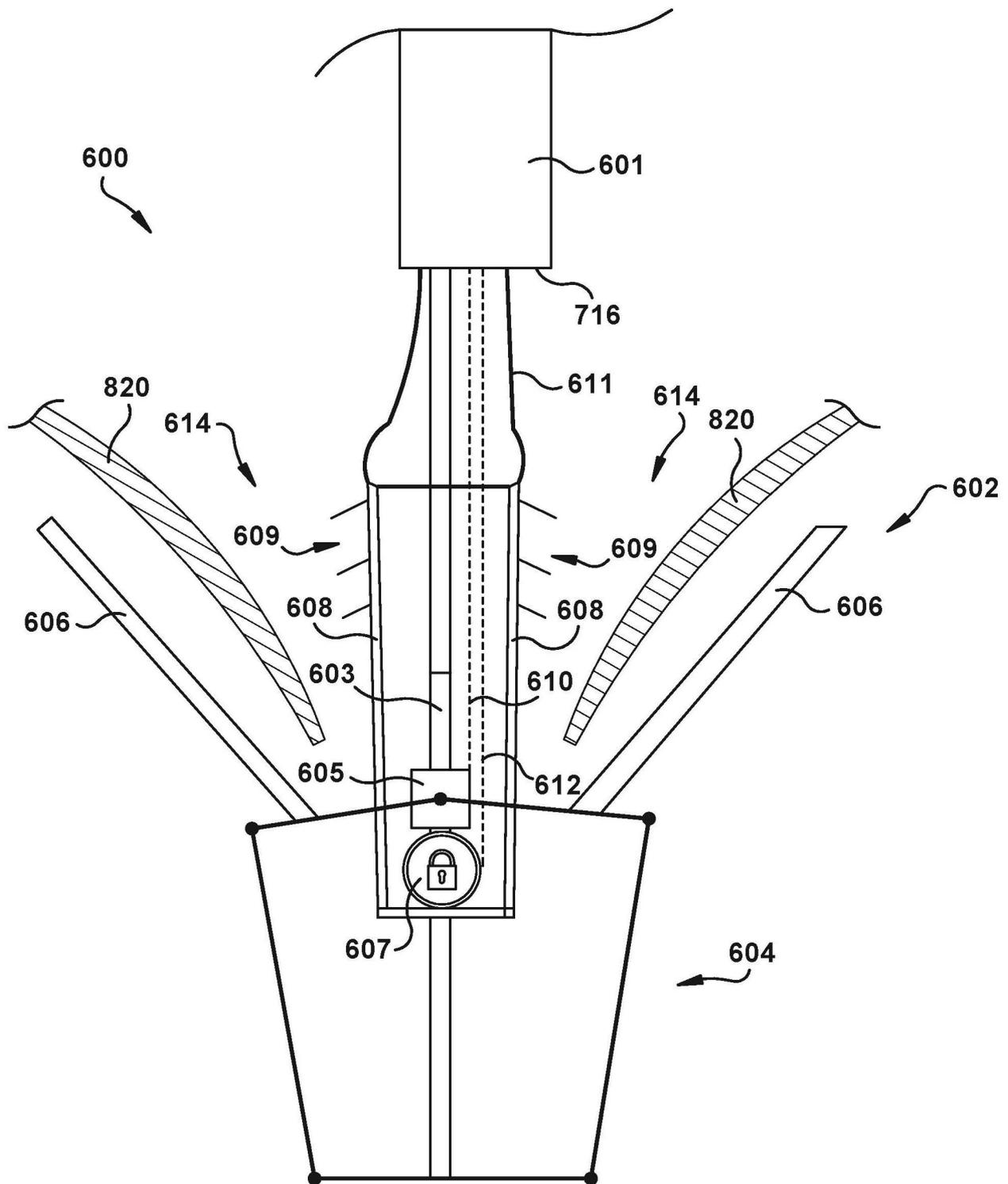
Figur 5



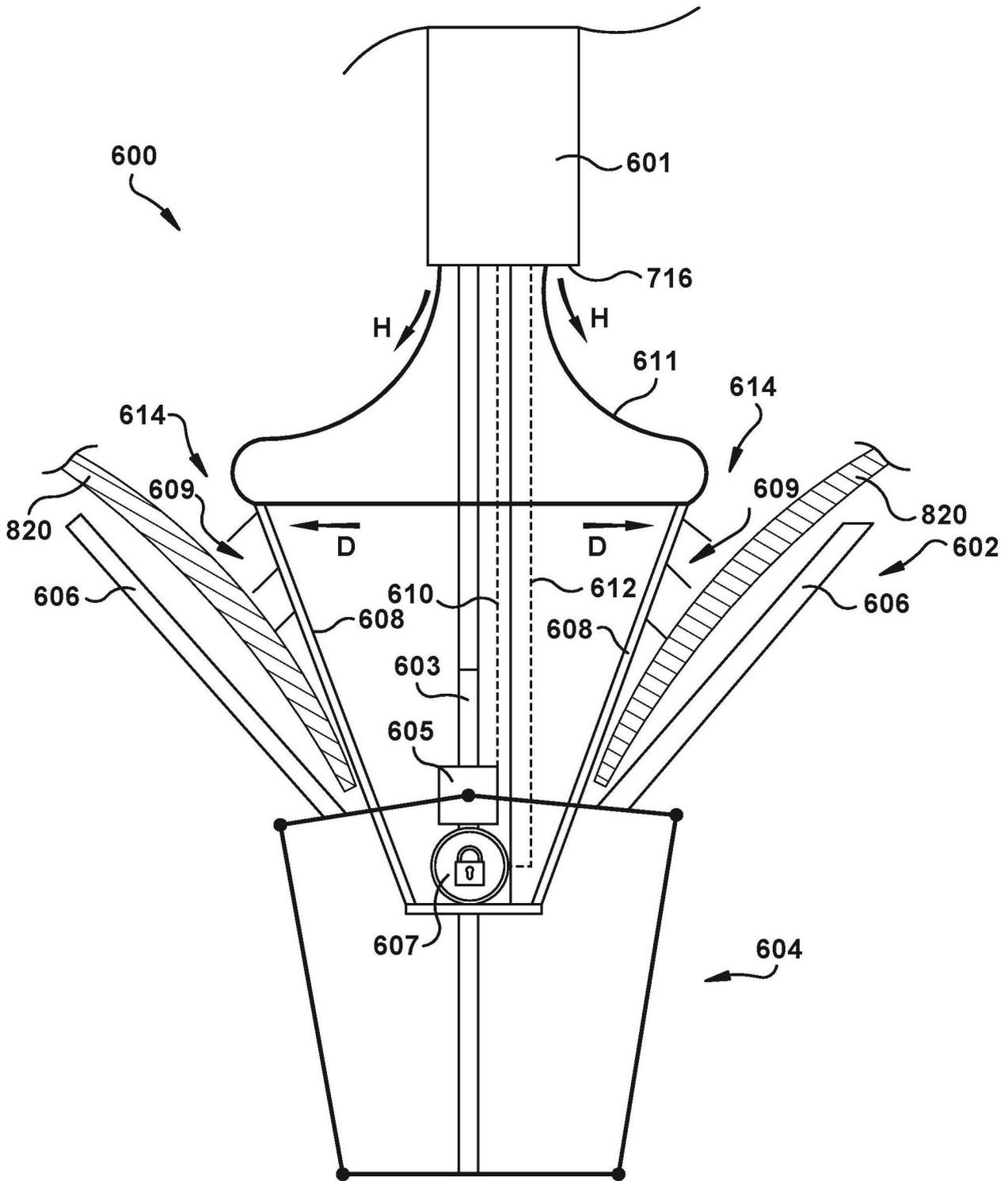
Figur 6



Figur 7



Figur 8



Figur 9

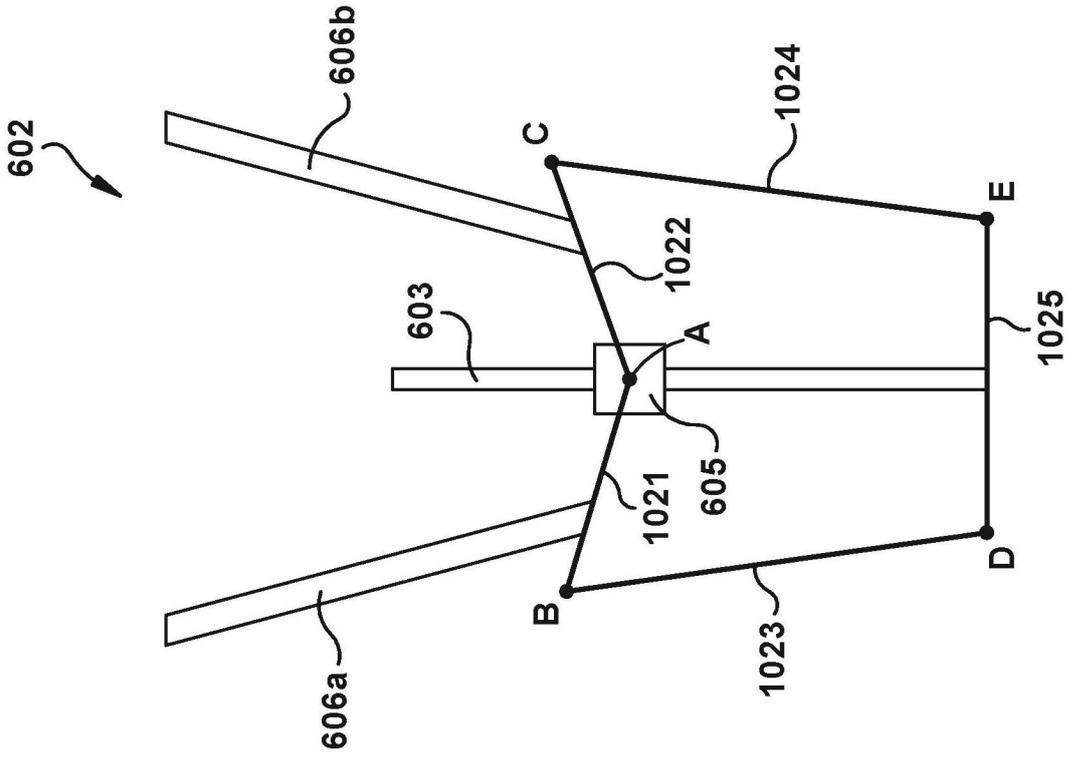


Figure 10B

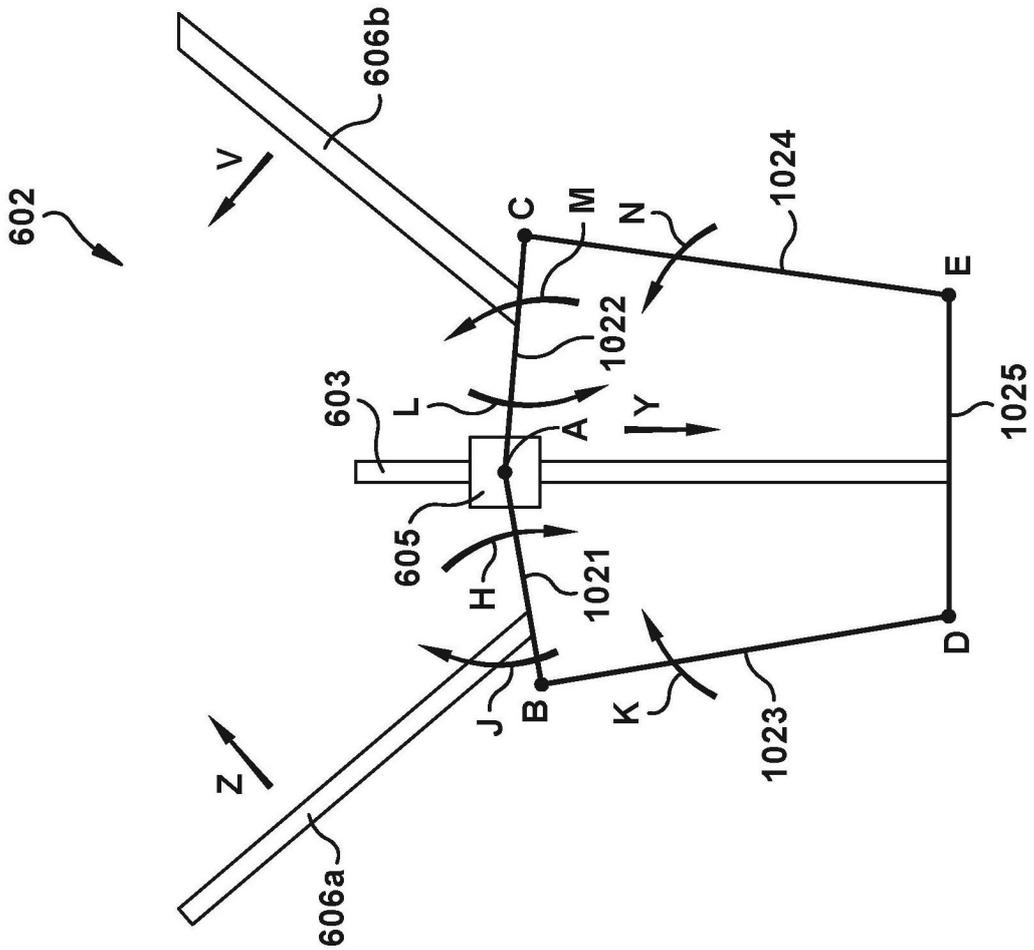
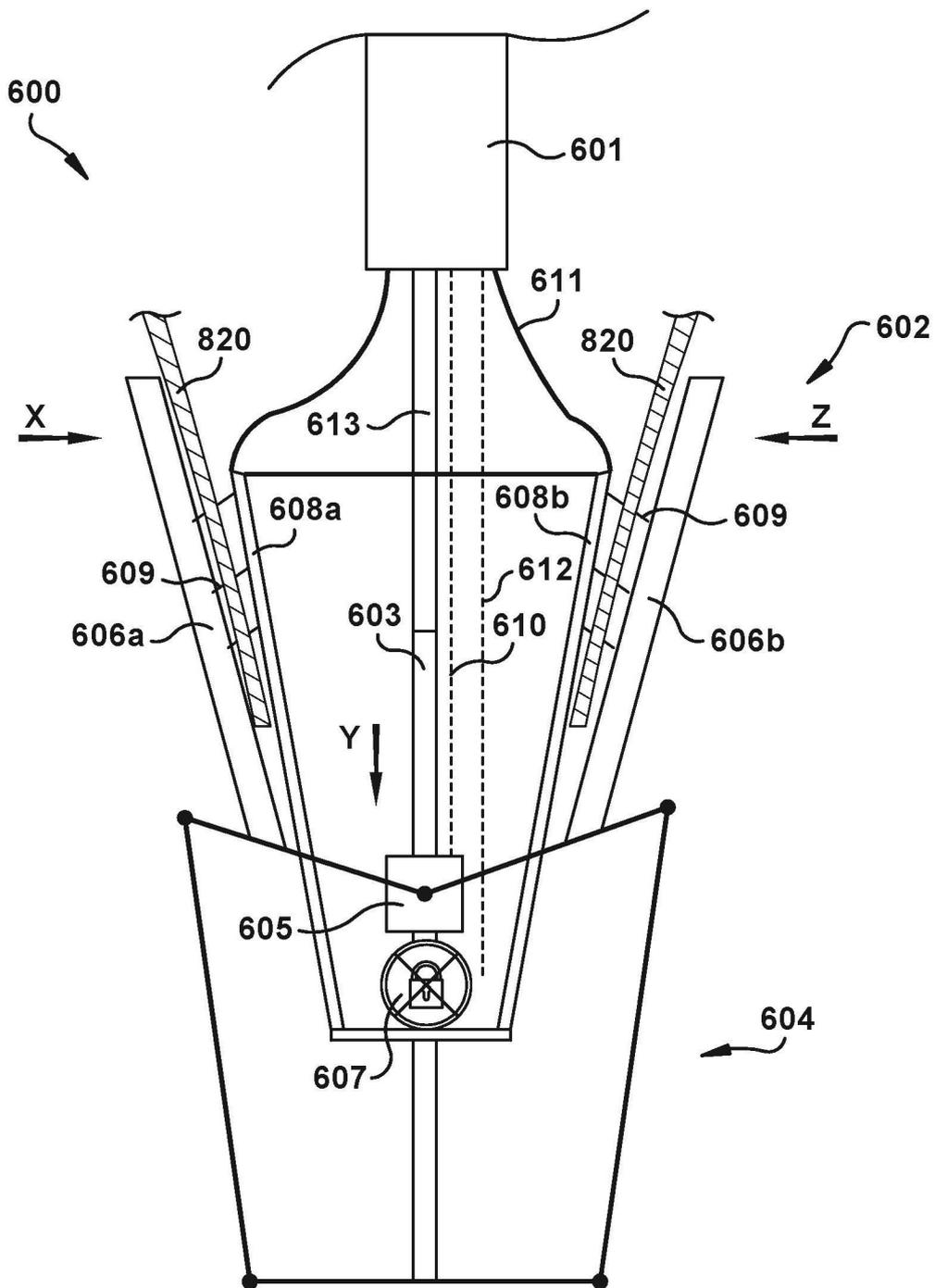
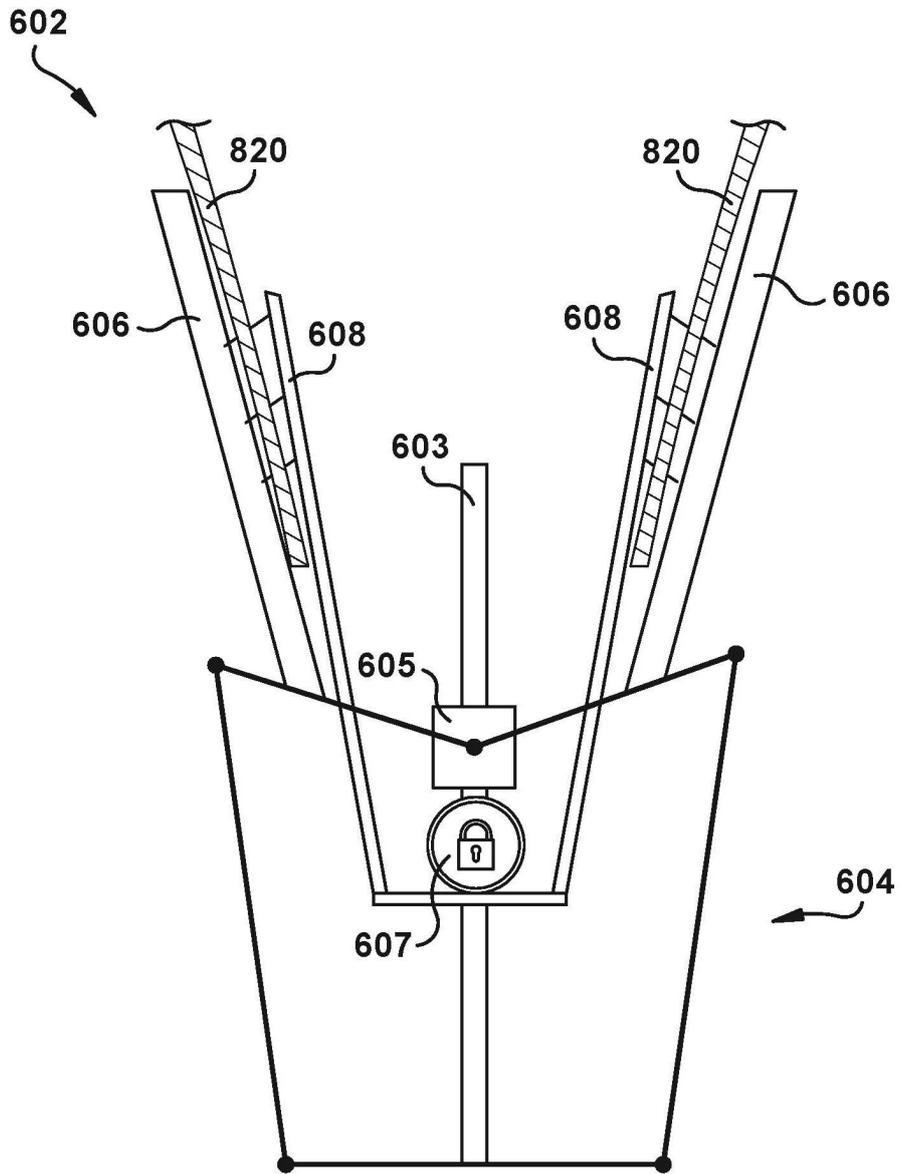


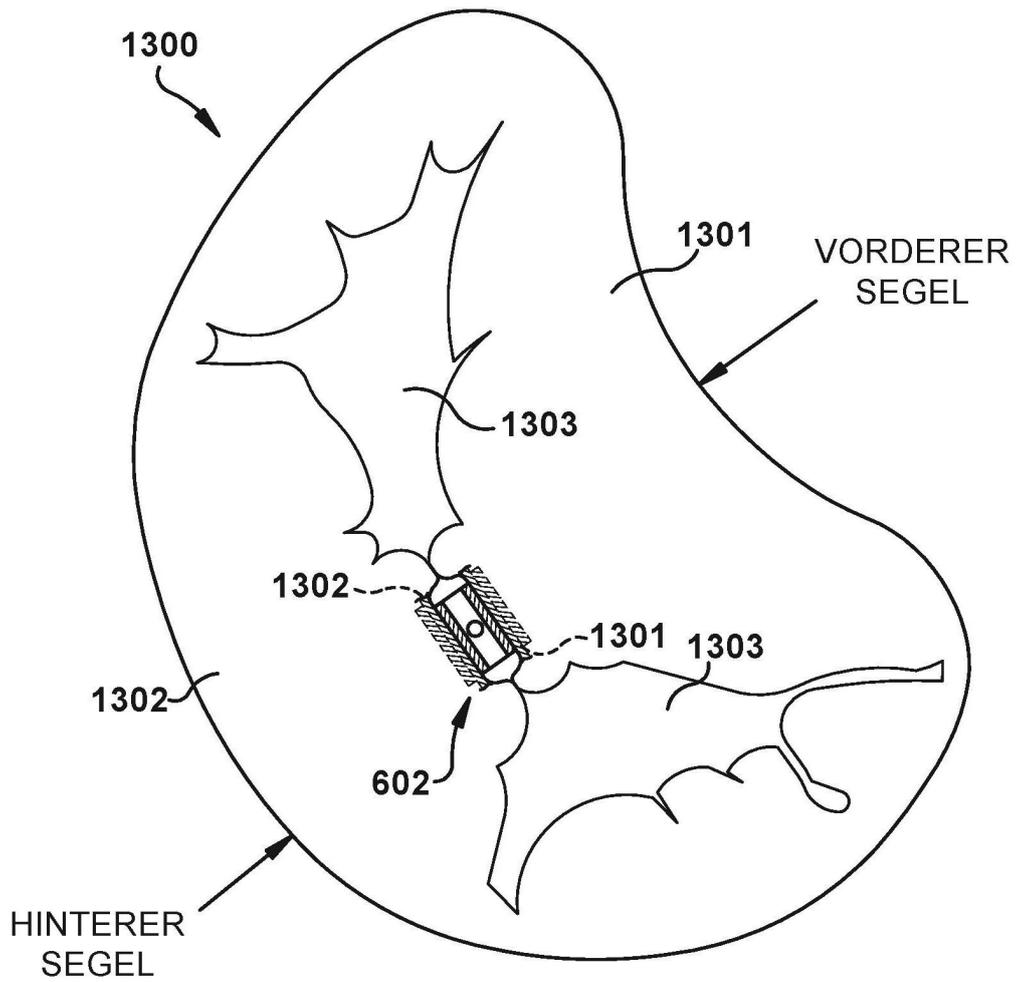
Figure 10A



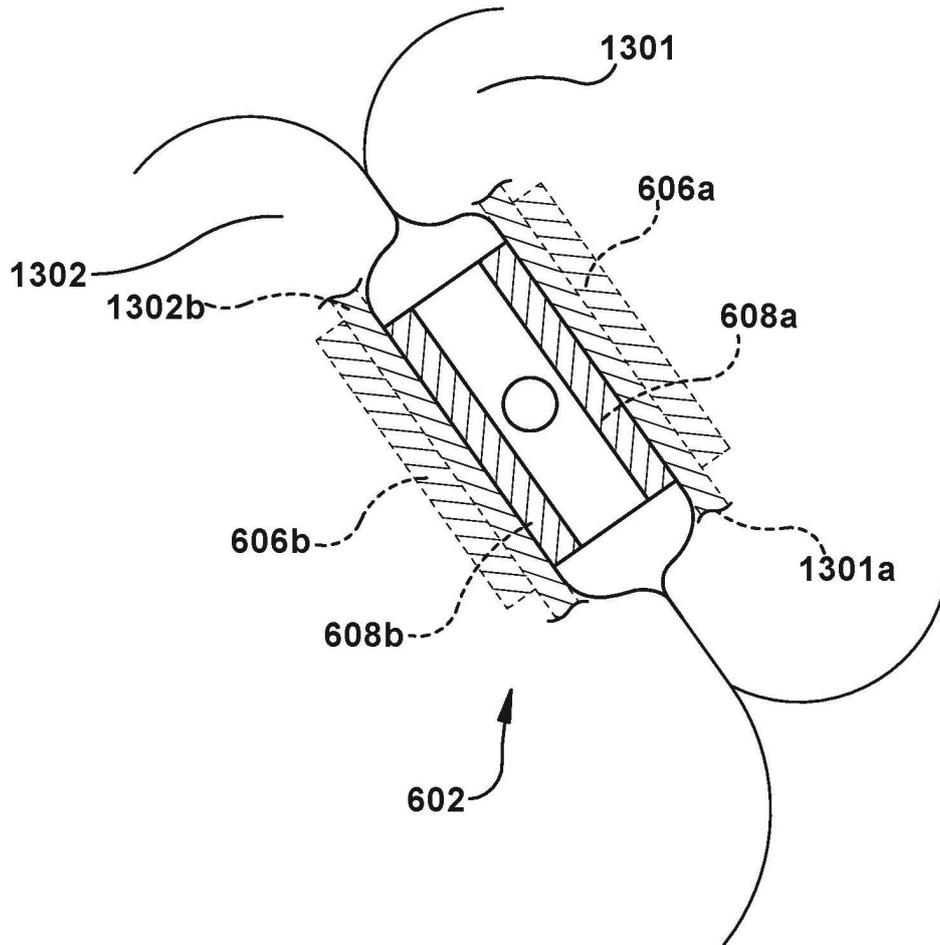
Figur 11



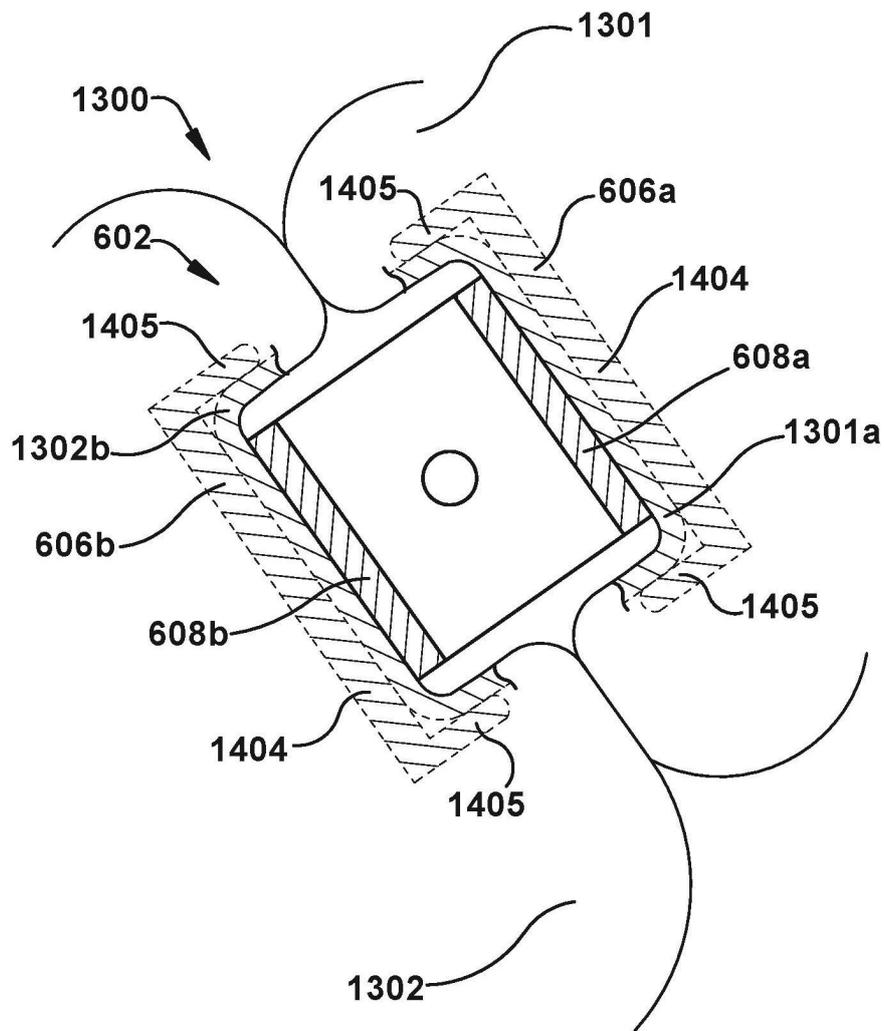
Figur 12



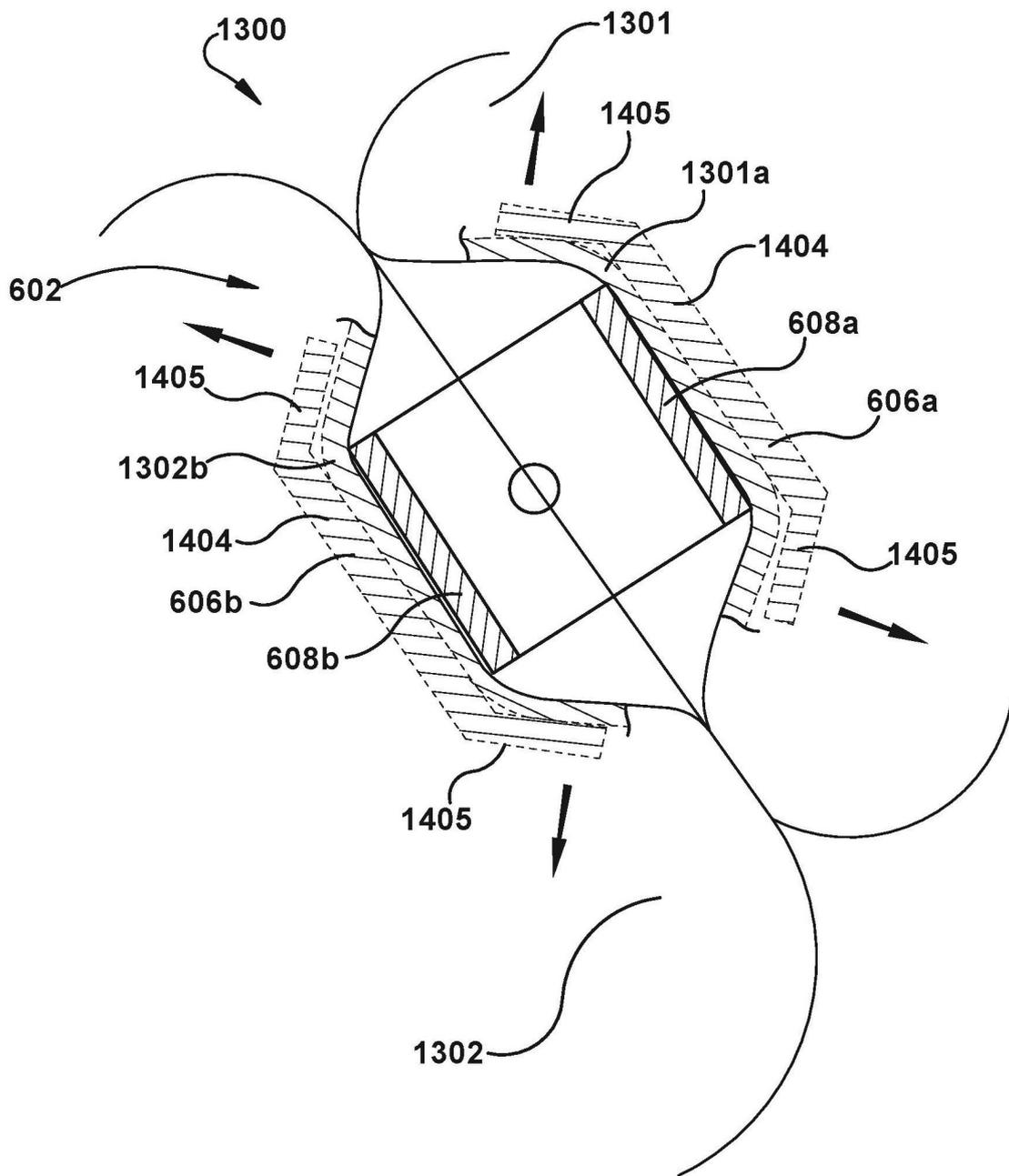
Figur 13A



Figur 13B



Figur 14A



Figur 14B

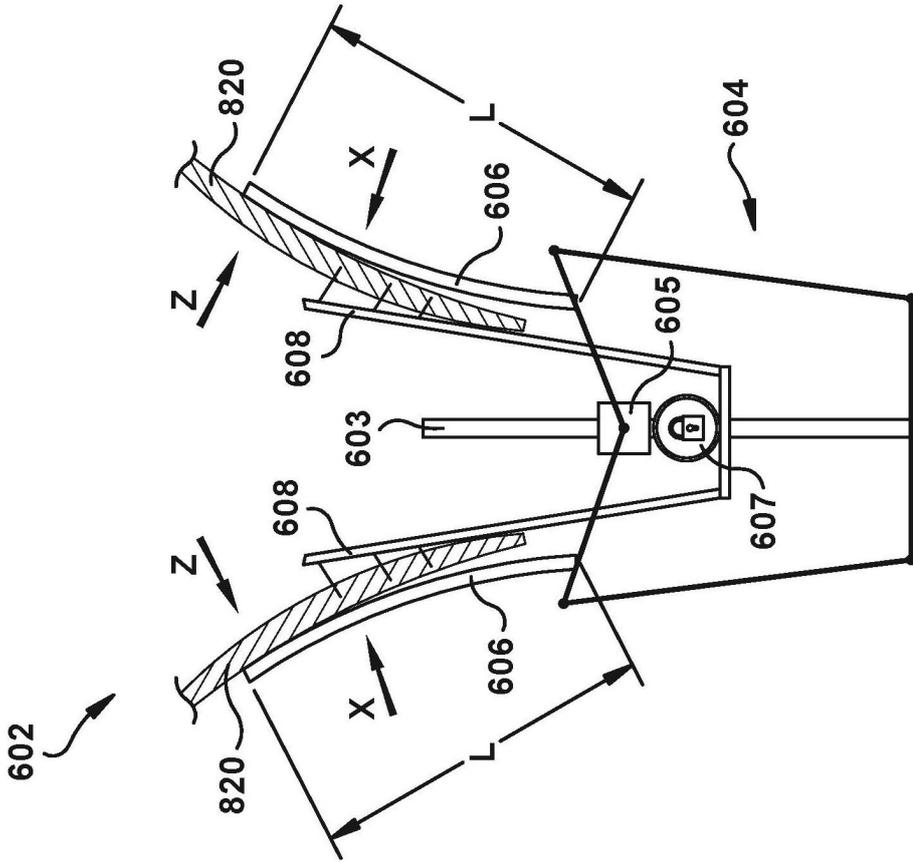


Figure 15B

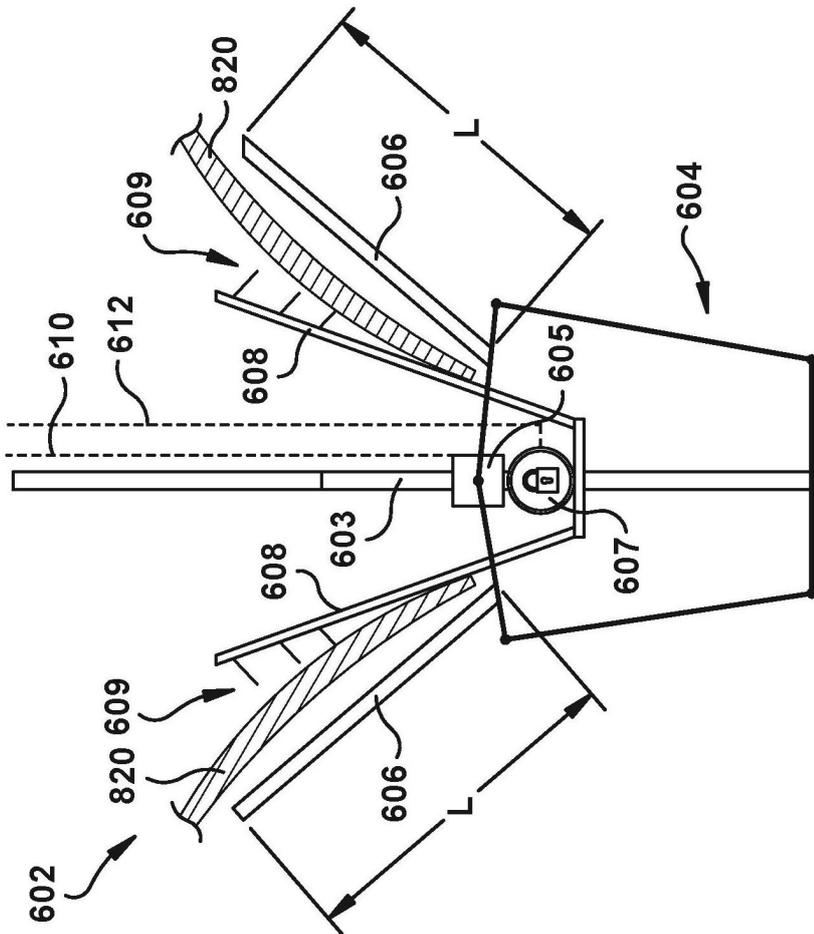
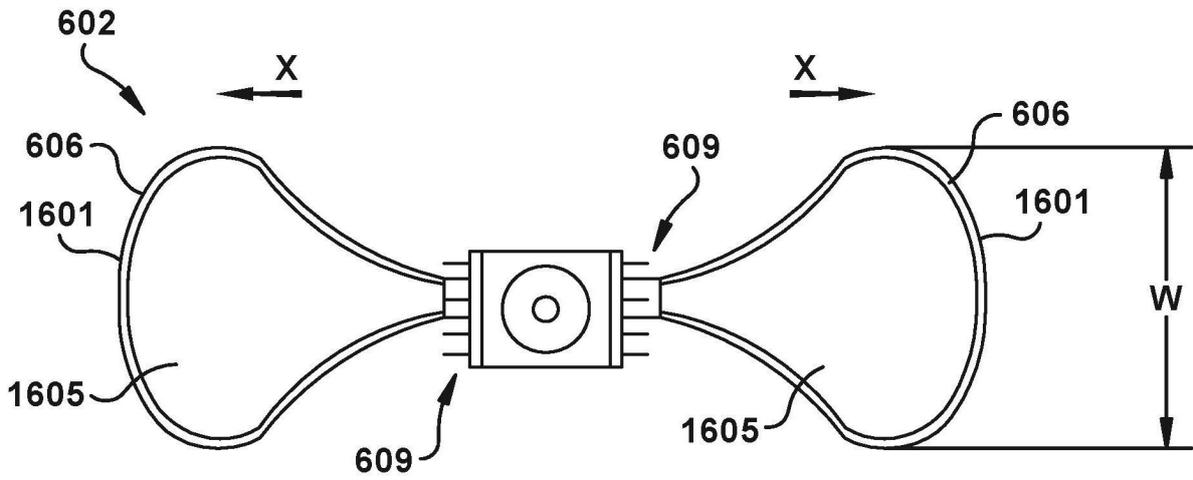
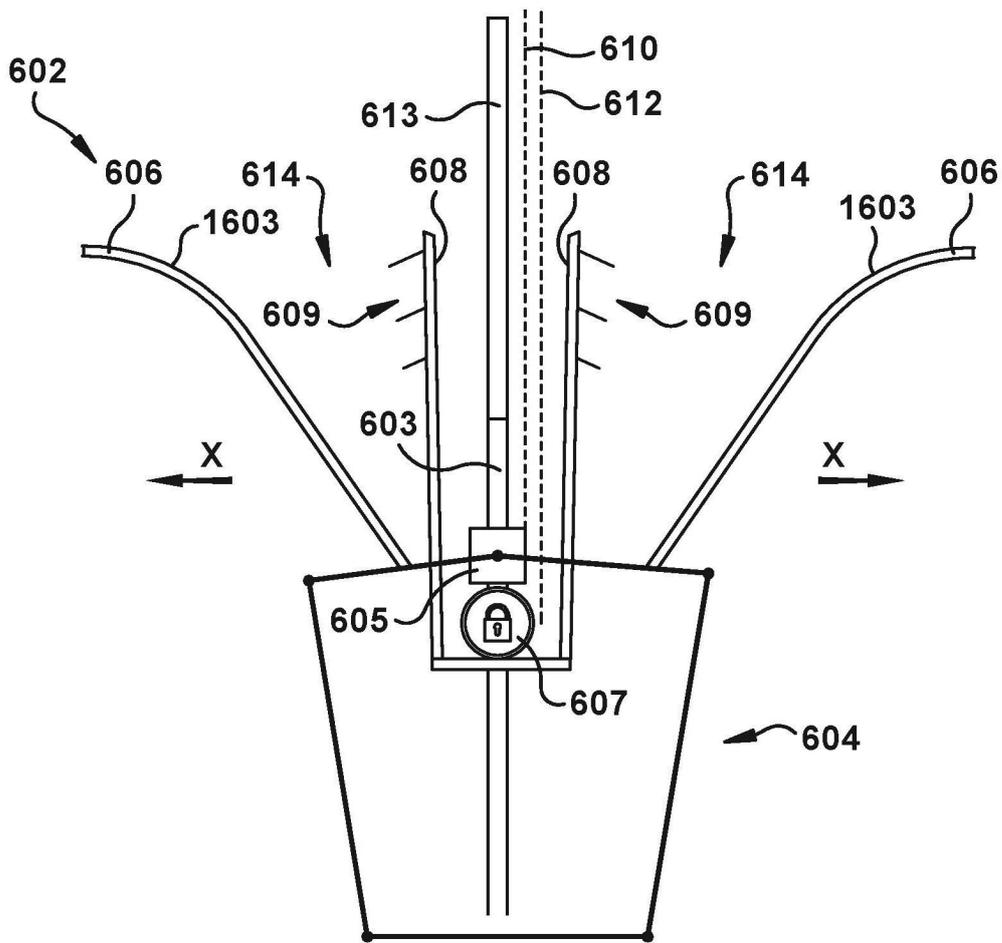


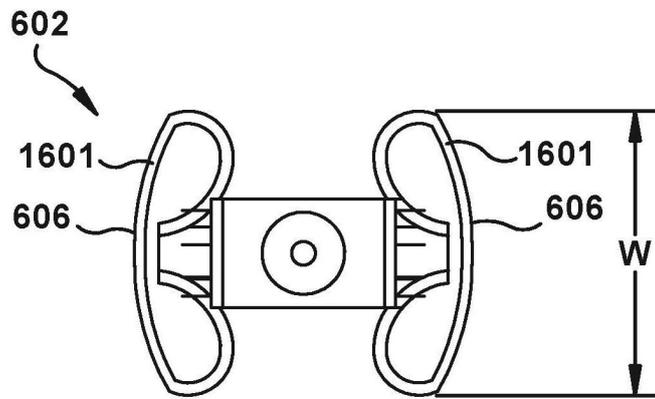
Figure 15A



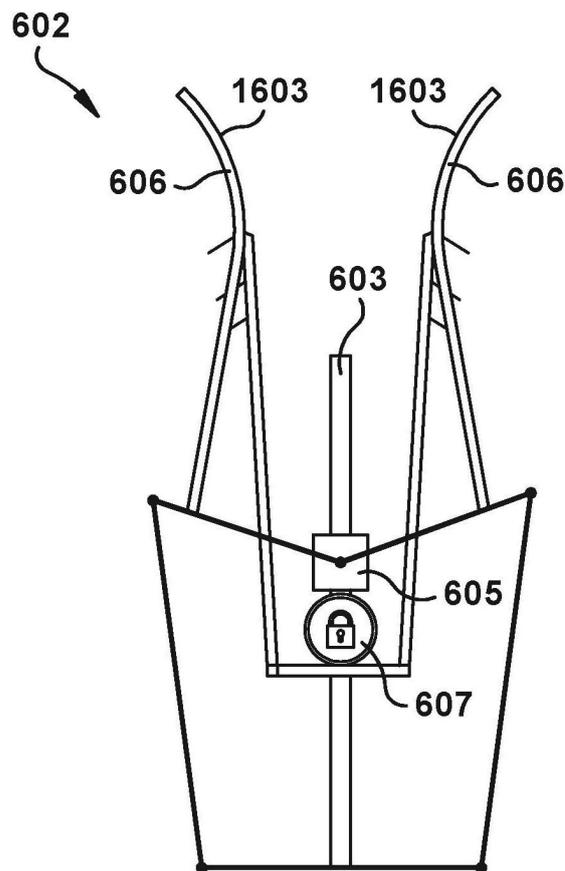
Figur 16B



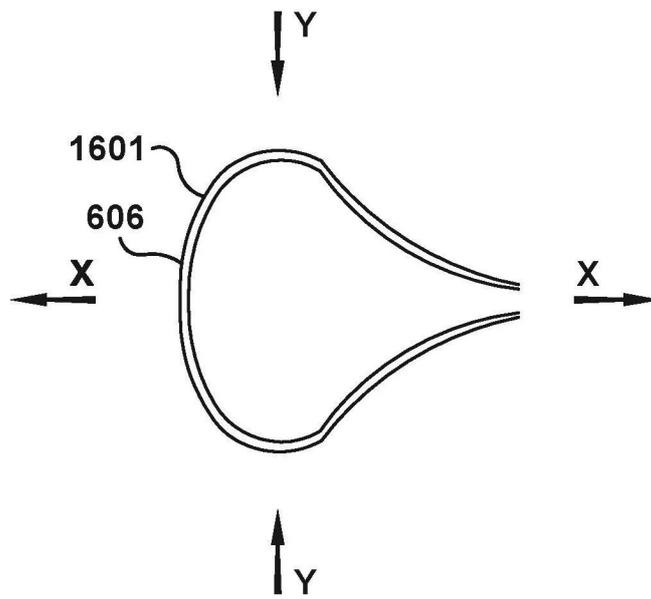
Figur 16A



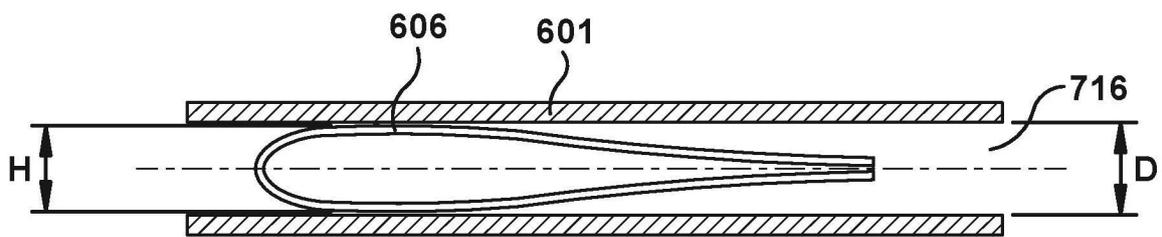
Figur 16D



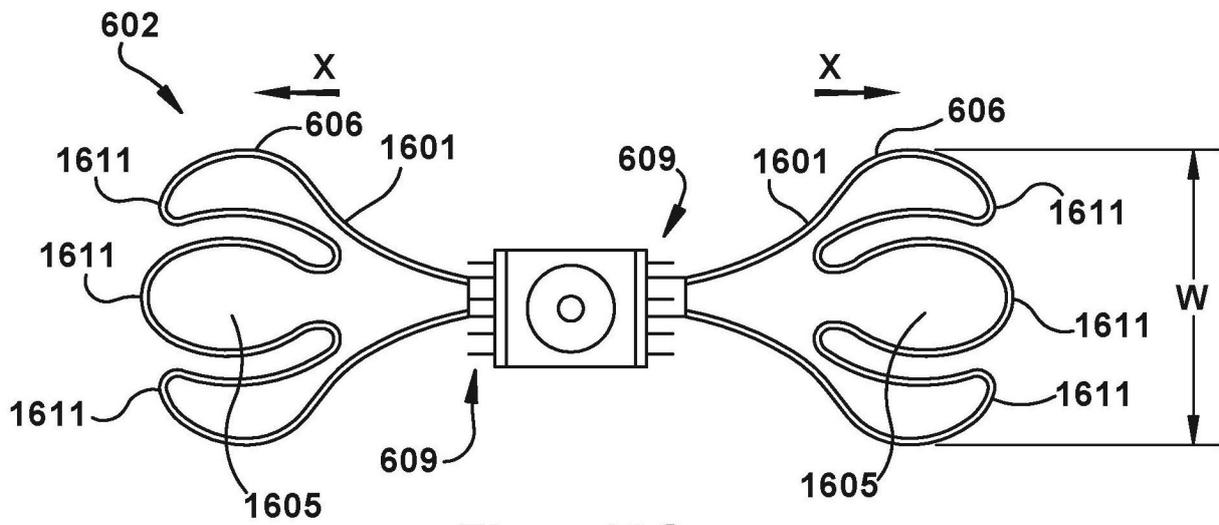
Figur 16C



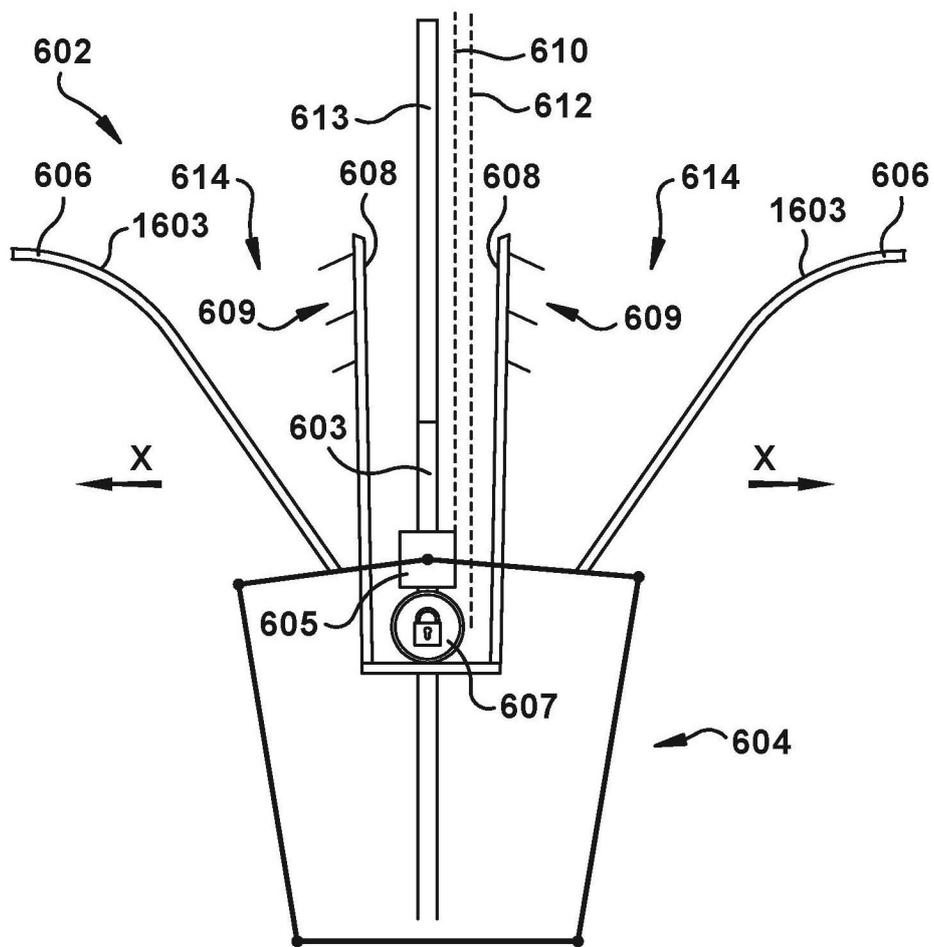
Figur 16F



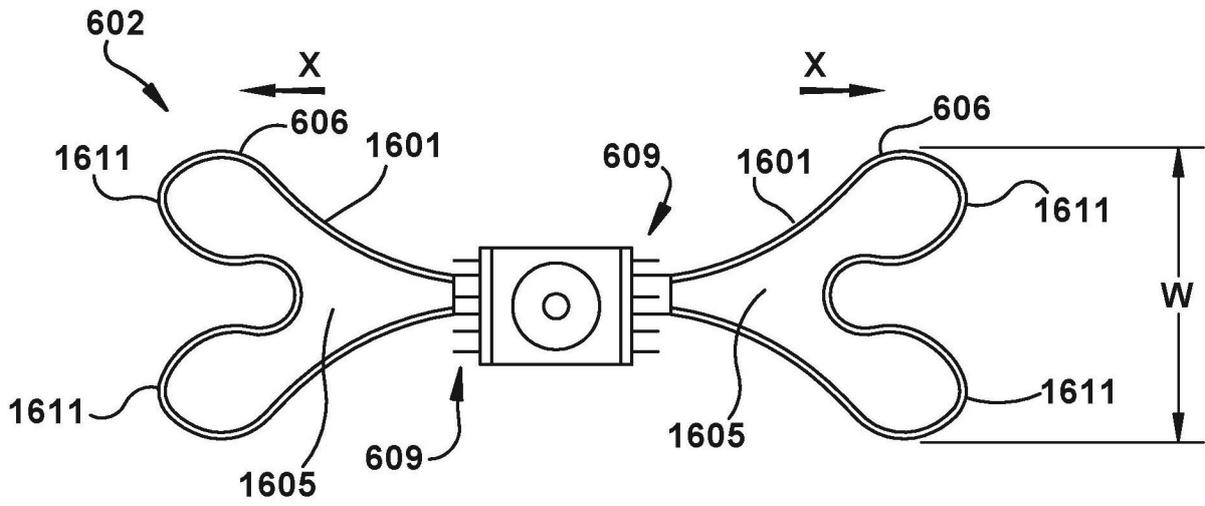
Figur 16E



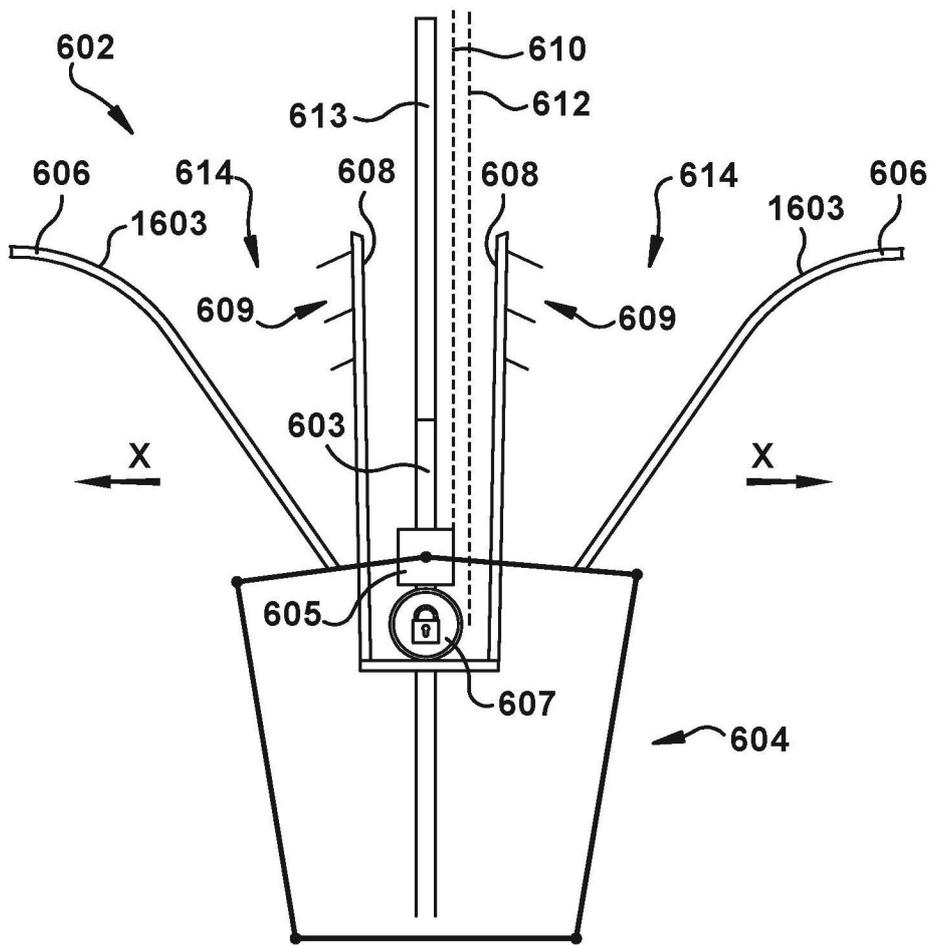
Figur 16G



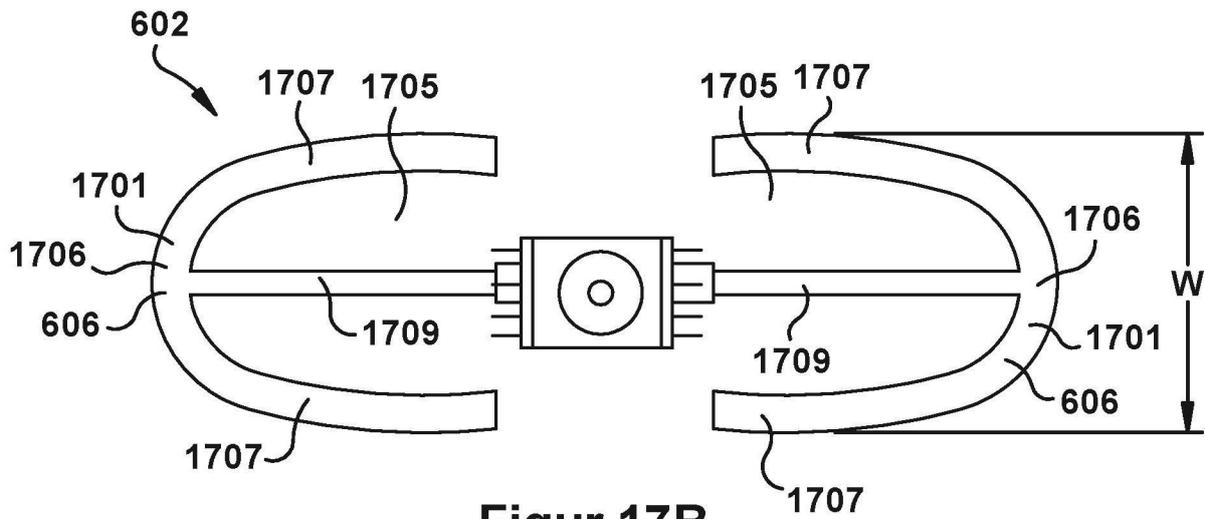
Figur 16H



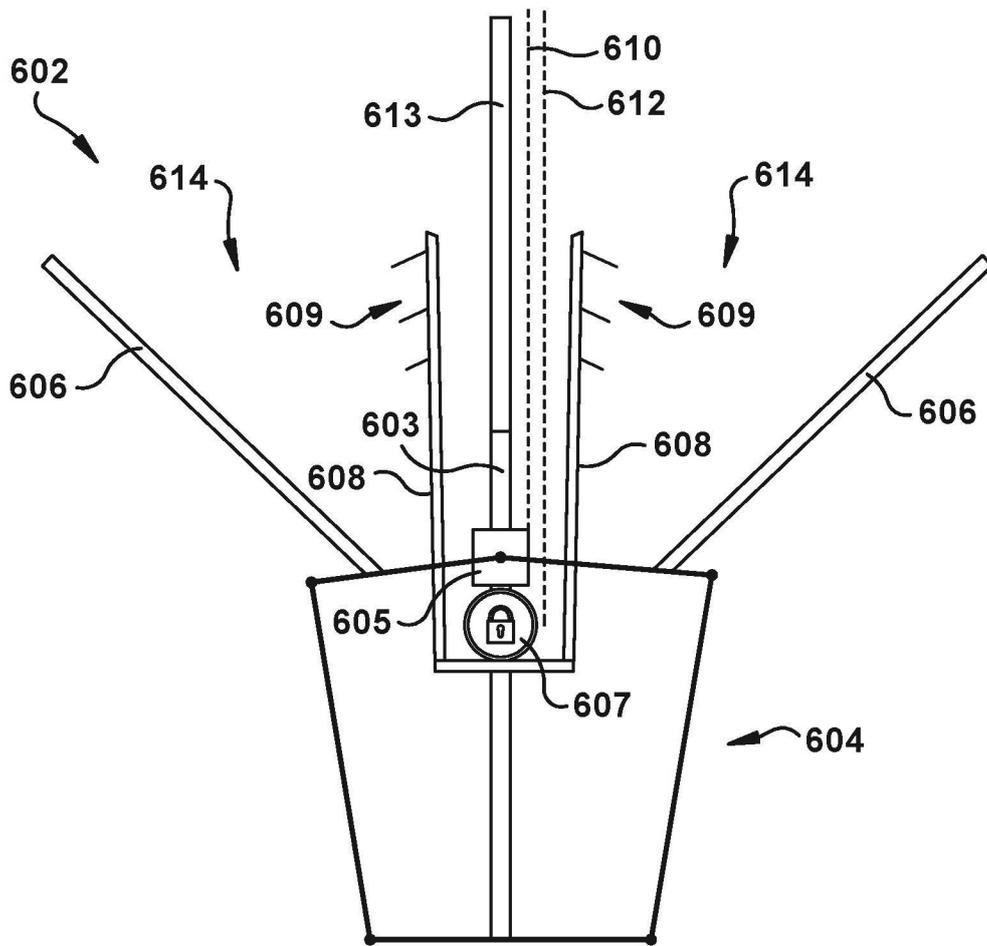
Figur 16 I



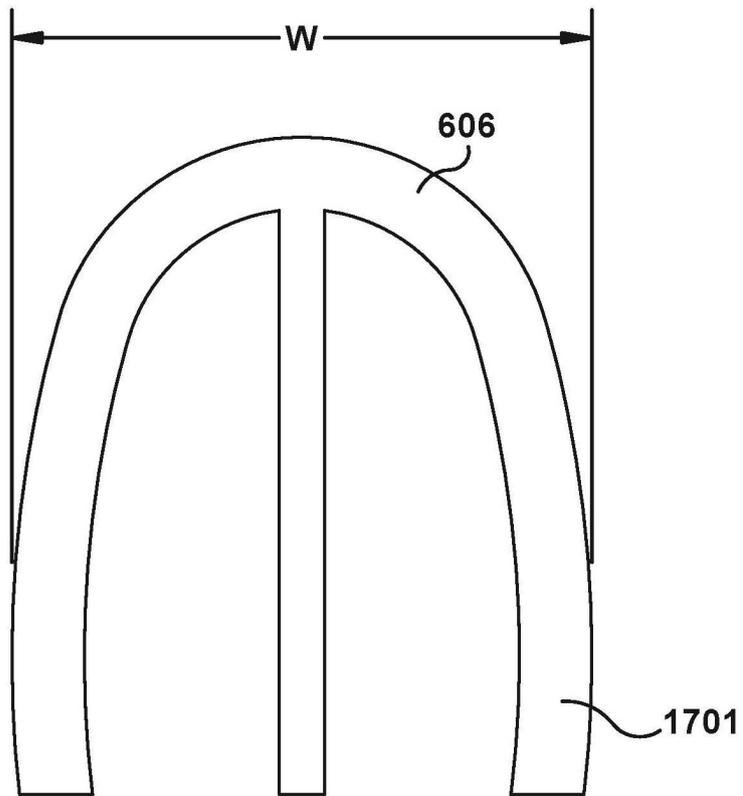
Figur 16J



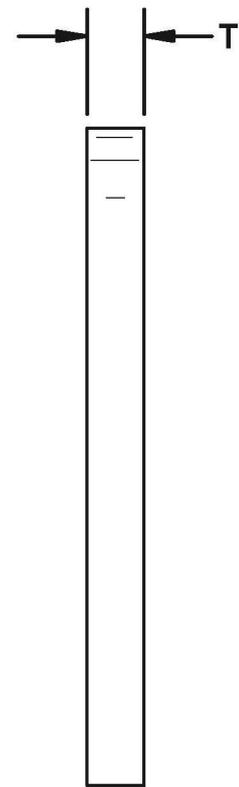
Figur 17B



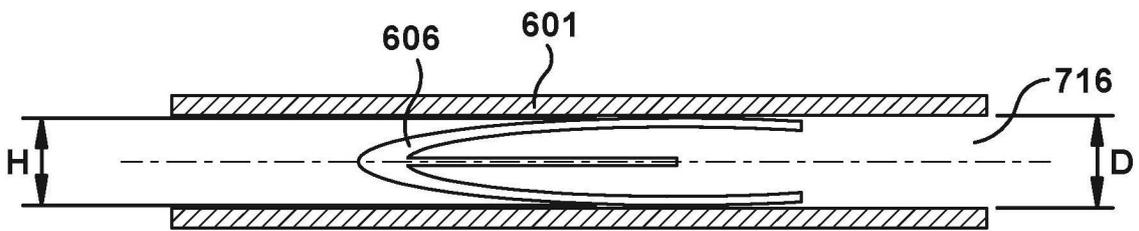
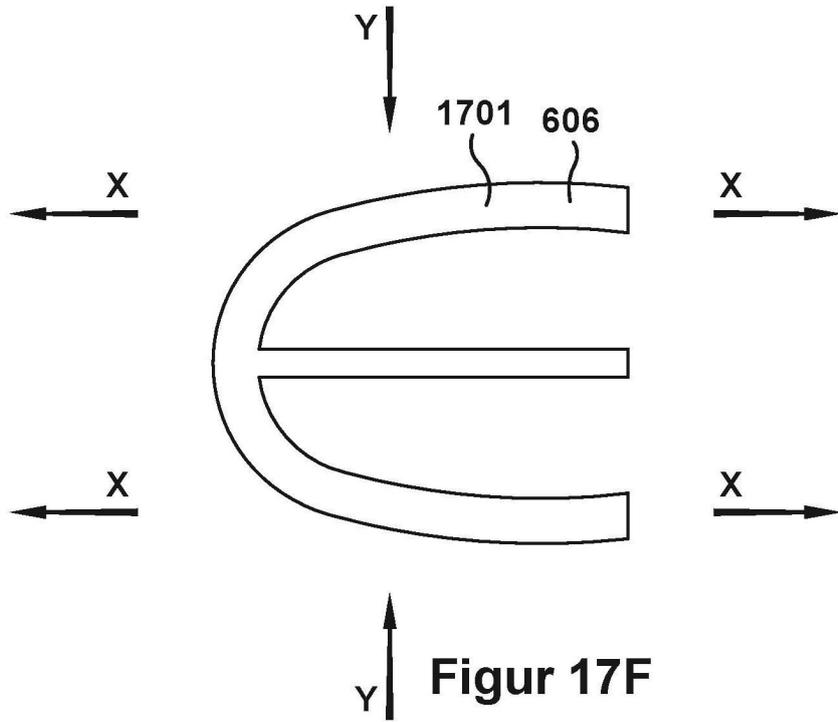
Figur 17A

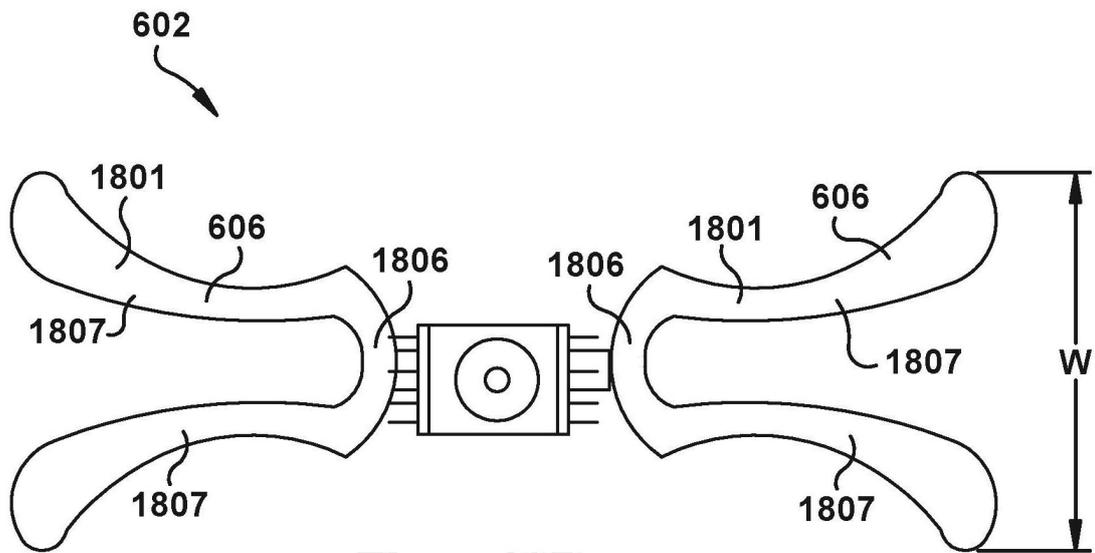


Figur 17C

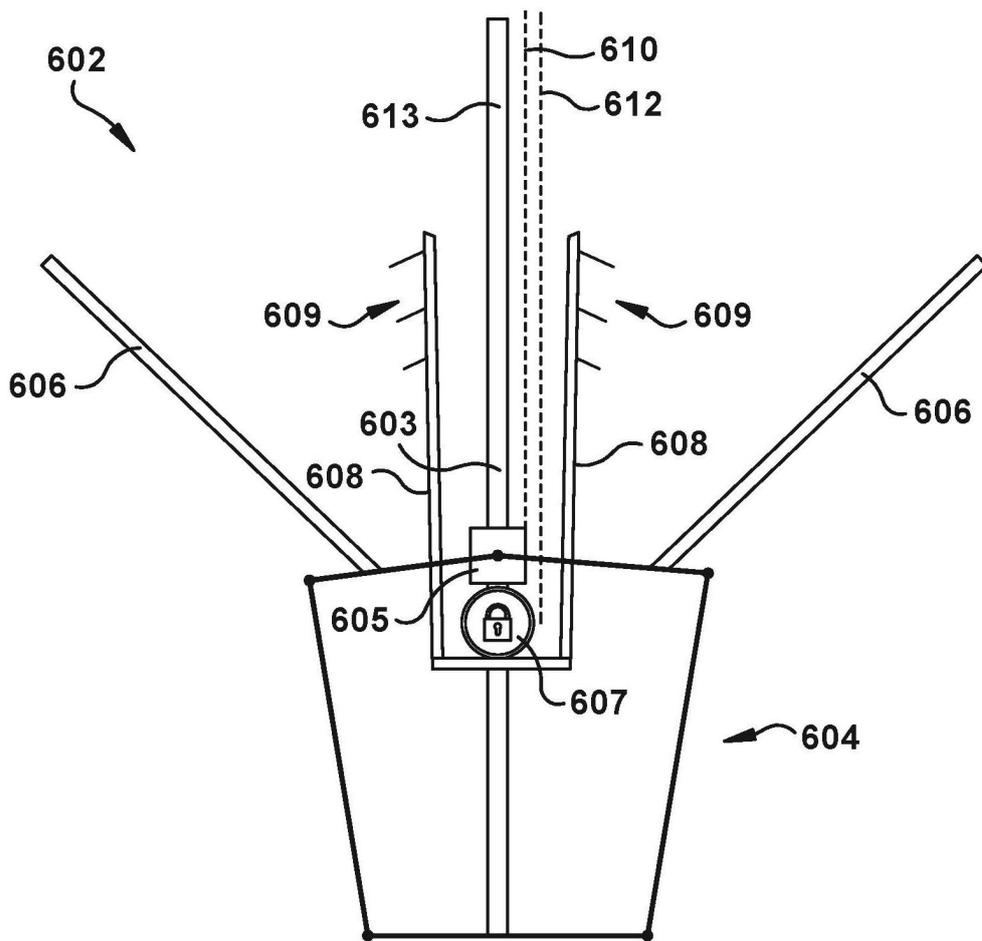


Figur 17D

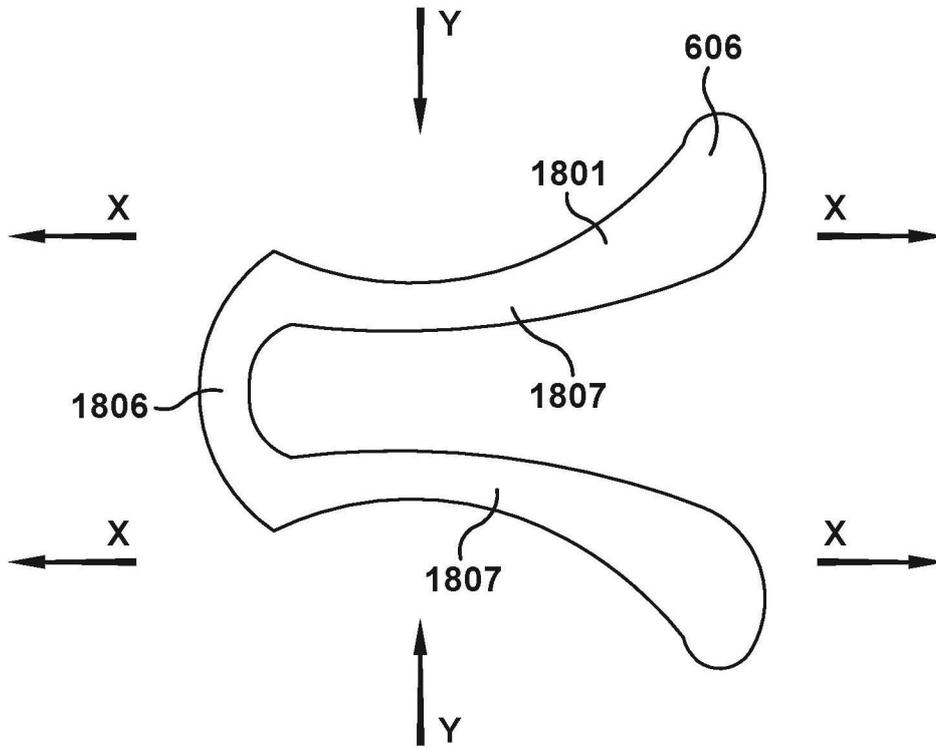




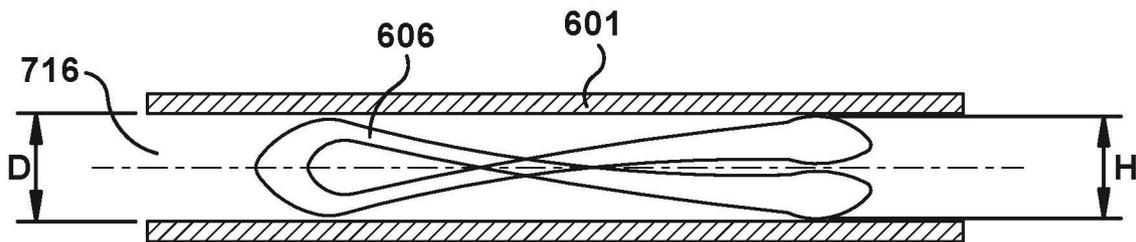
Figur 18B



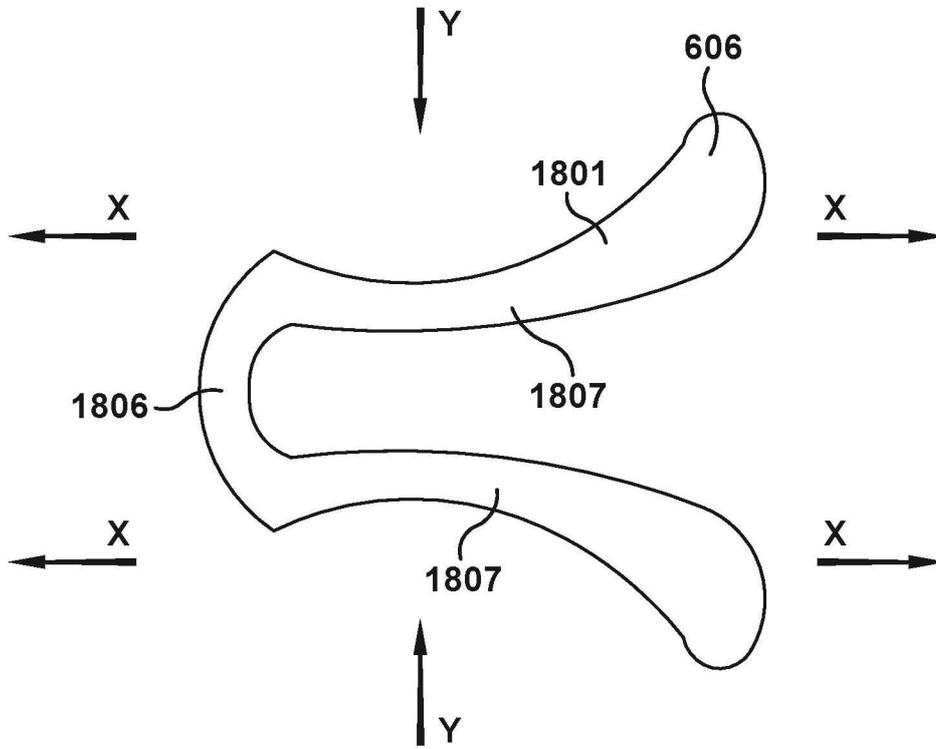
Figur 18A



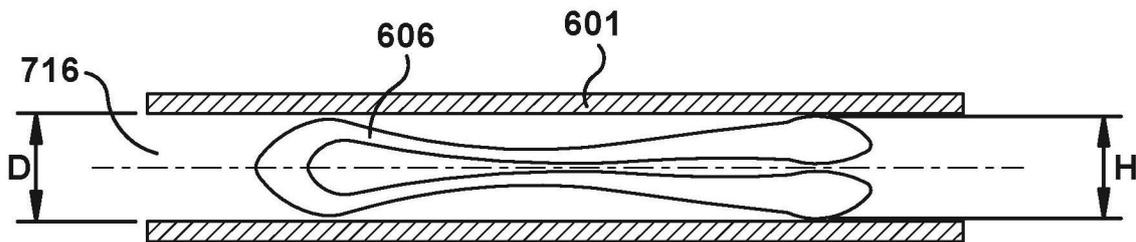
Figur 18D



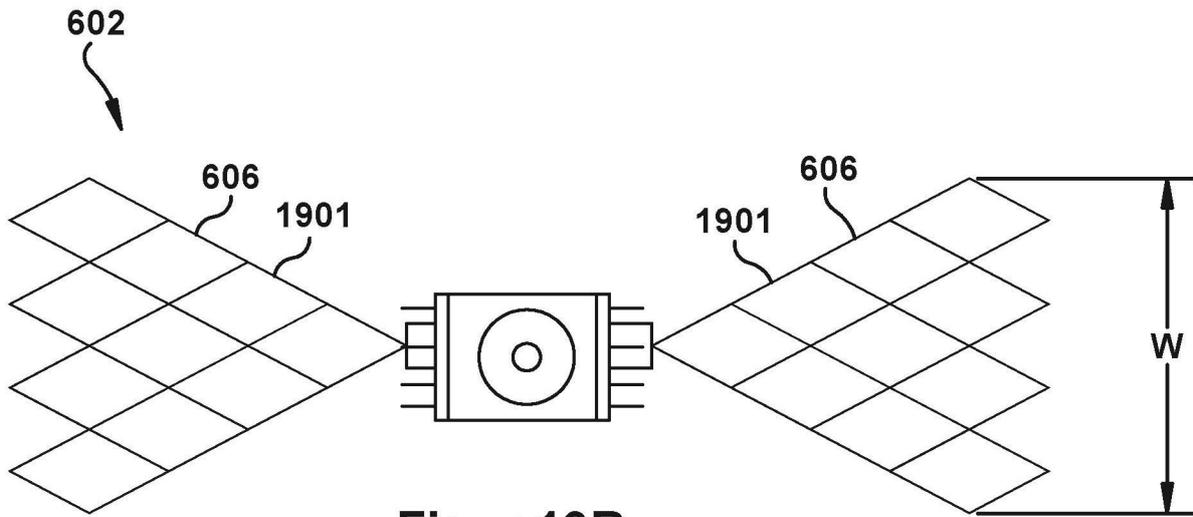
Figur 18C



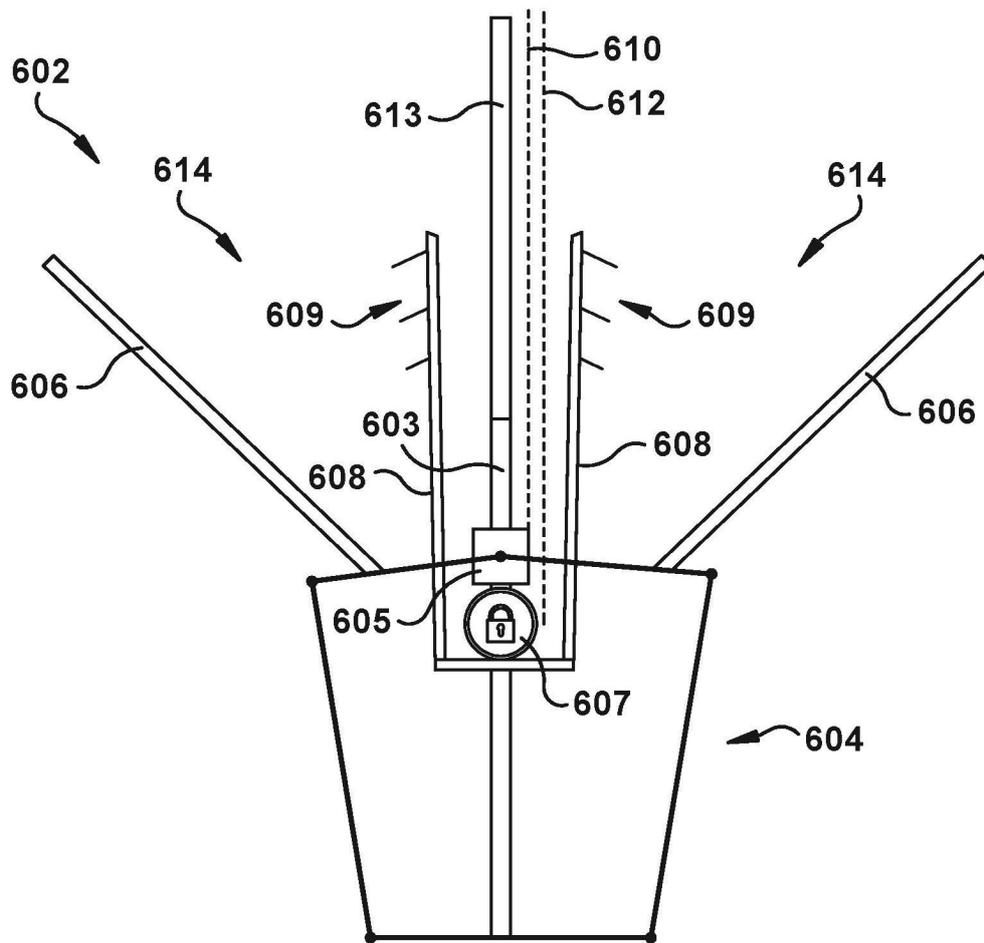
Figur 18F



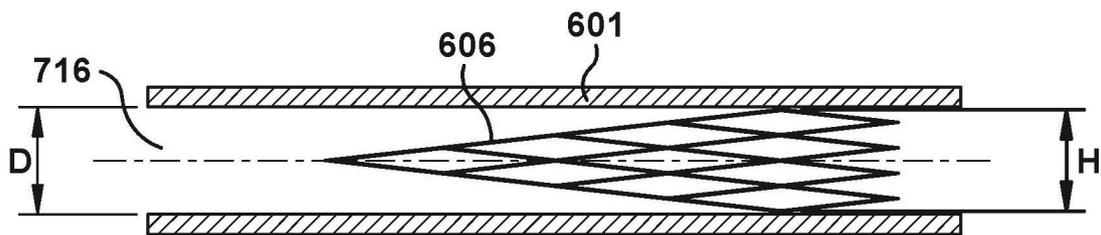
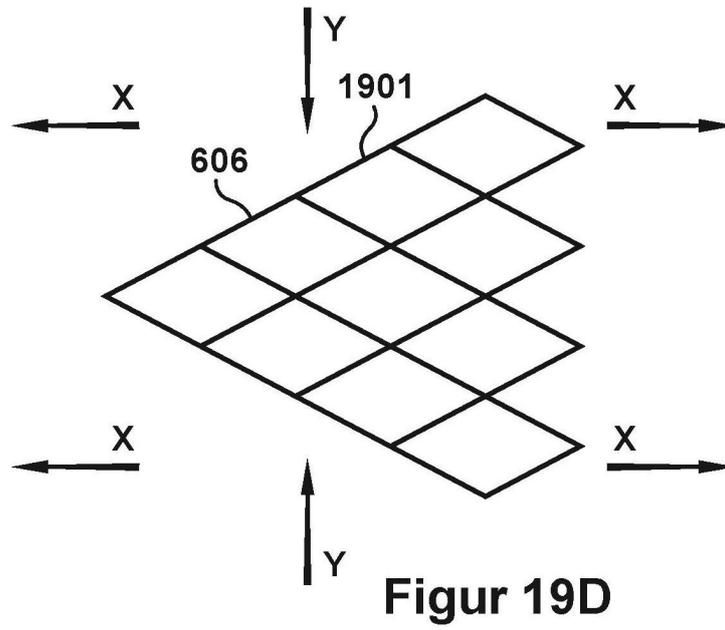
Figur 18E



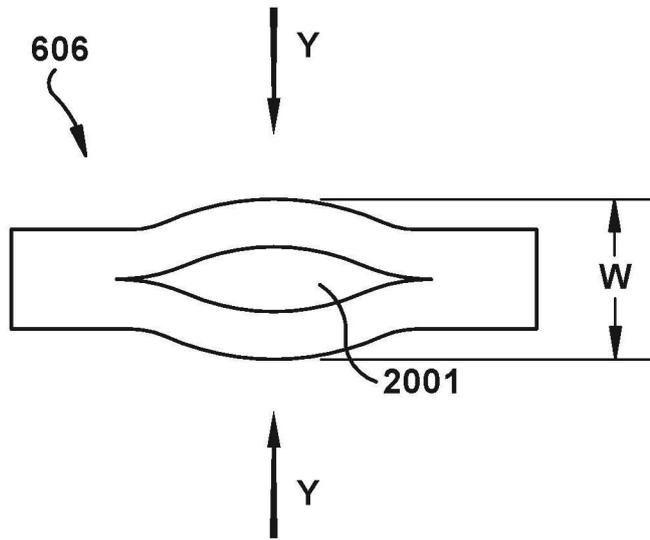
Figur 19B



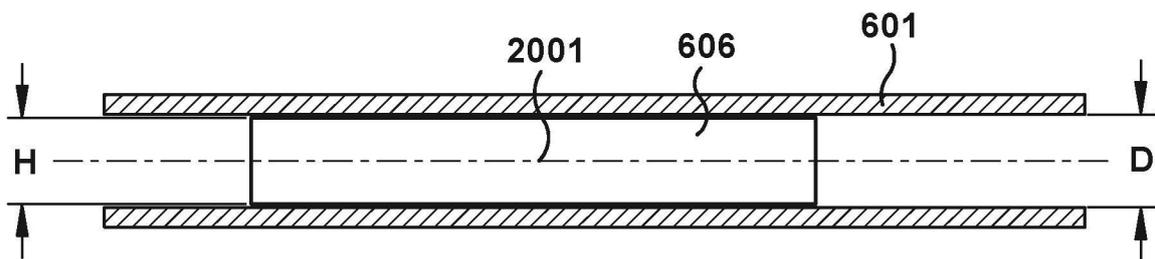
Figur 19A



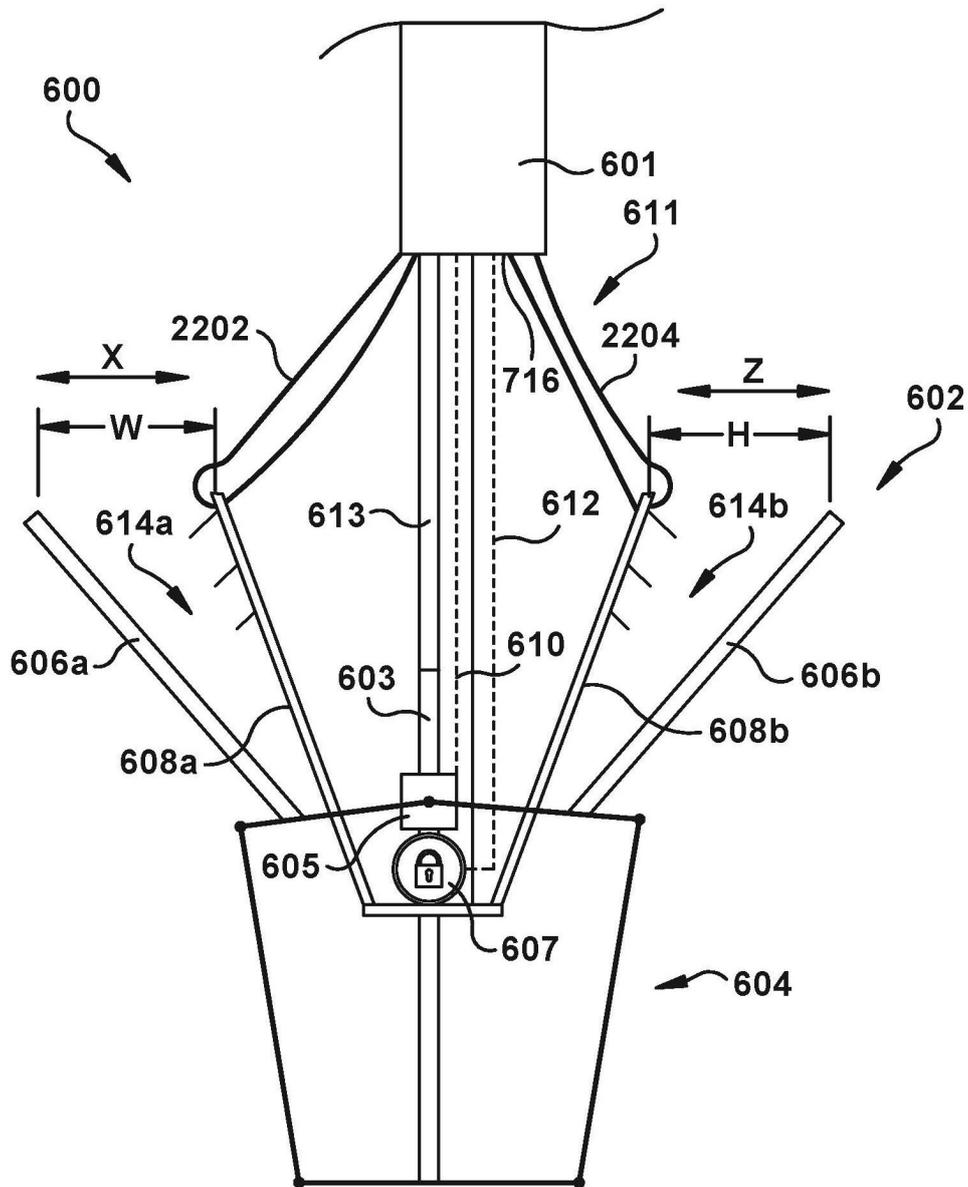
Figur 19C



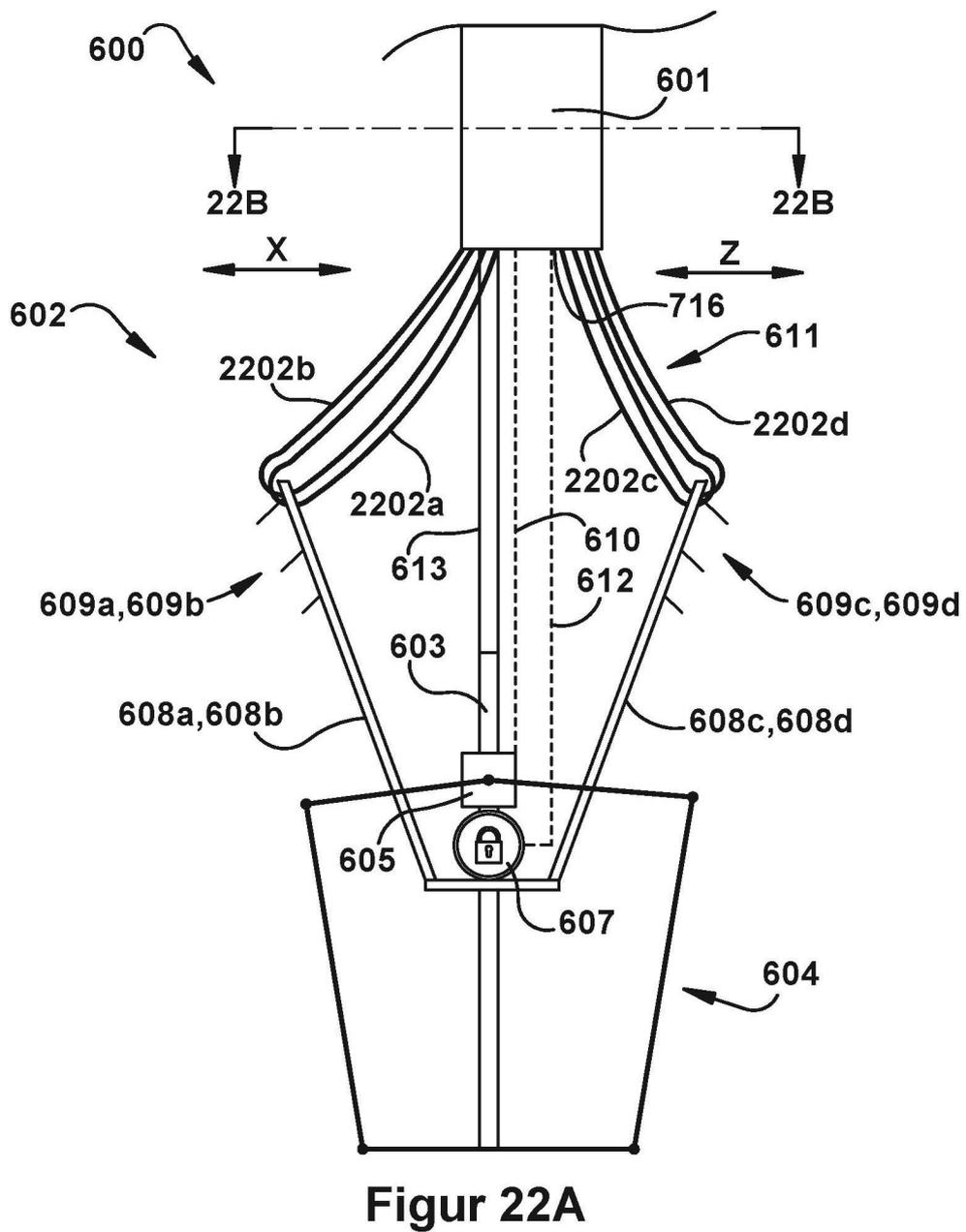
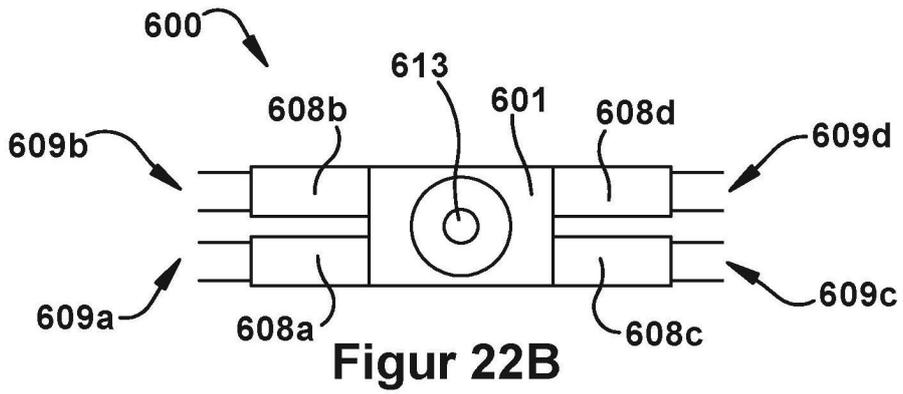
Figur 20B

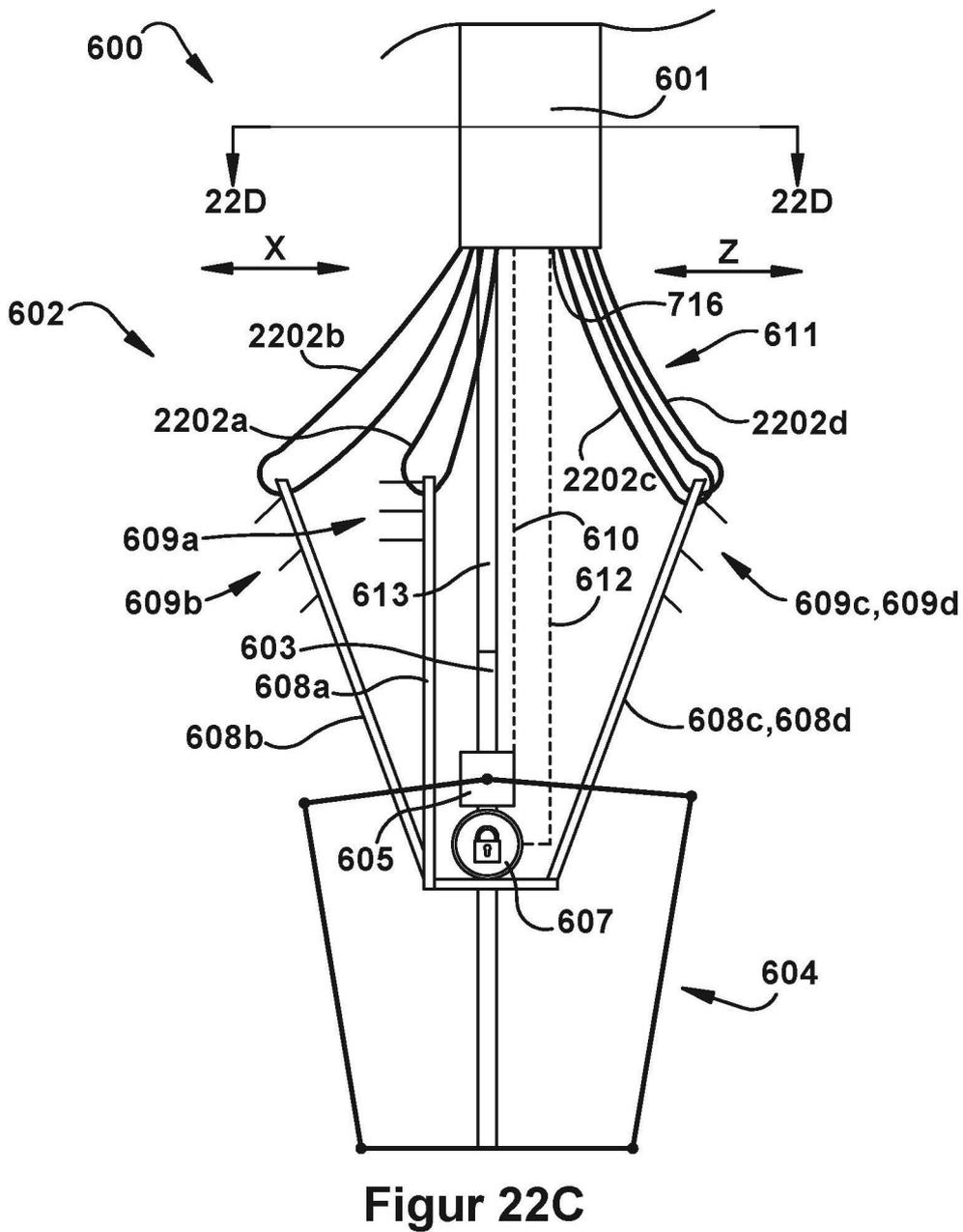
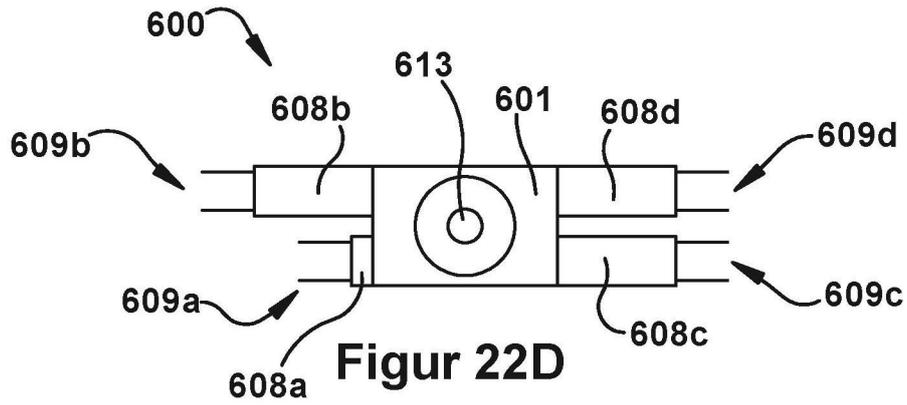


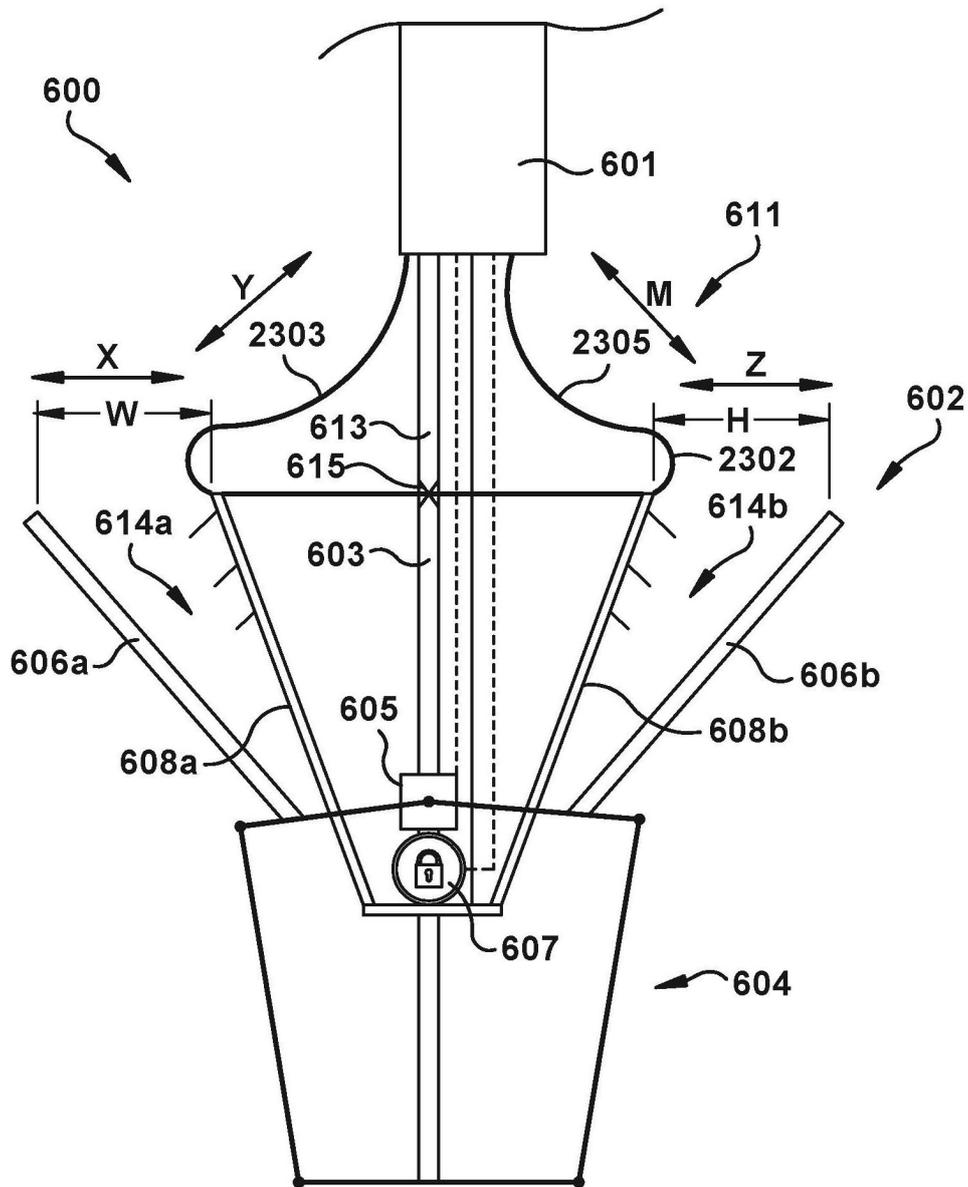
Figur 20A



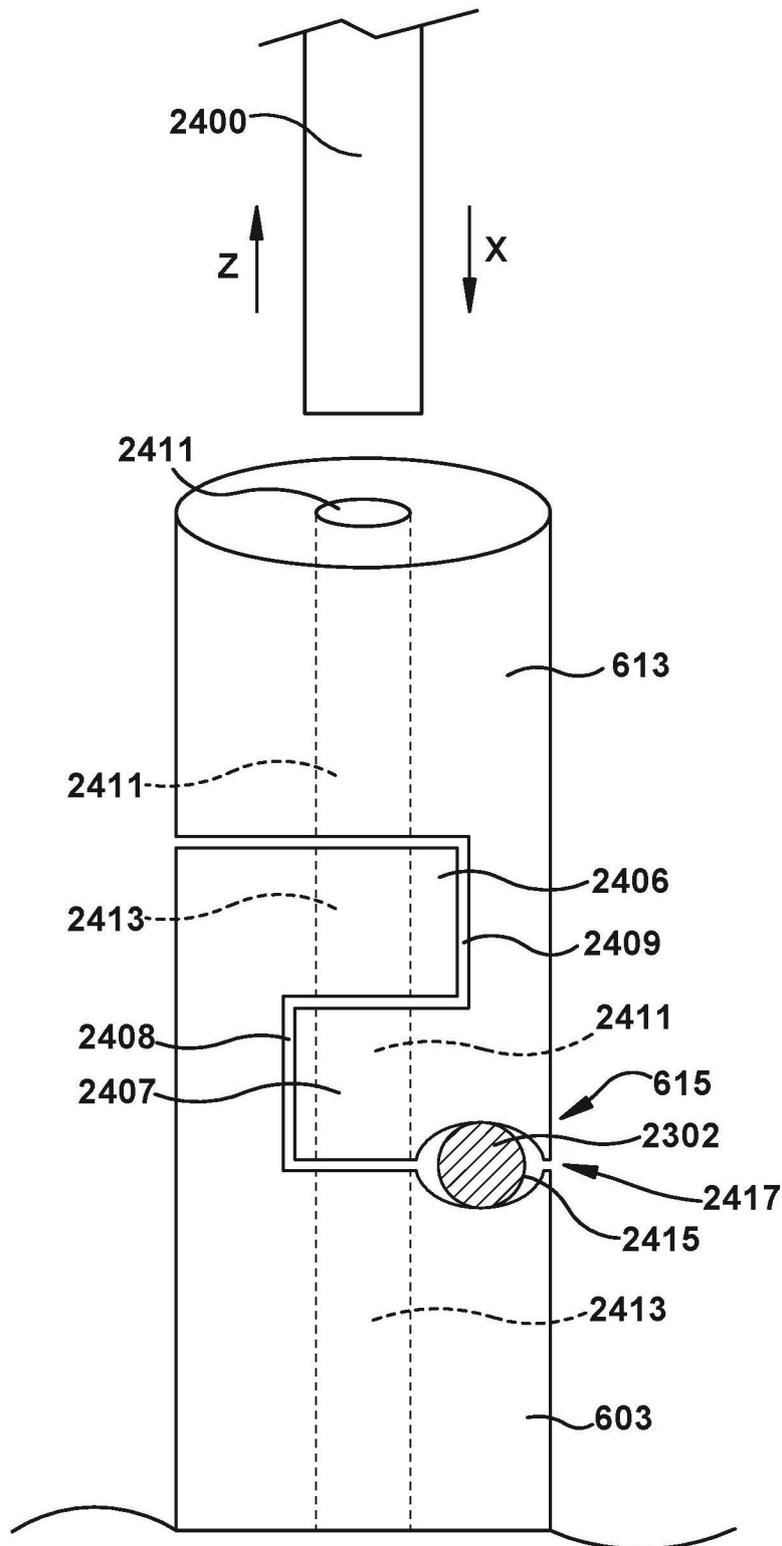
Figur 22



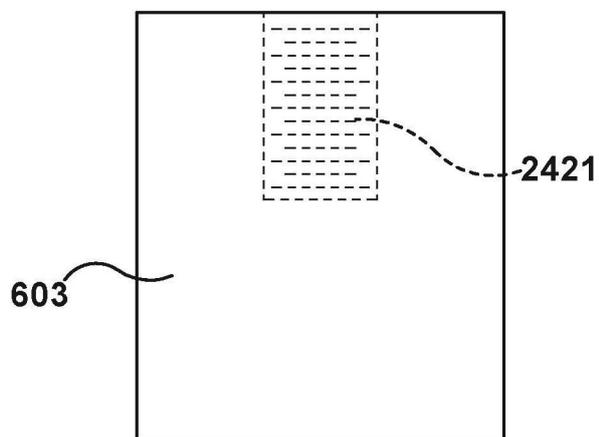
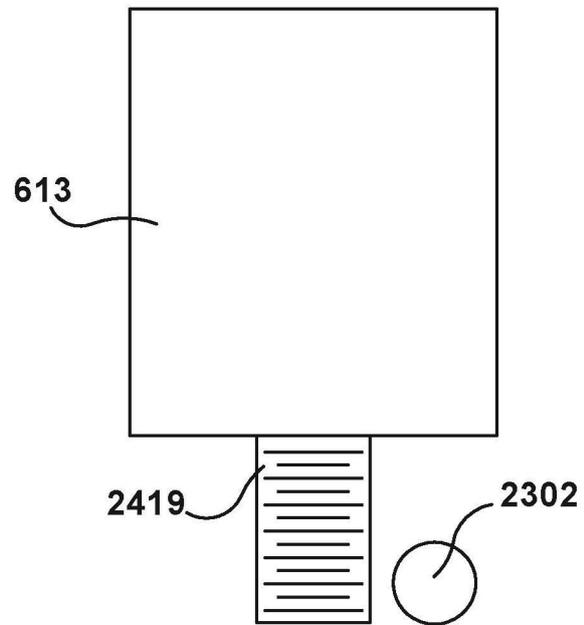




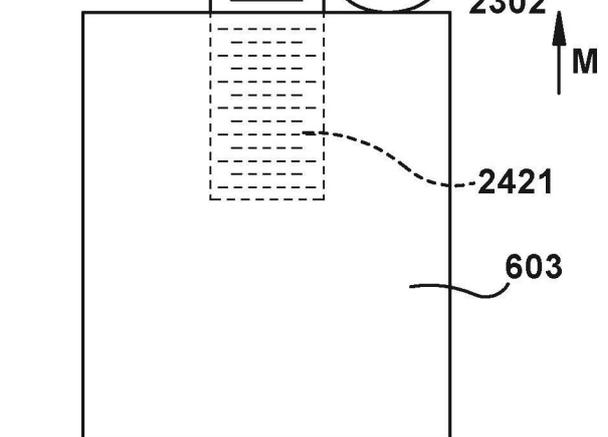
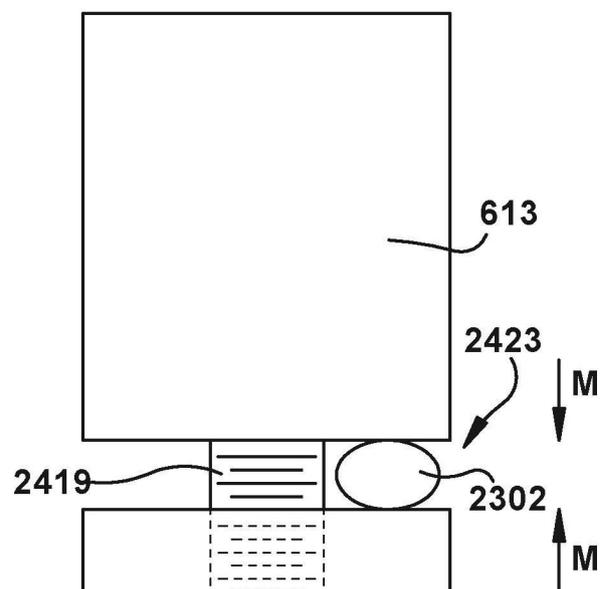
Figur 23



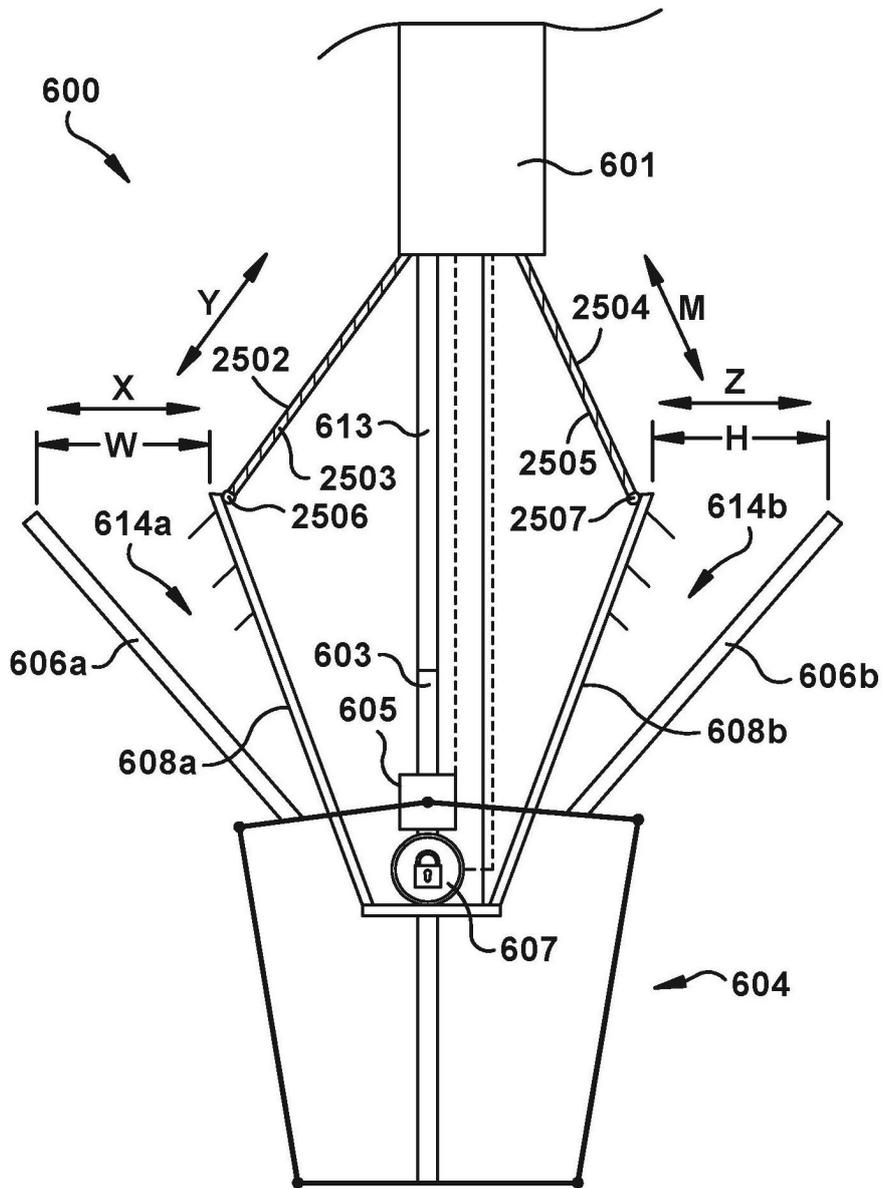
Figur 24



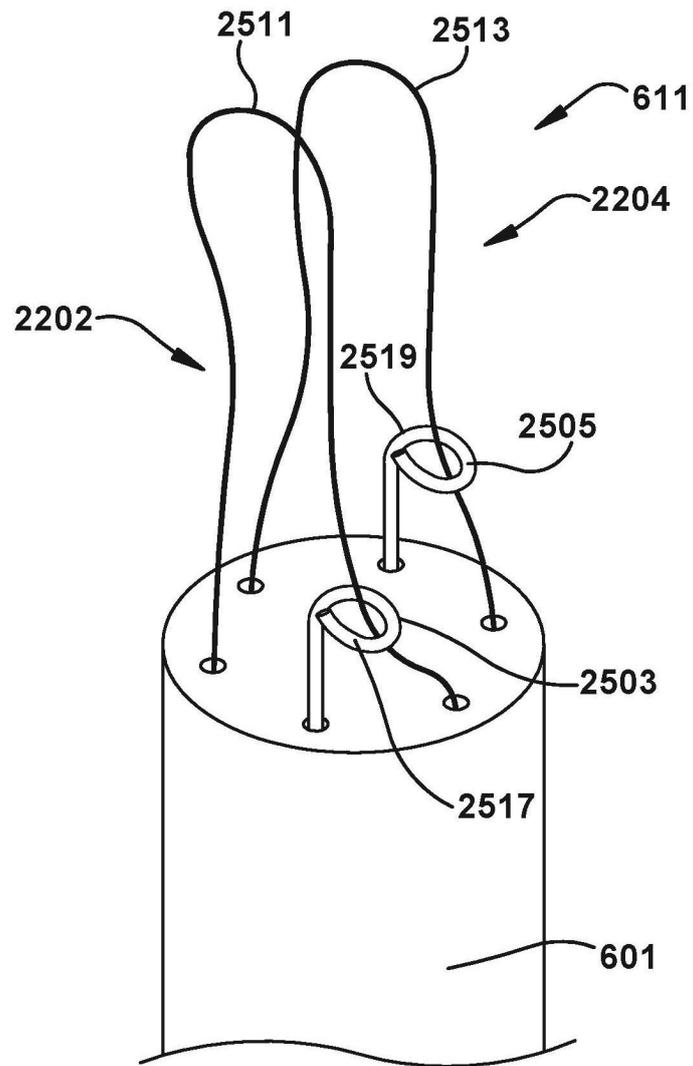
Figur 24A



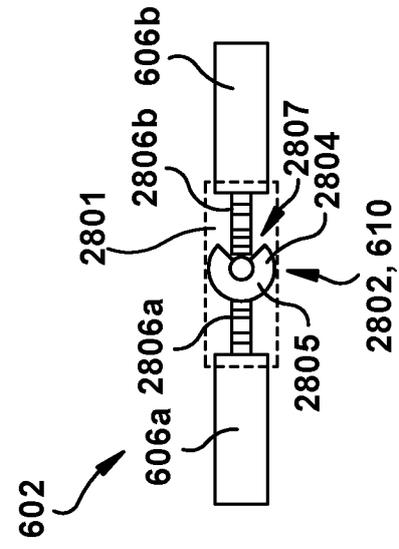
Figur 24B



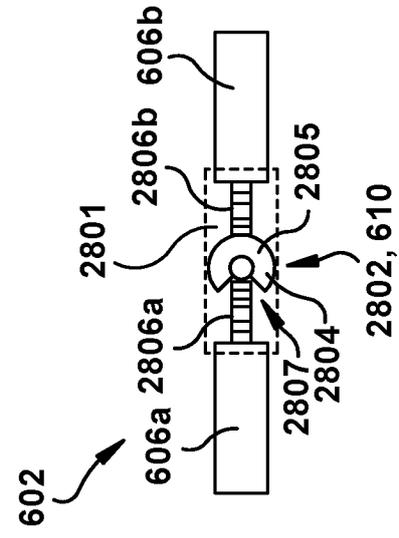
Figur 25



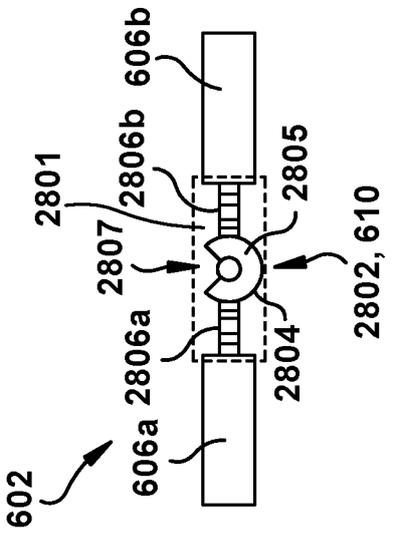
Figur 25A



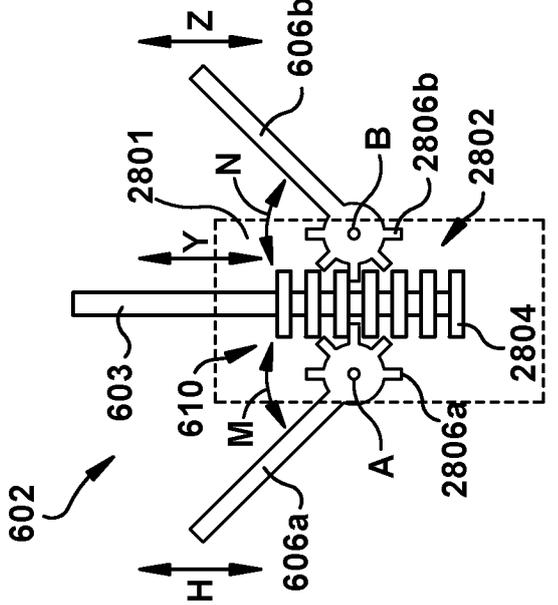
Figur 28B



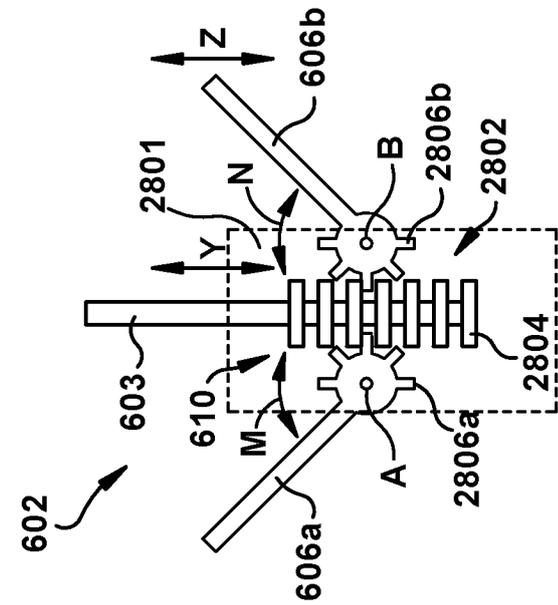
Figur 28D



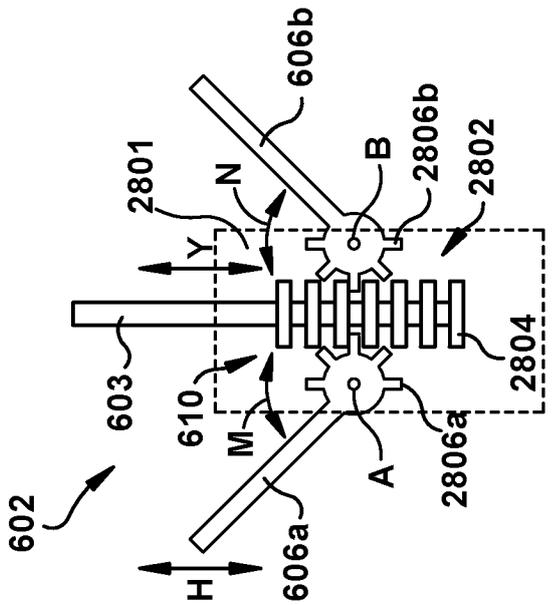
Figur 28F



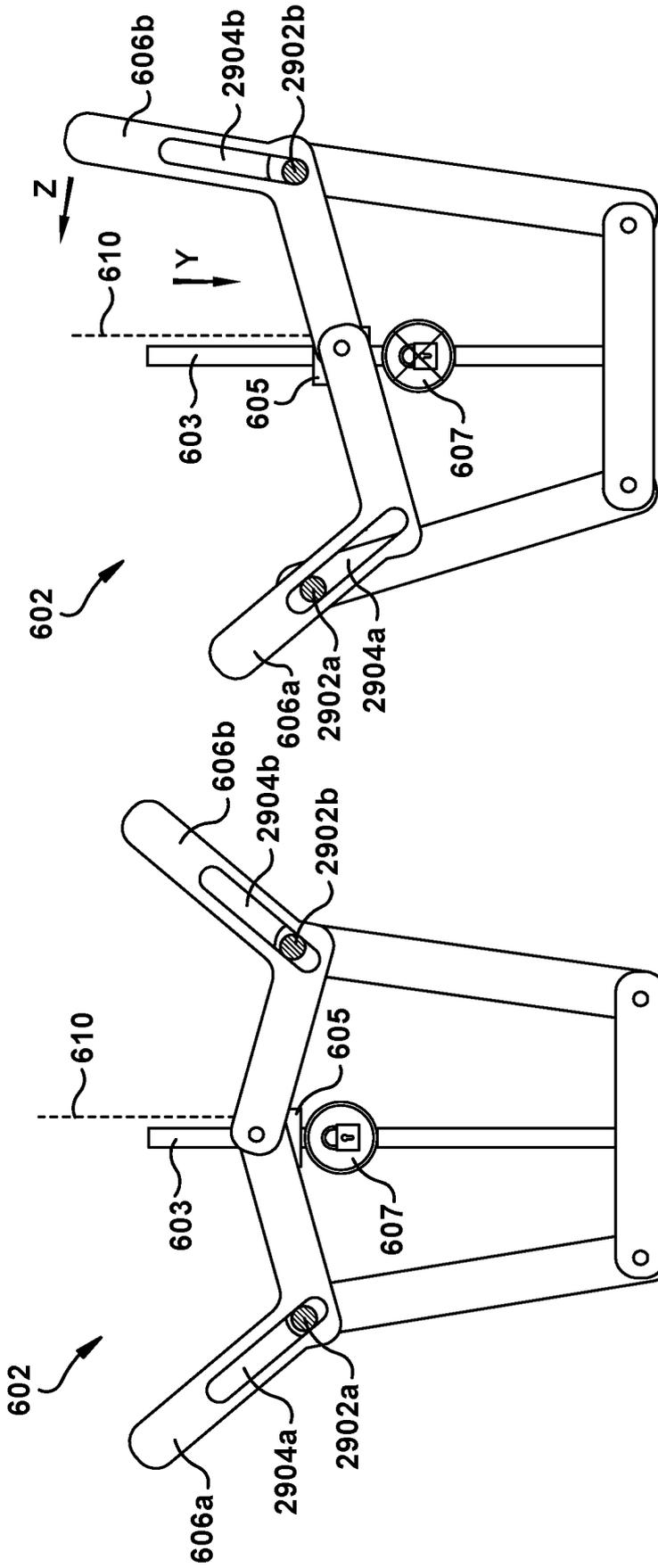
Figur 28A



Figur 28C

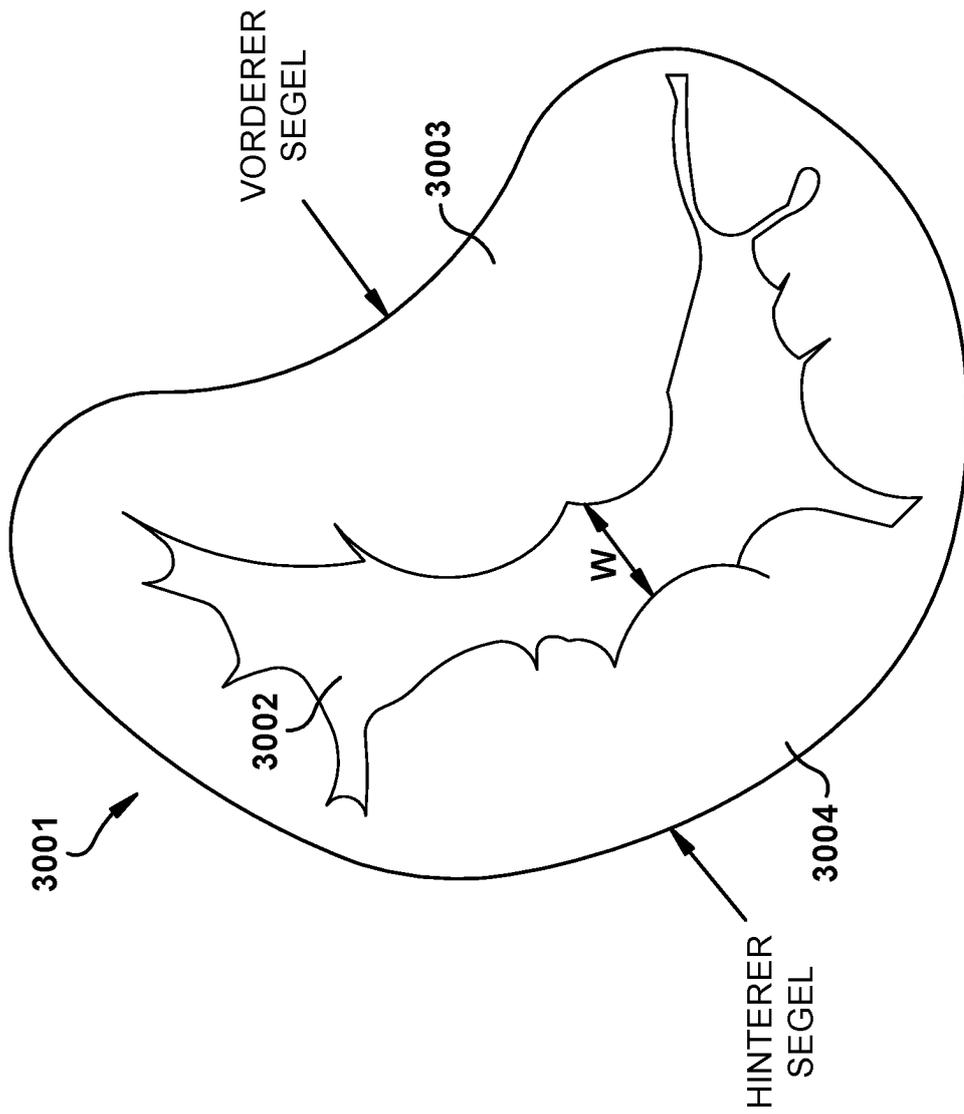


Figur 28E

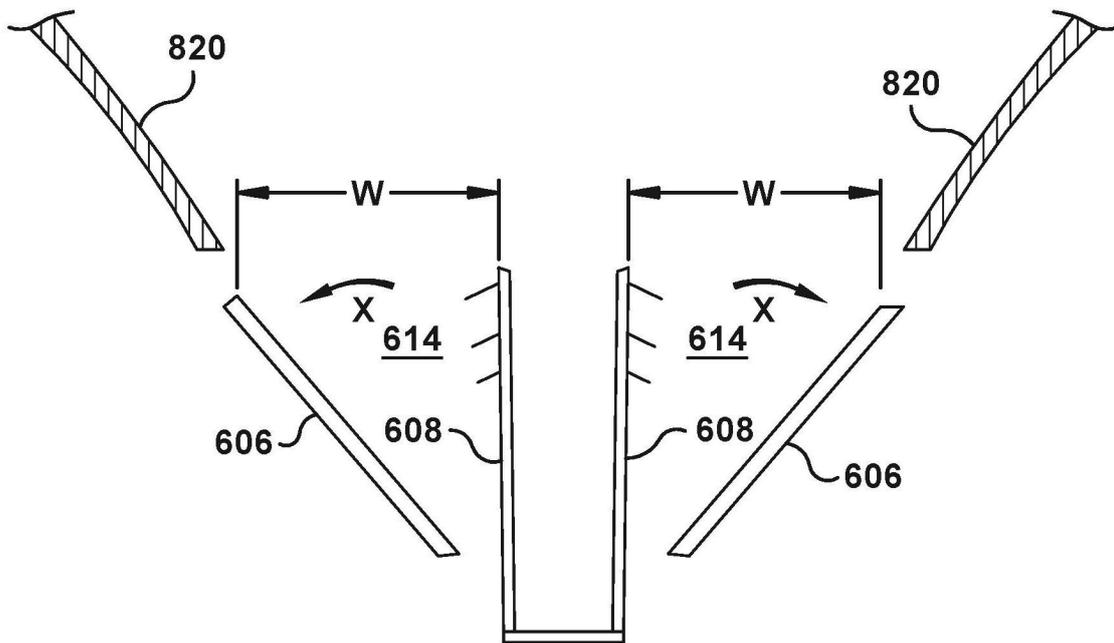


Figur 29B

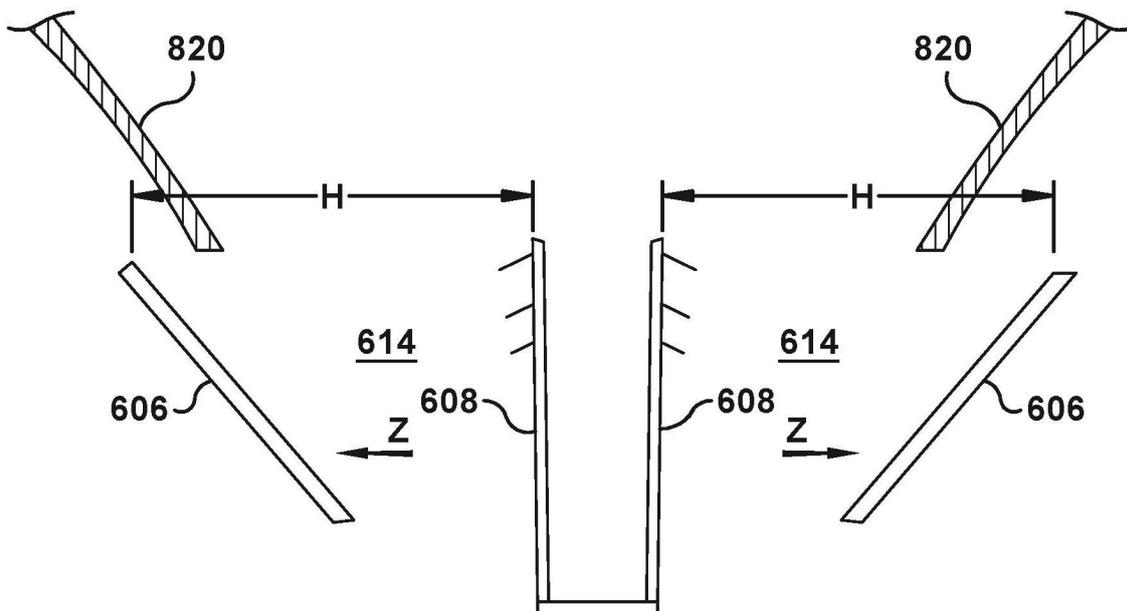
Figur 29A



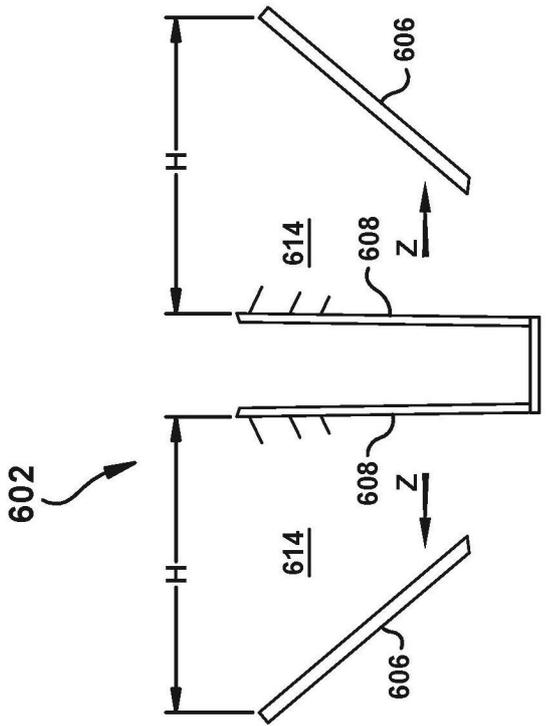
Figur 30



Figur 31A

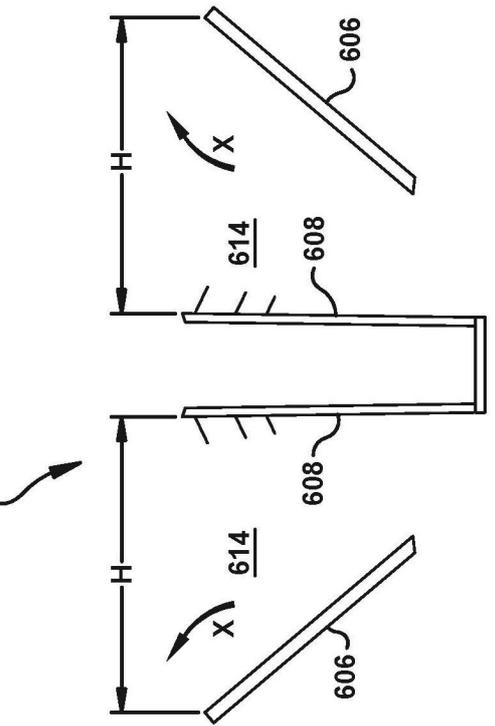


Figur 31B



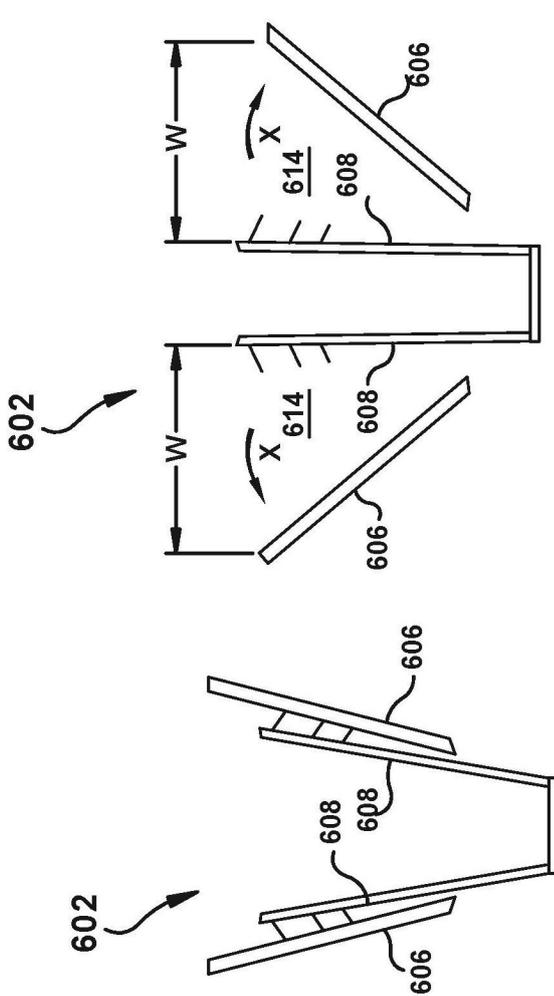
Figur 32A

Figur 32B



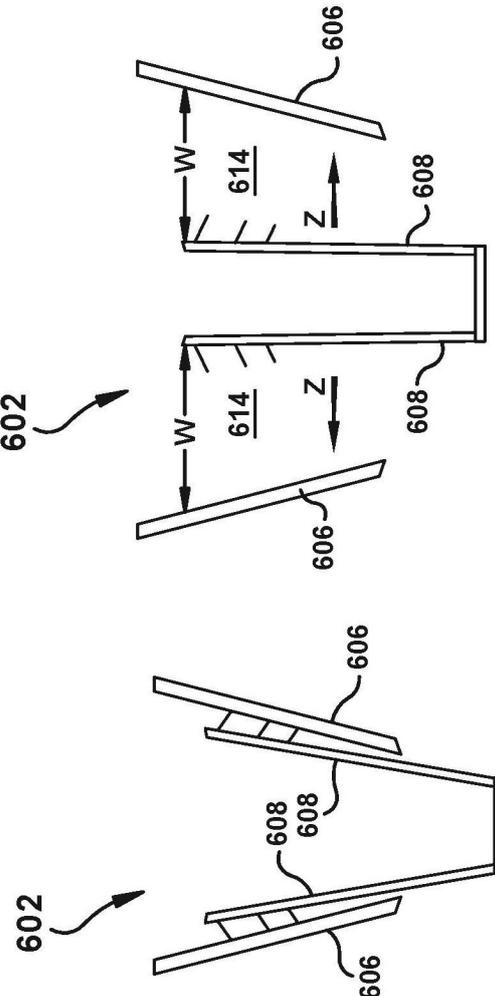
Figur 33A

Figur 33B



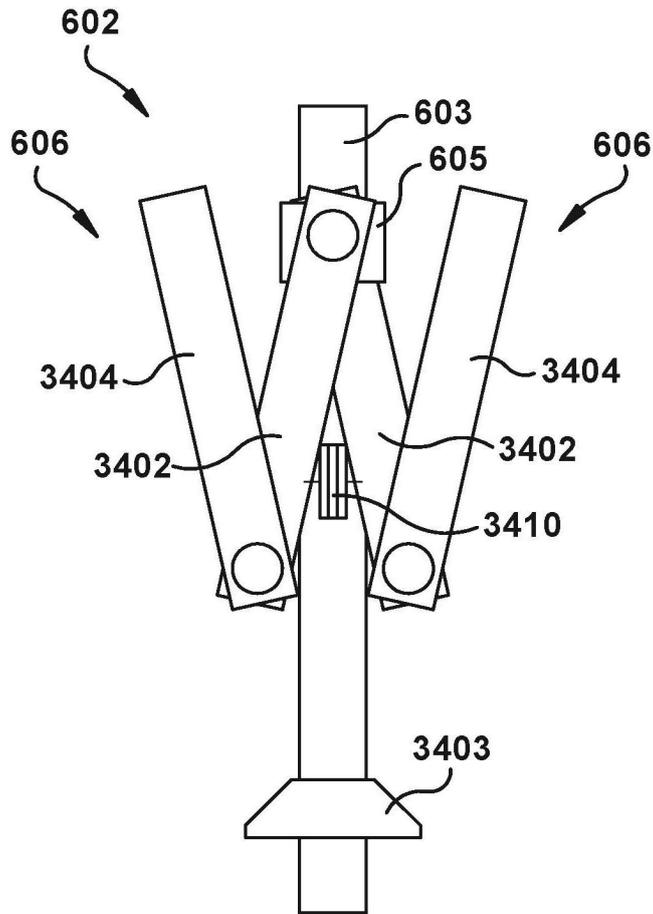
Figur 32C

Figur 32D

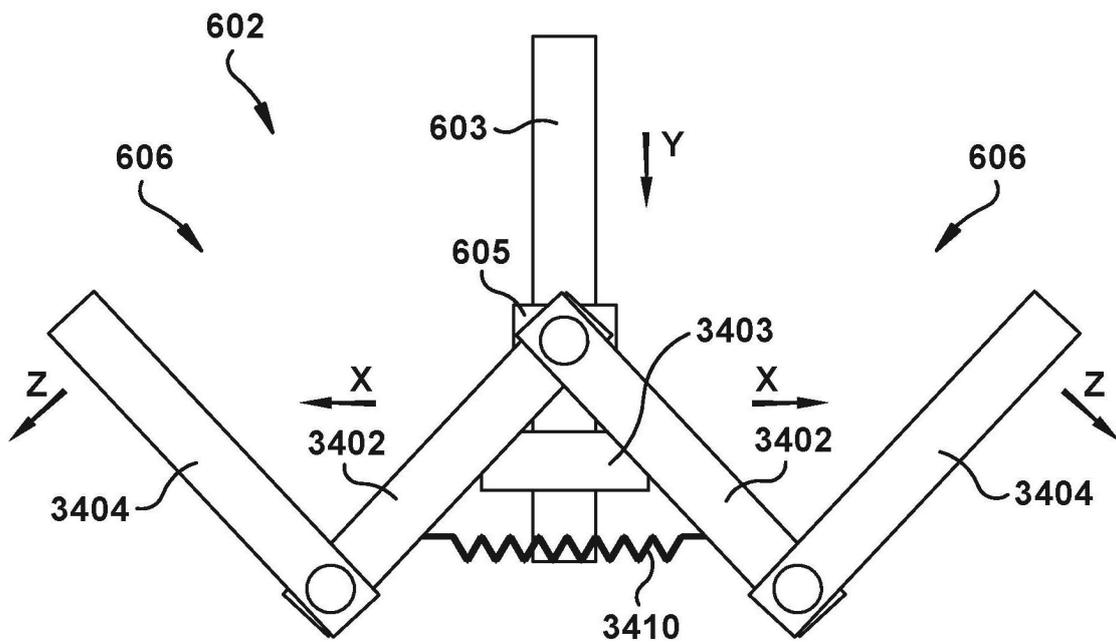


Figur 33C

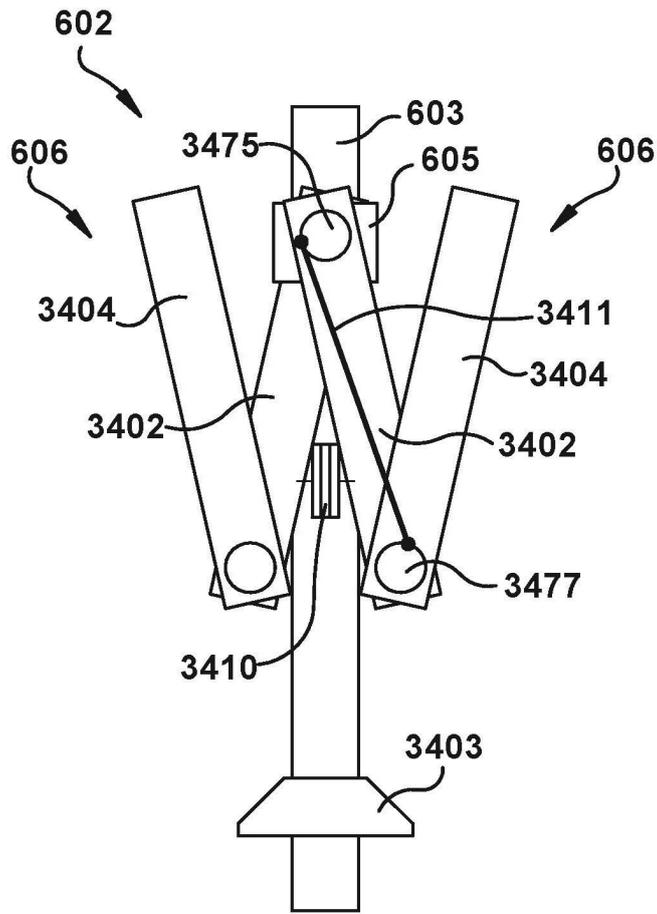
Figur 33D



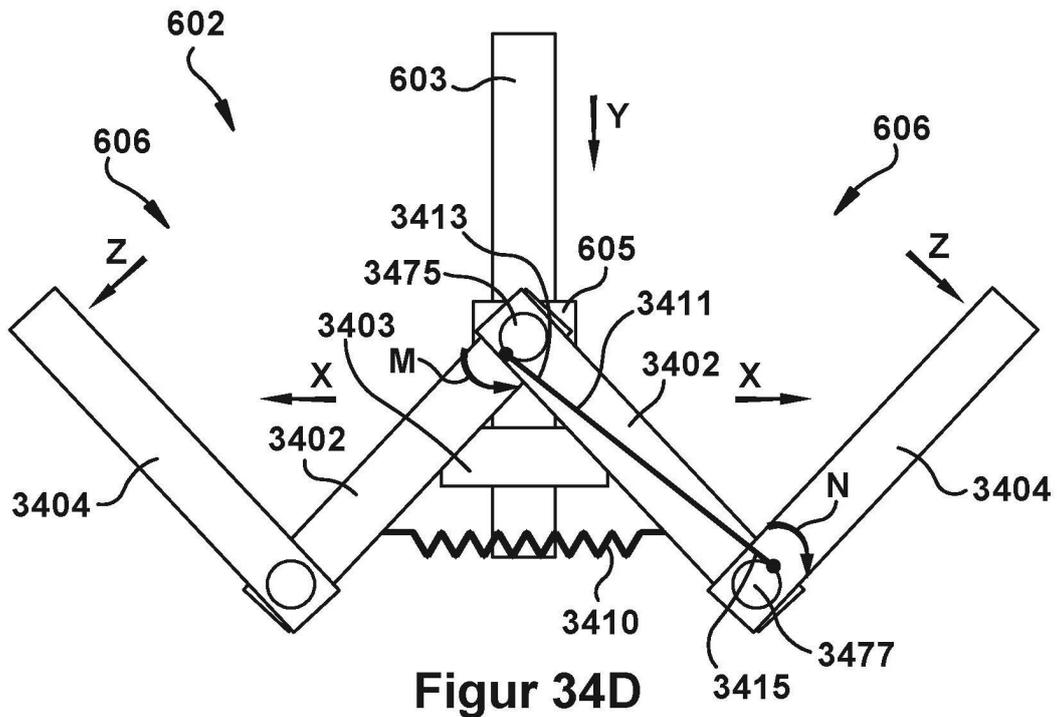
Figur 34A



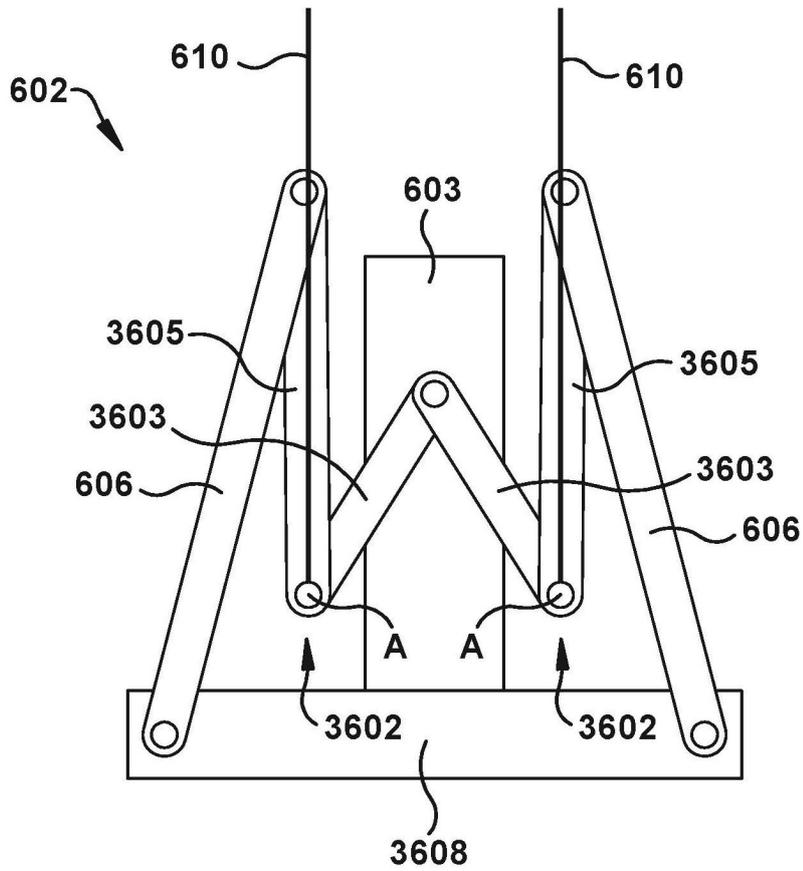
Figur 34B



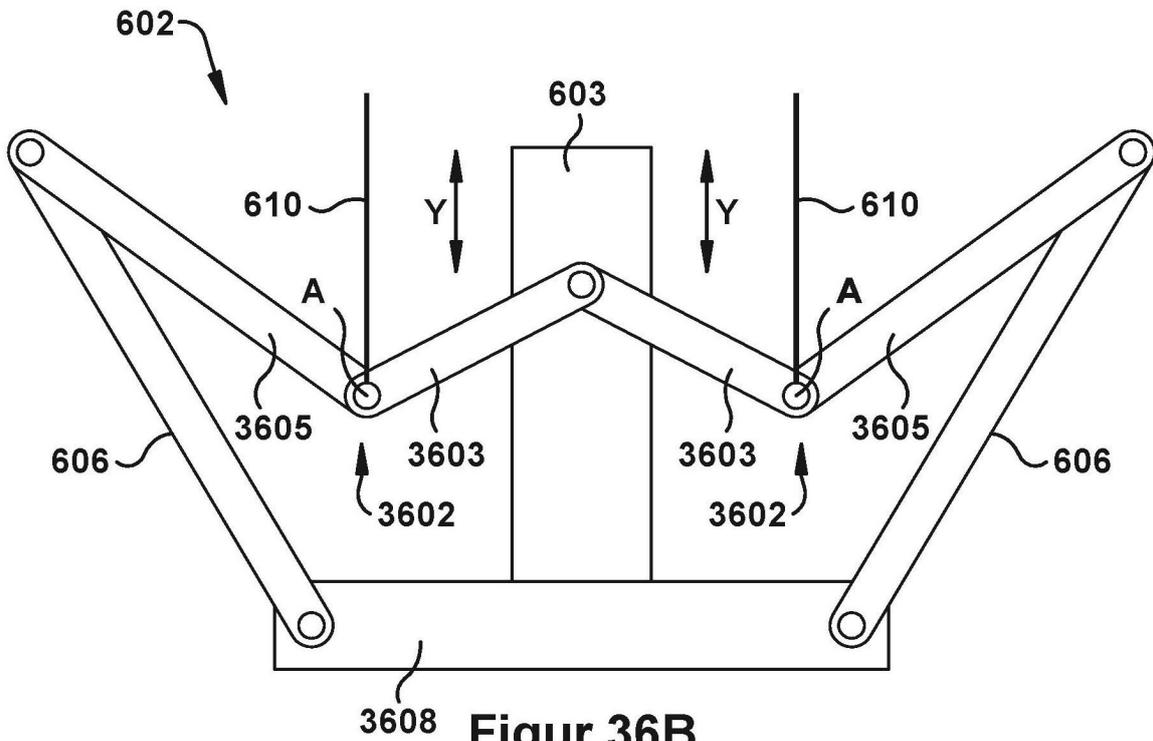
Figur 34C



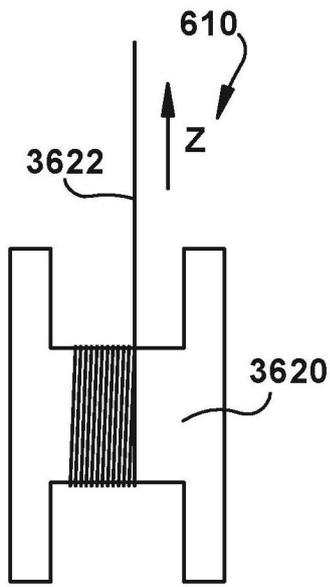
Figur 34D



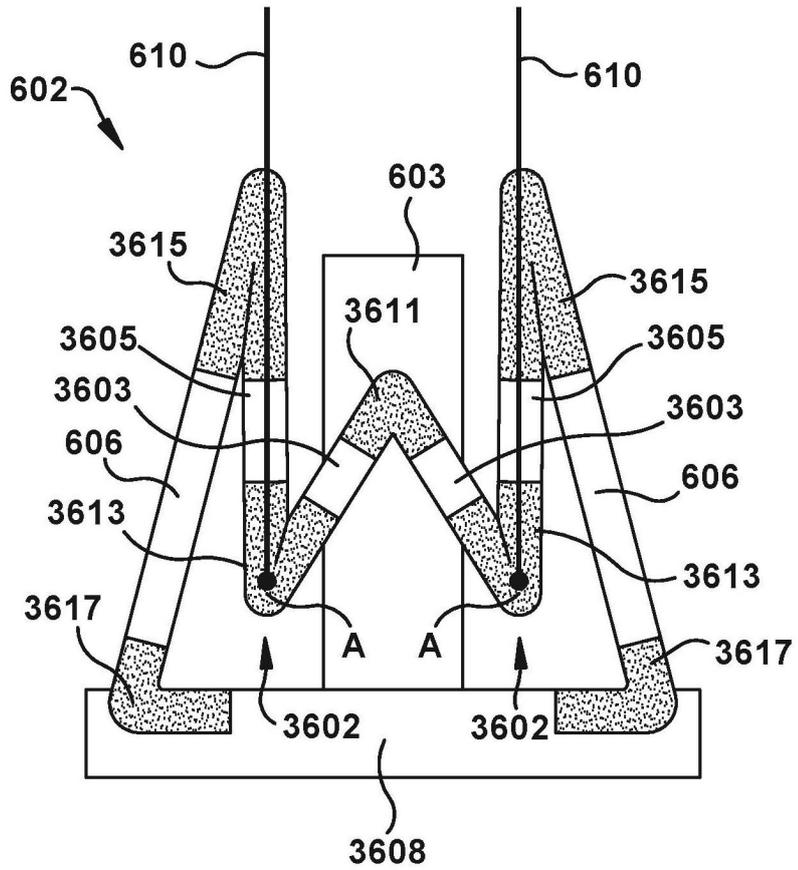
Figur 36A



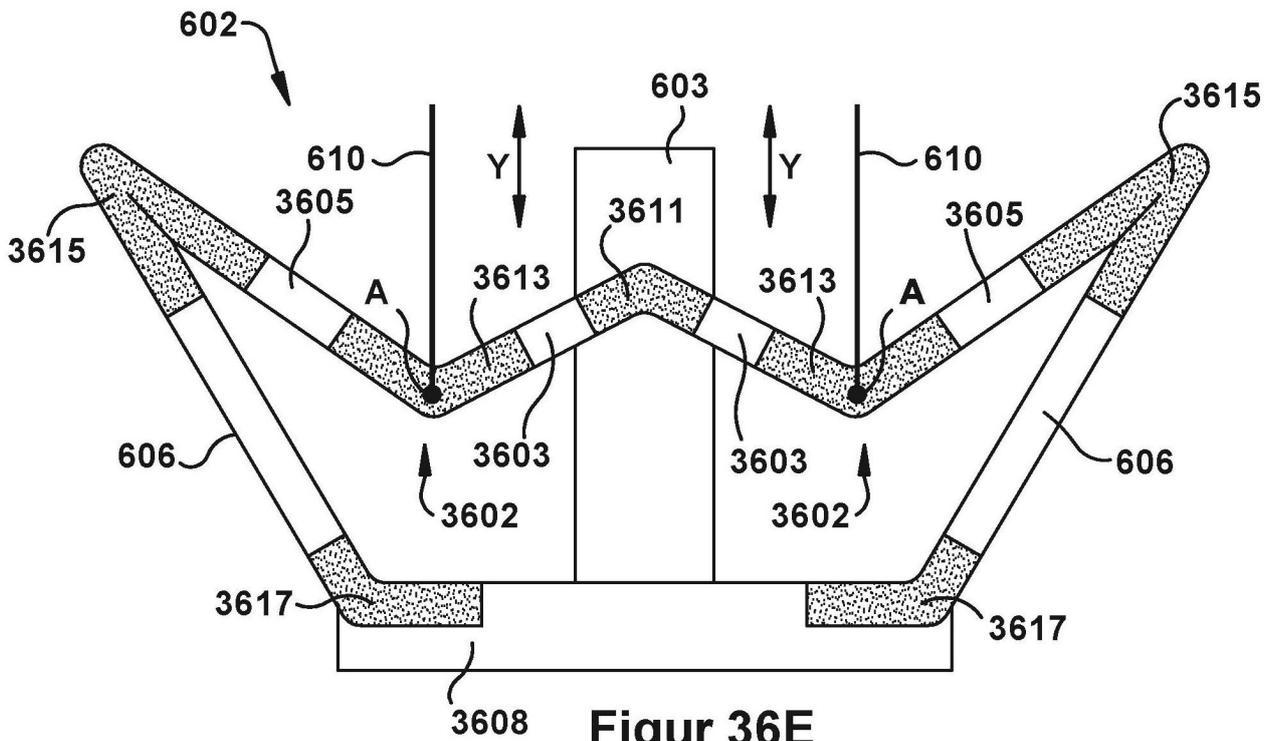
Figur 36B



Figur 36C



Figur 36D

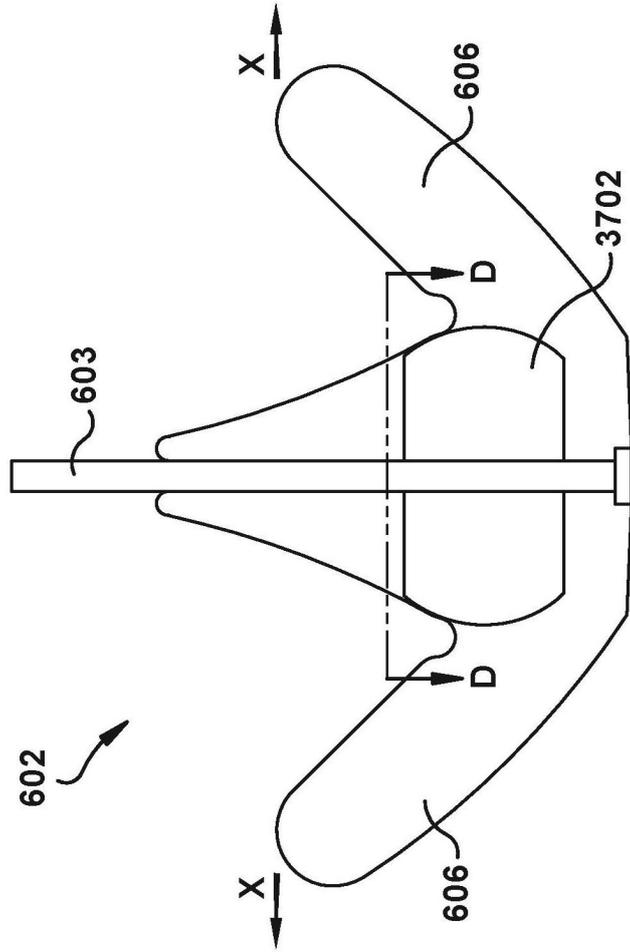


Figur 36E

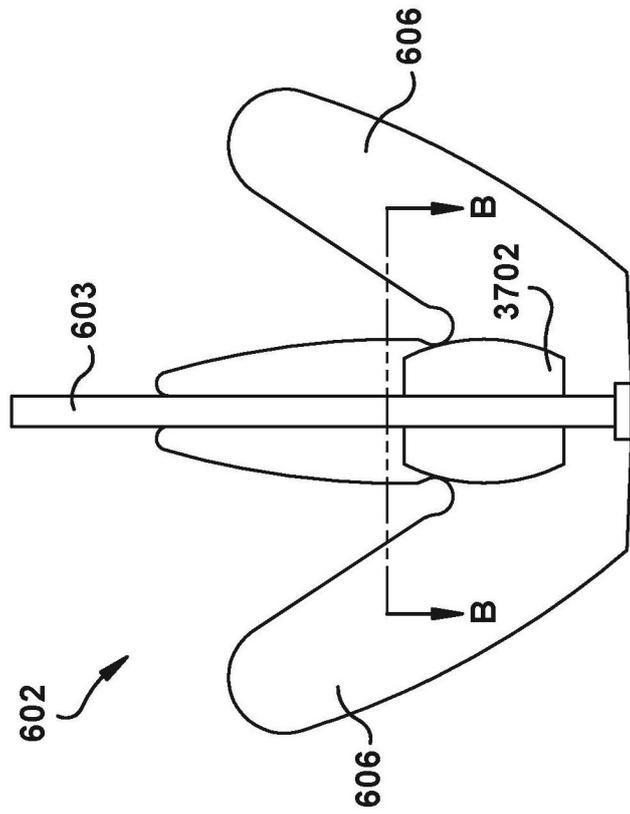


Figur 37D

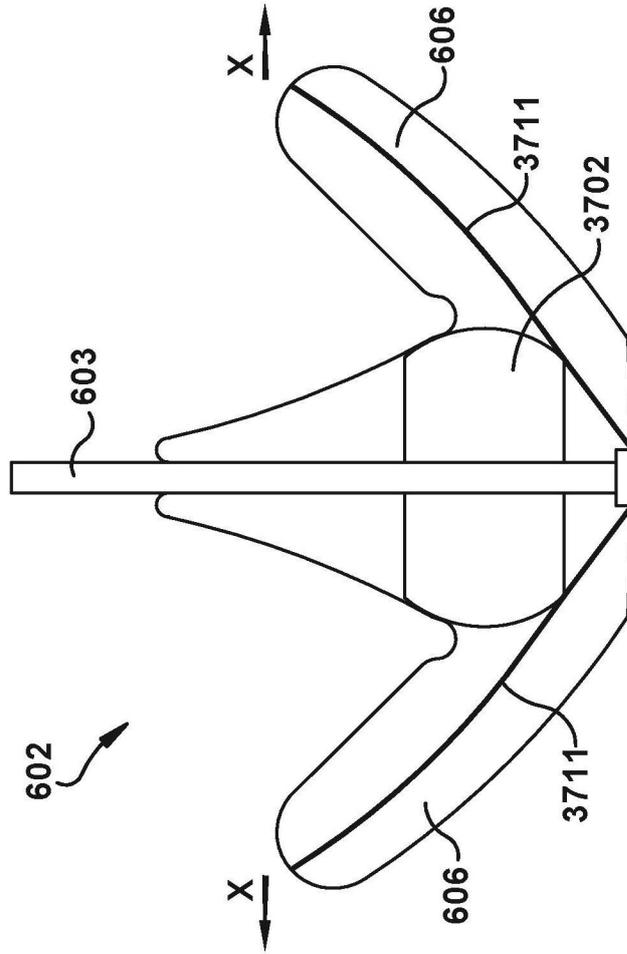
Figur 37B



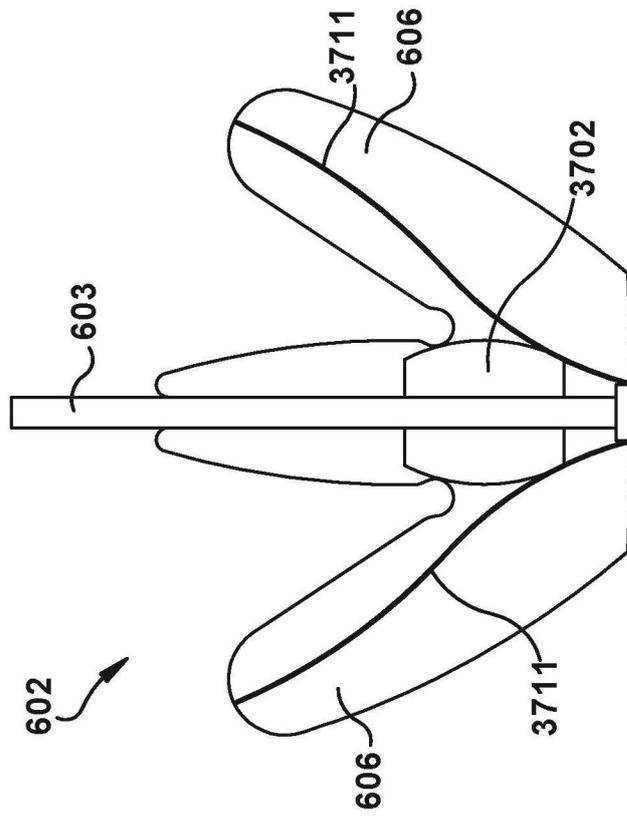
Figur 37C



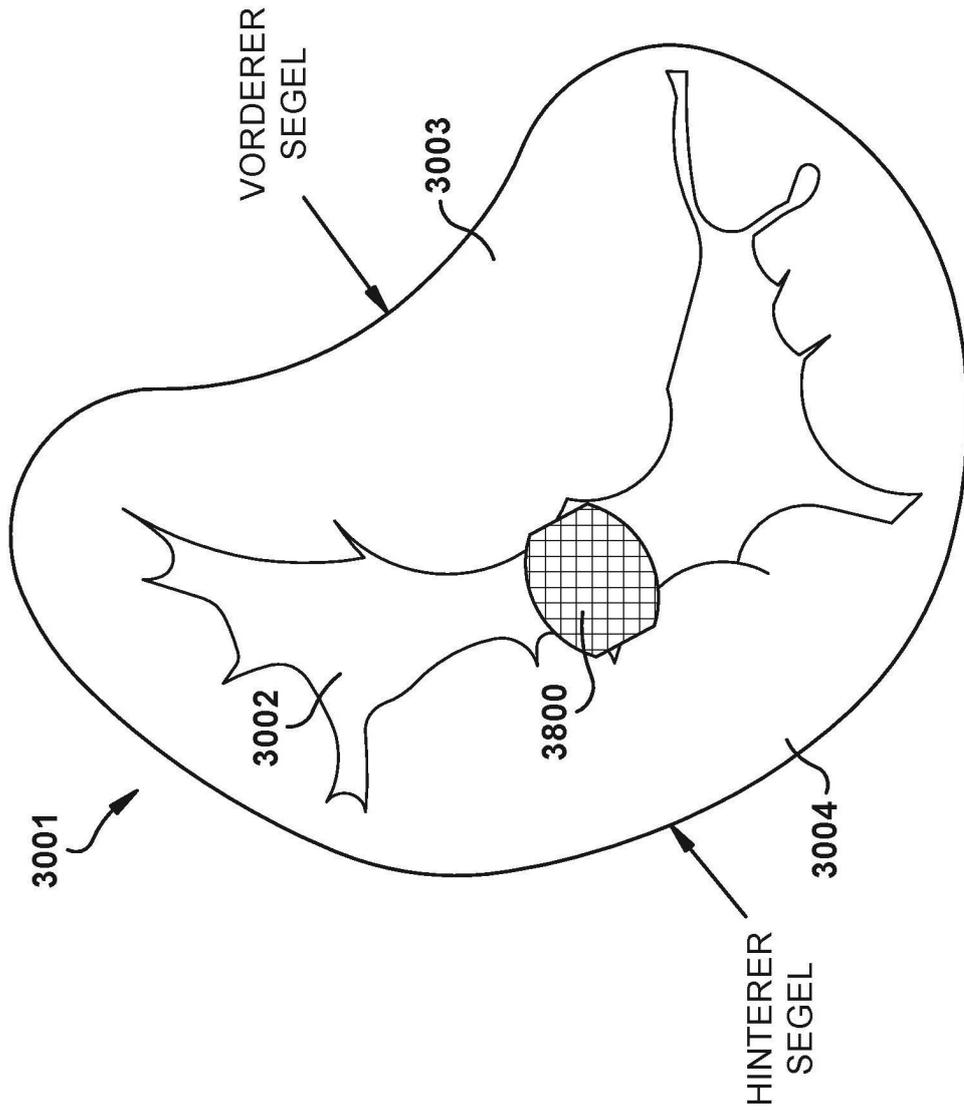
Figur 37A



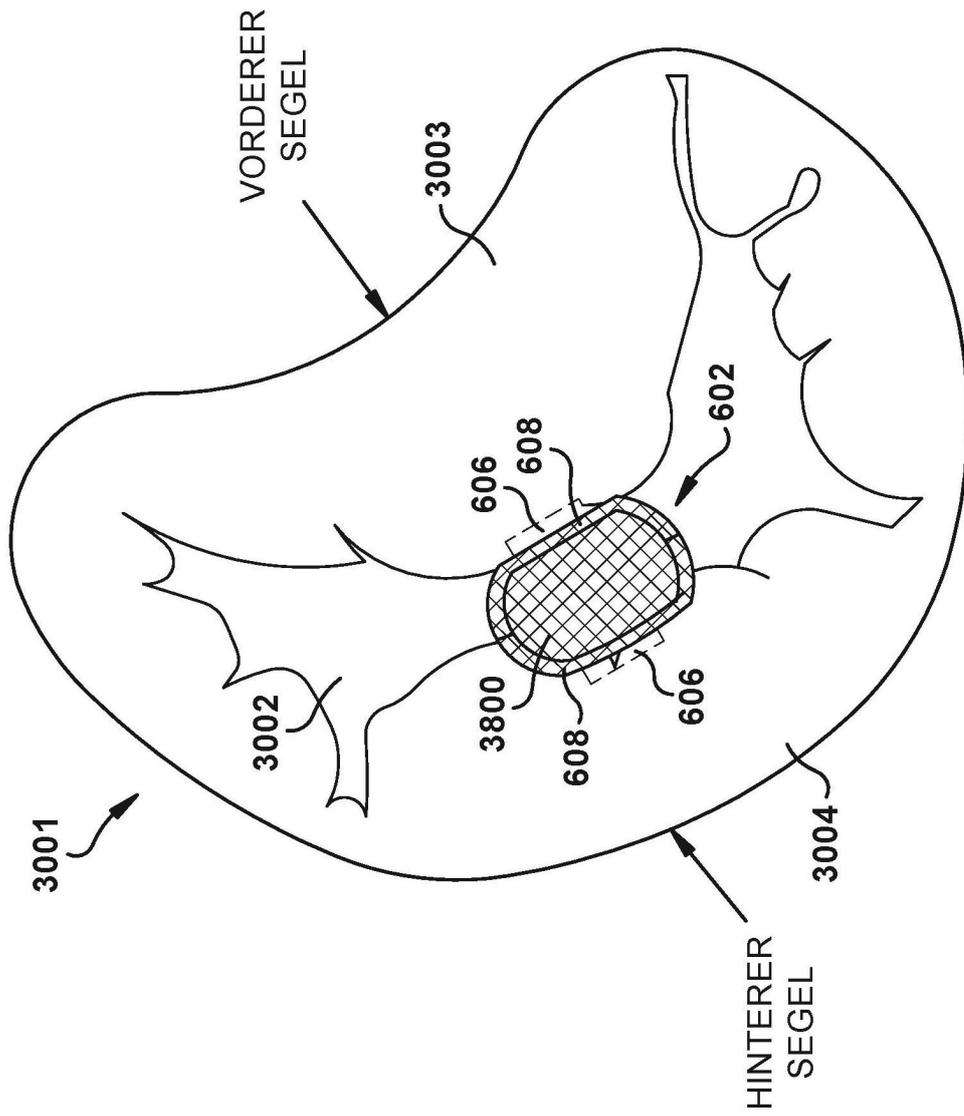
Figur 37E



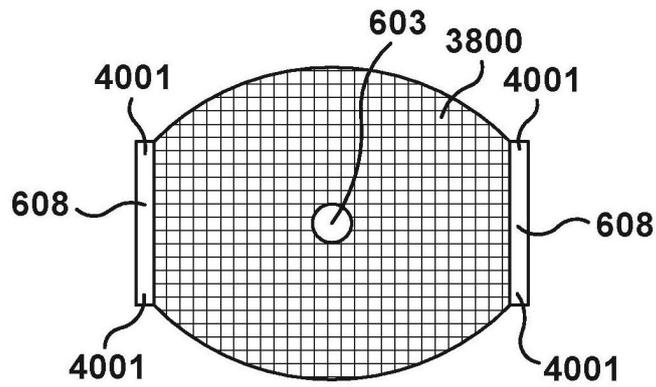
Figur 37F



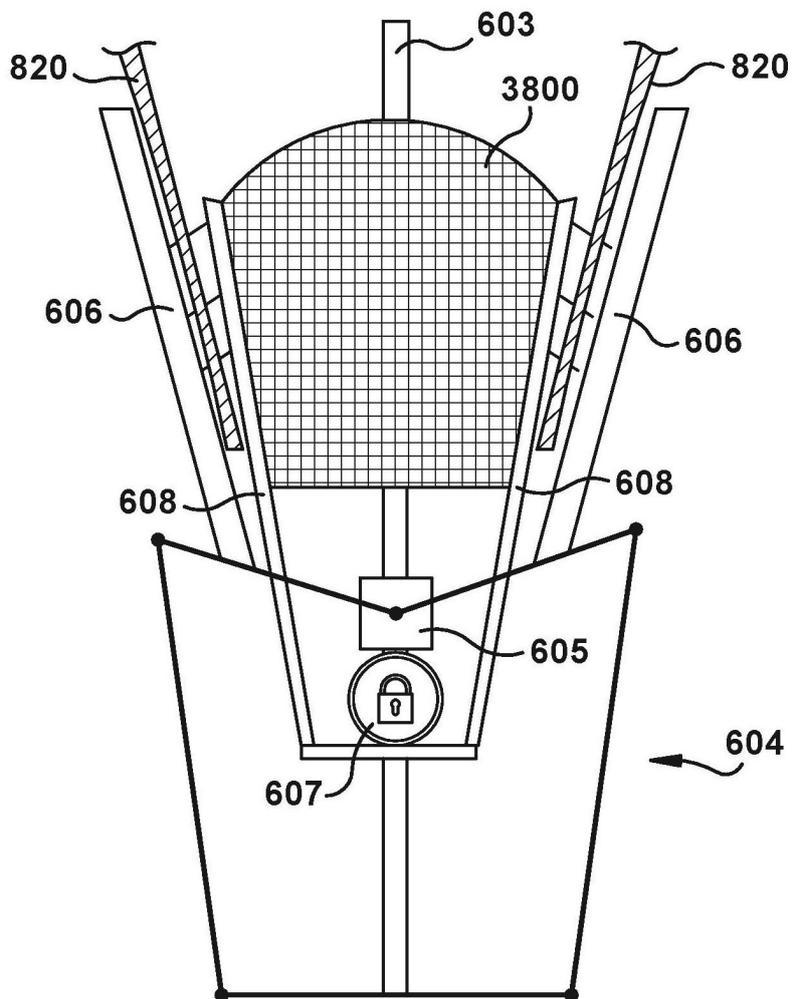
Figur 38



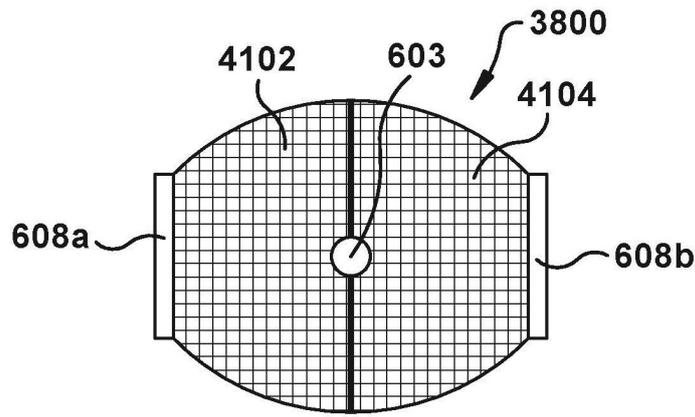
Figur 39



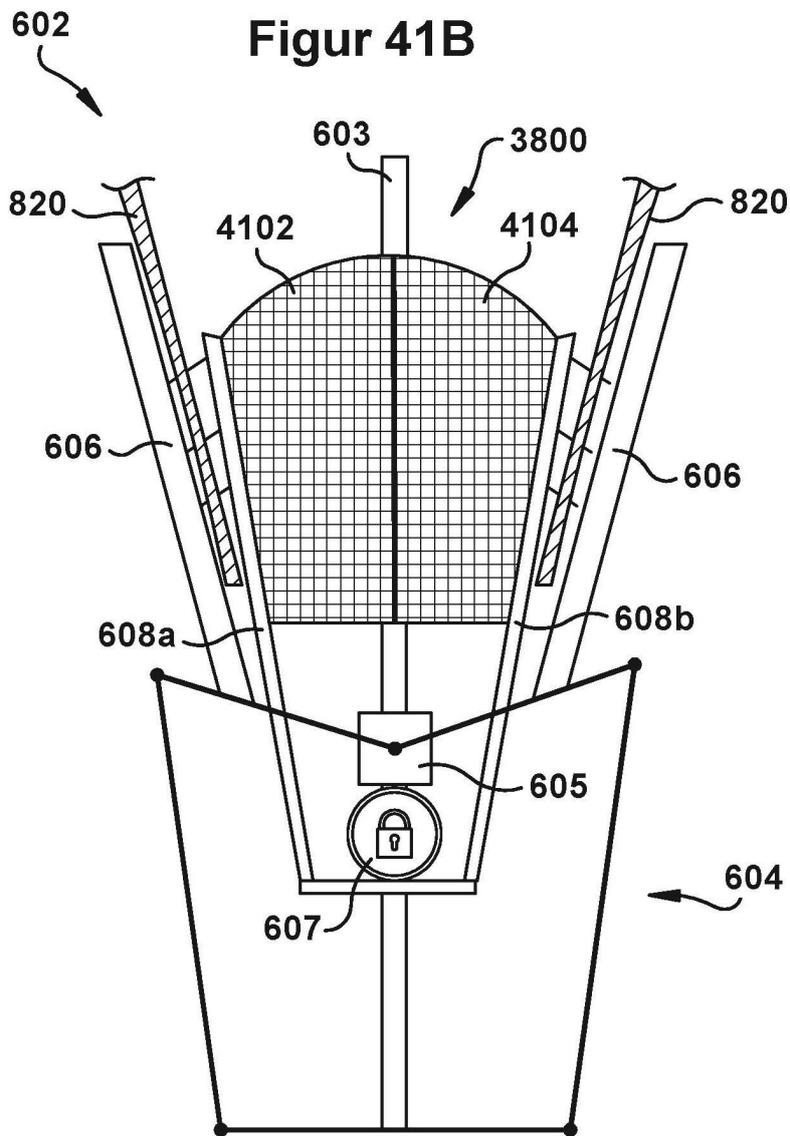
Figur 40B



Figur 40A



Figur 41B



Figur 41A

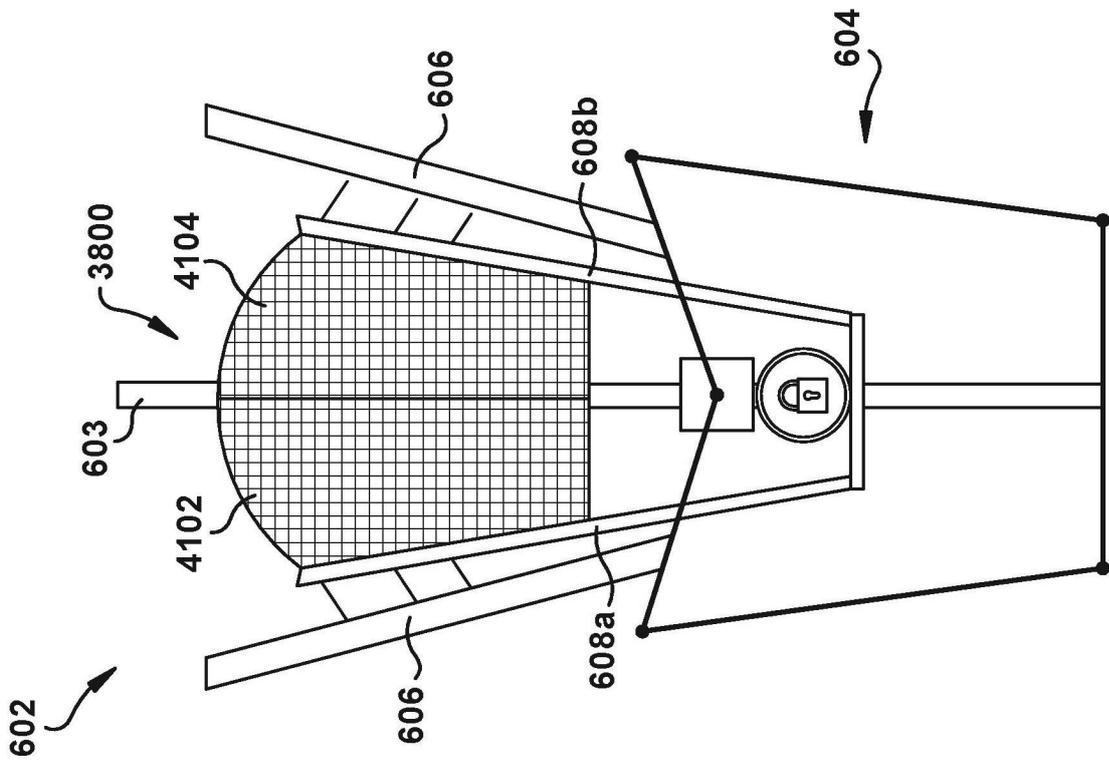


Figure 41C

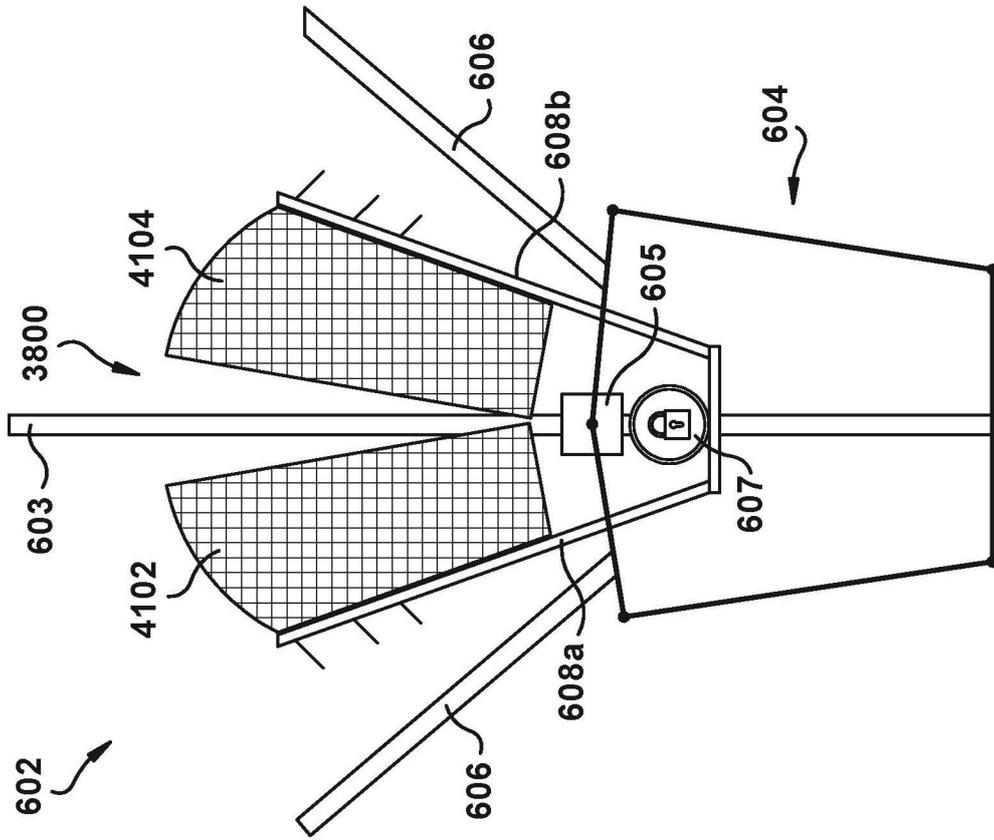
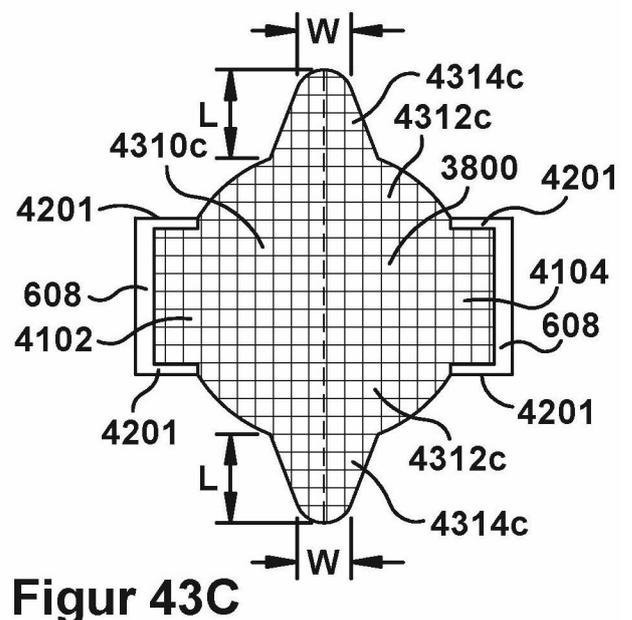
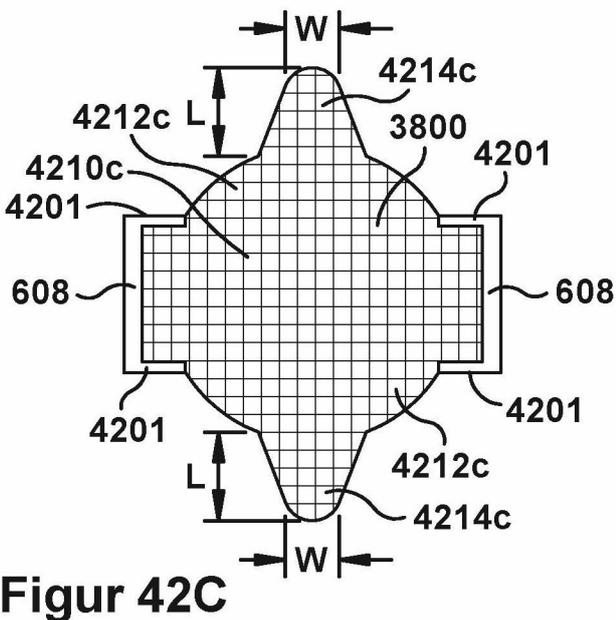
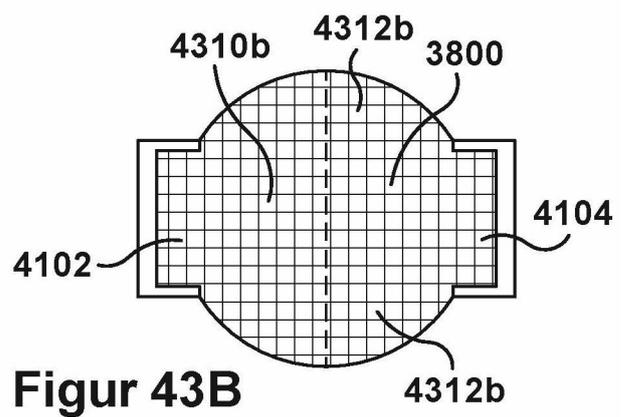
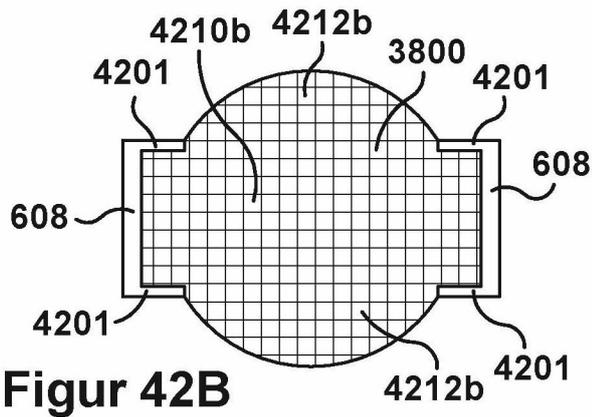
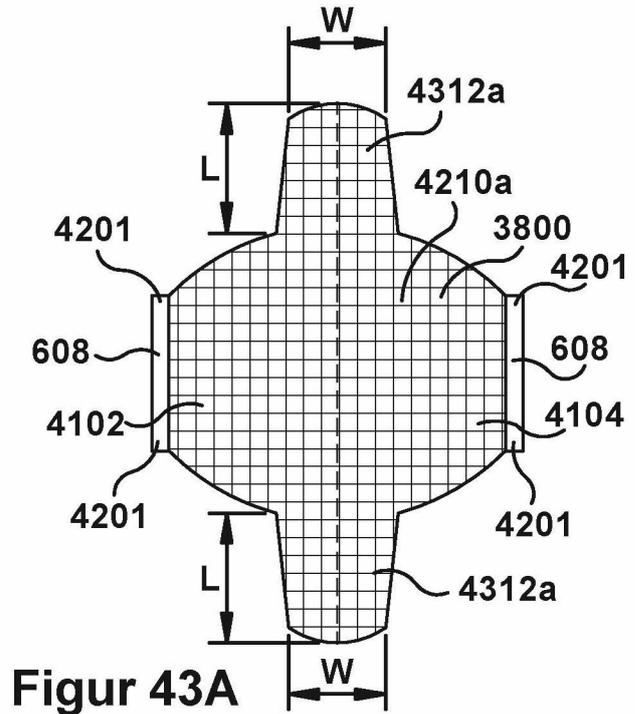
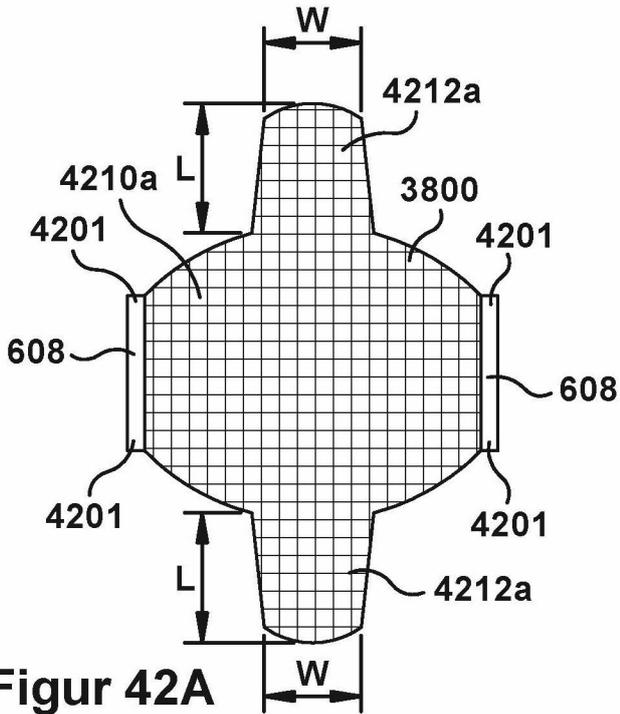
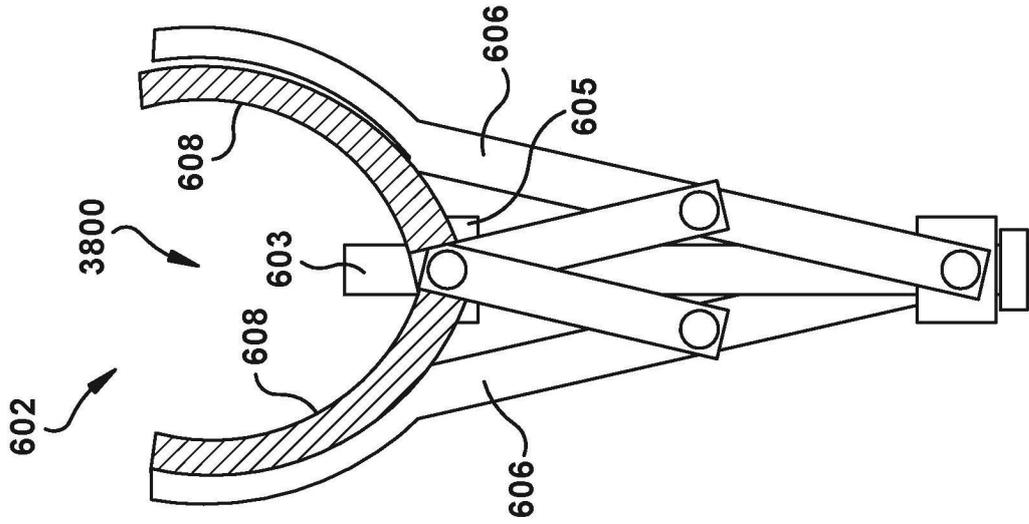
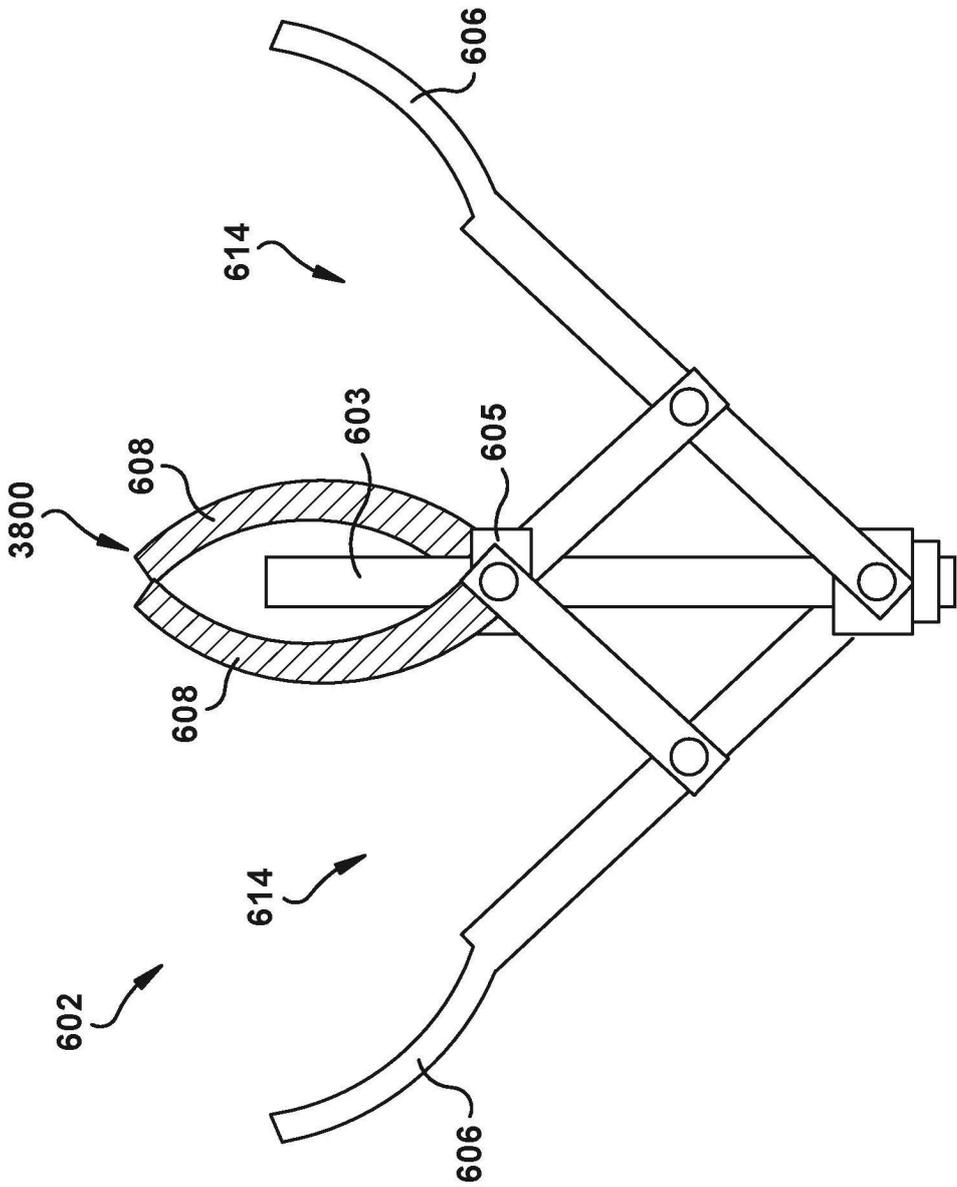


Figure 41D





Figur 44B



Figur 44A

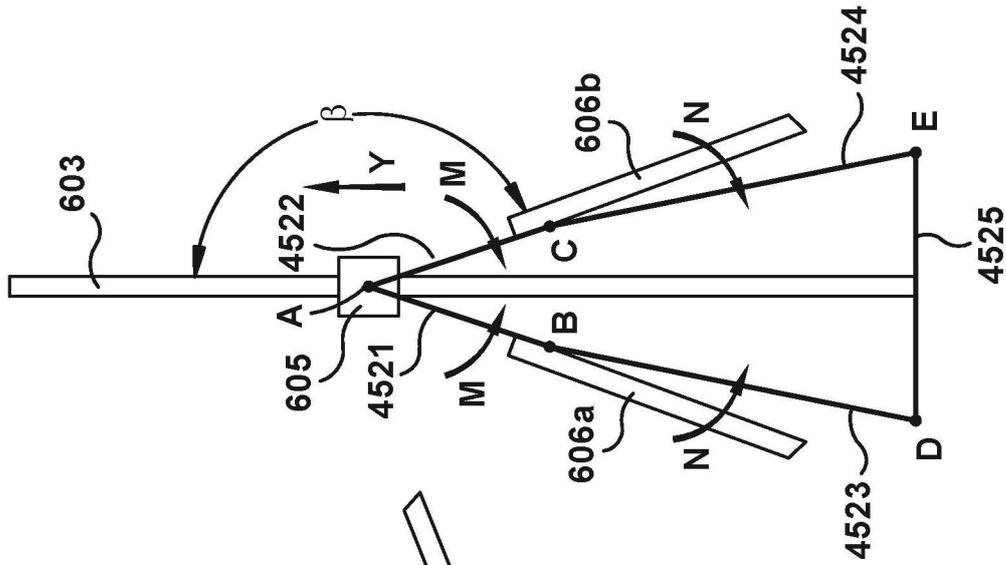


Figure 45A

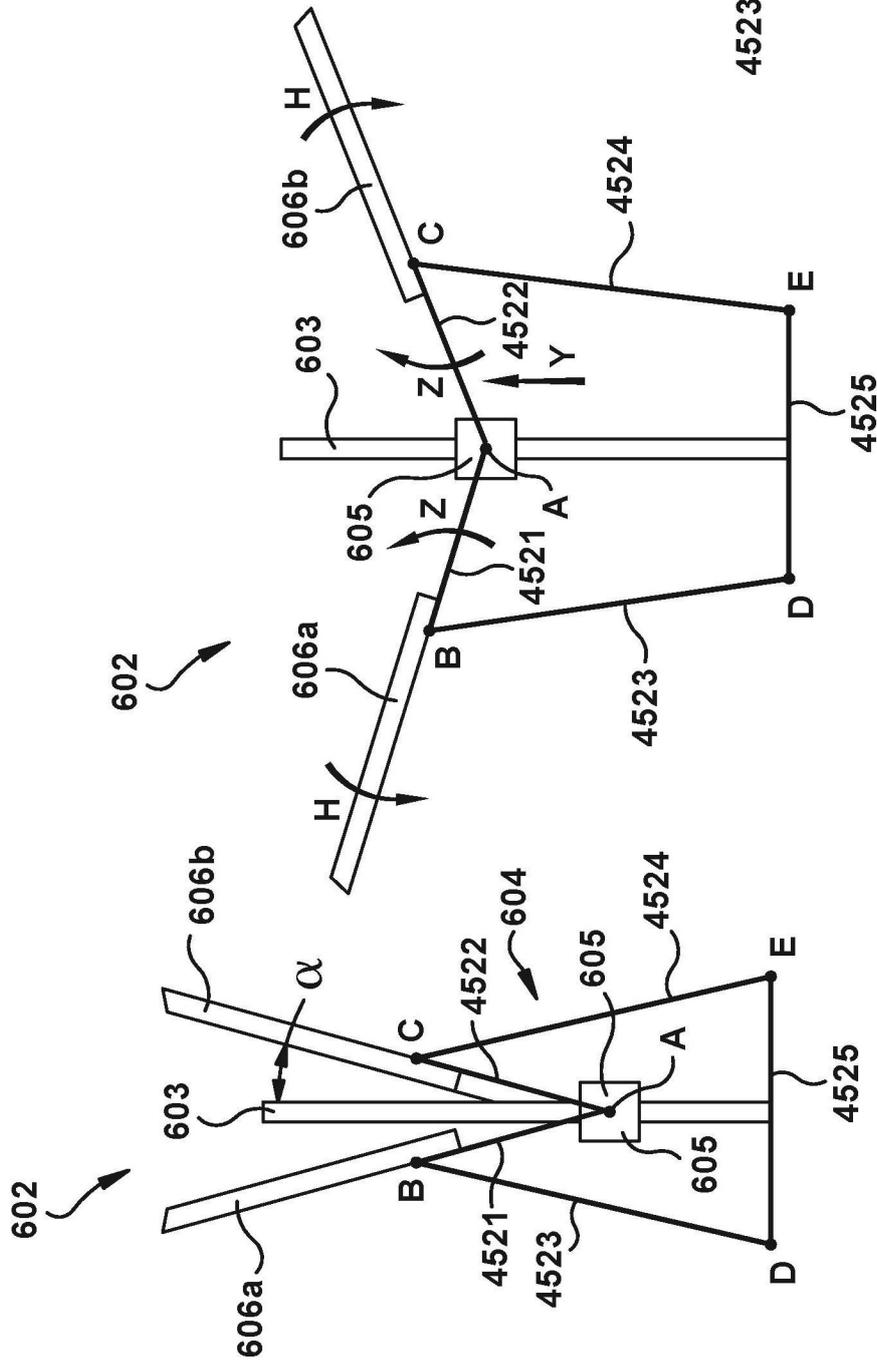


Figure 45B

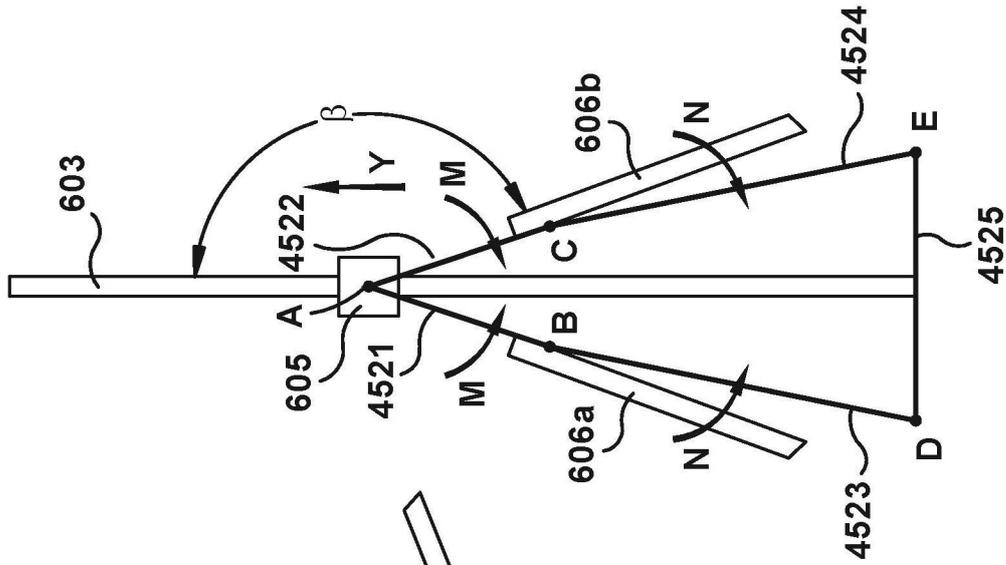
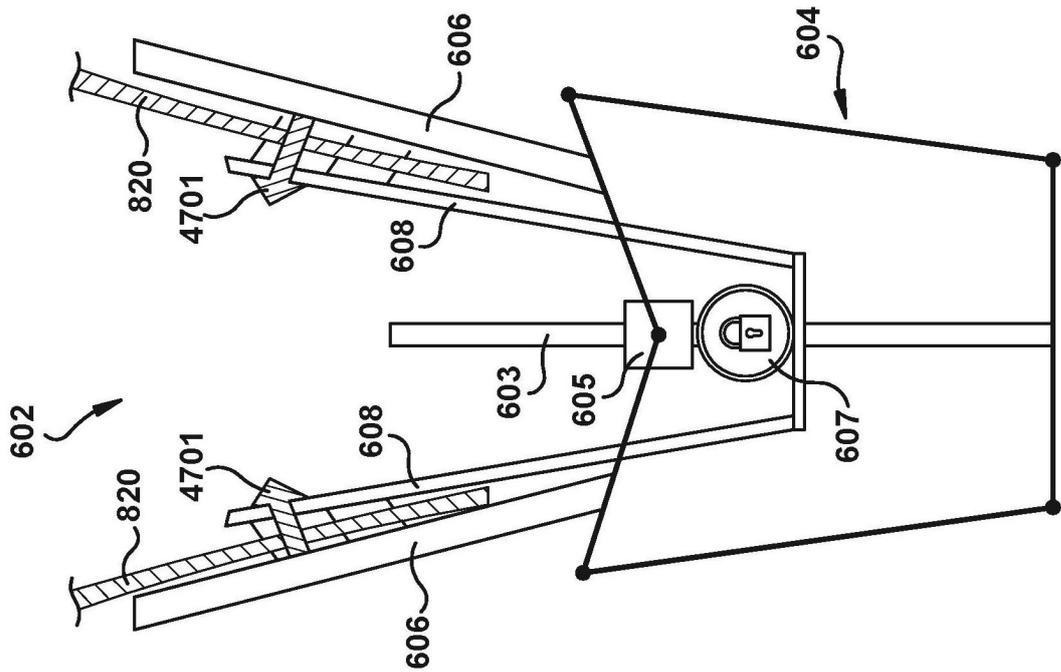
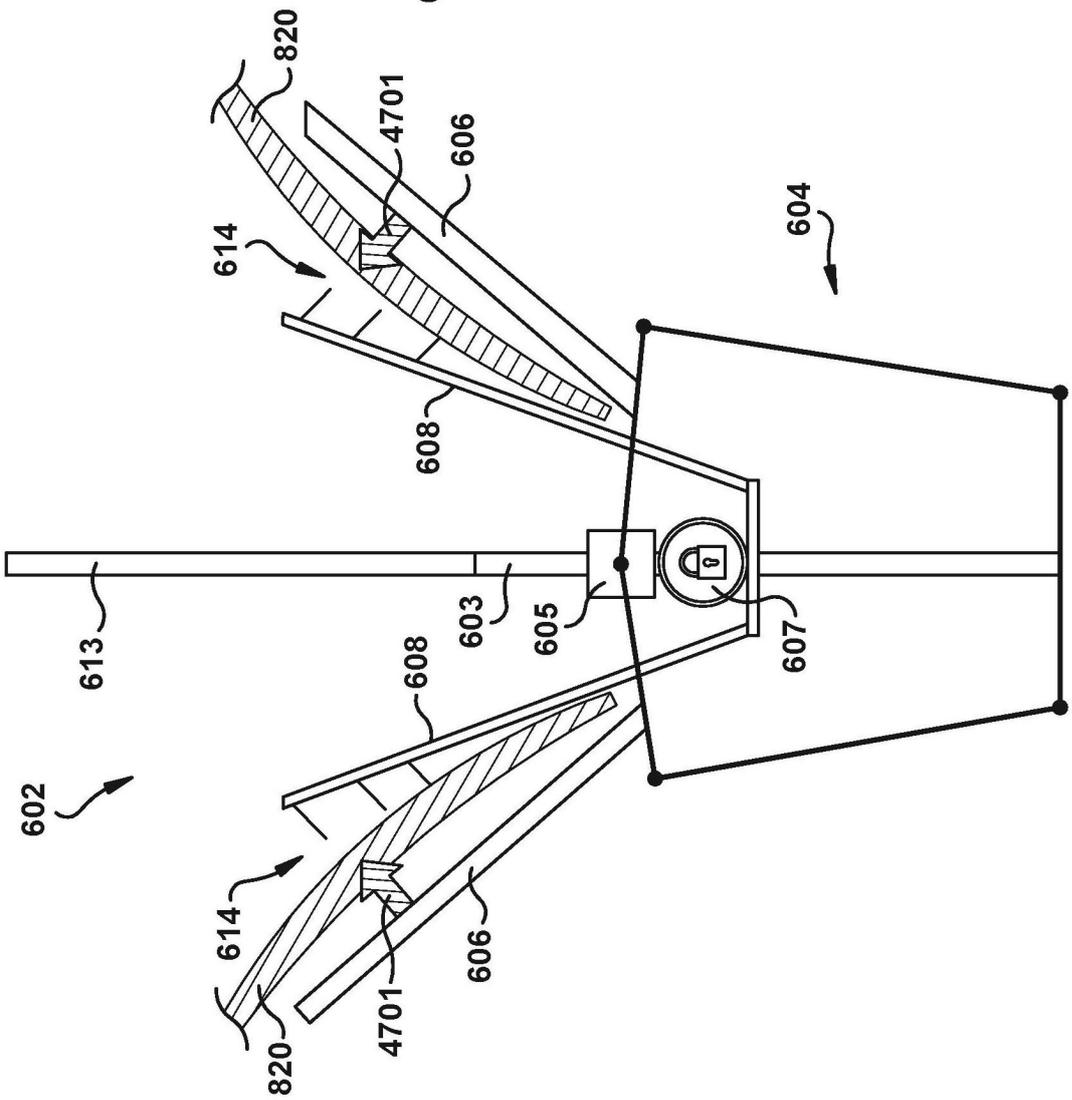


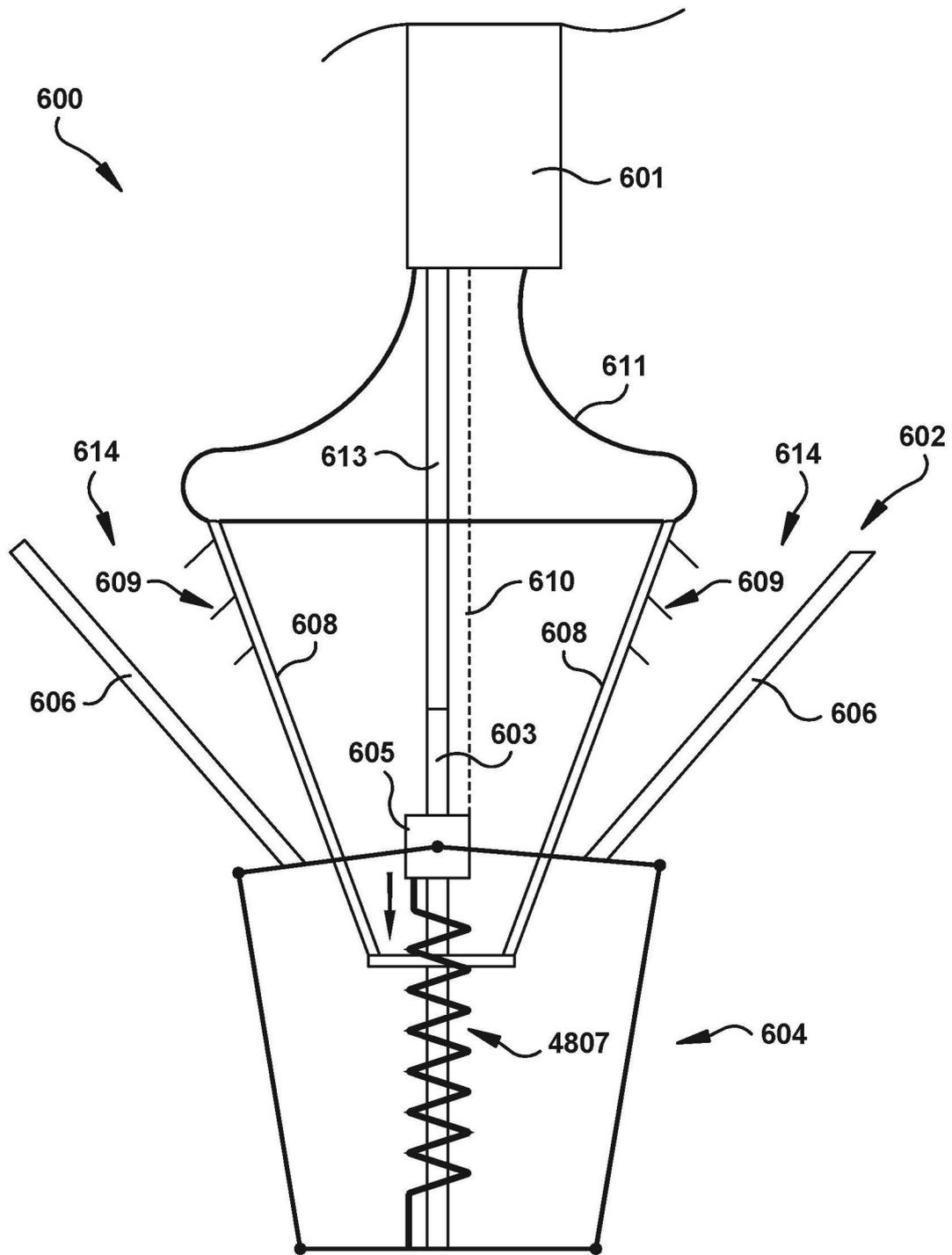
Figure 45C



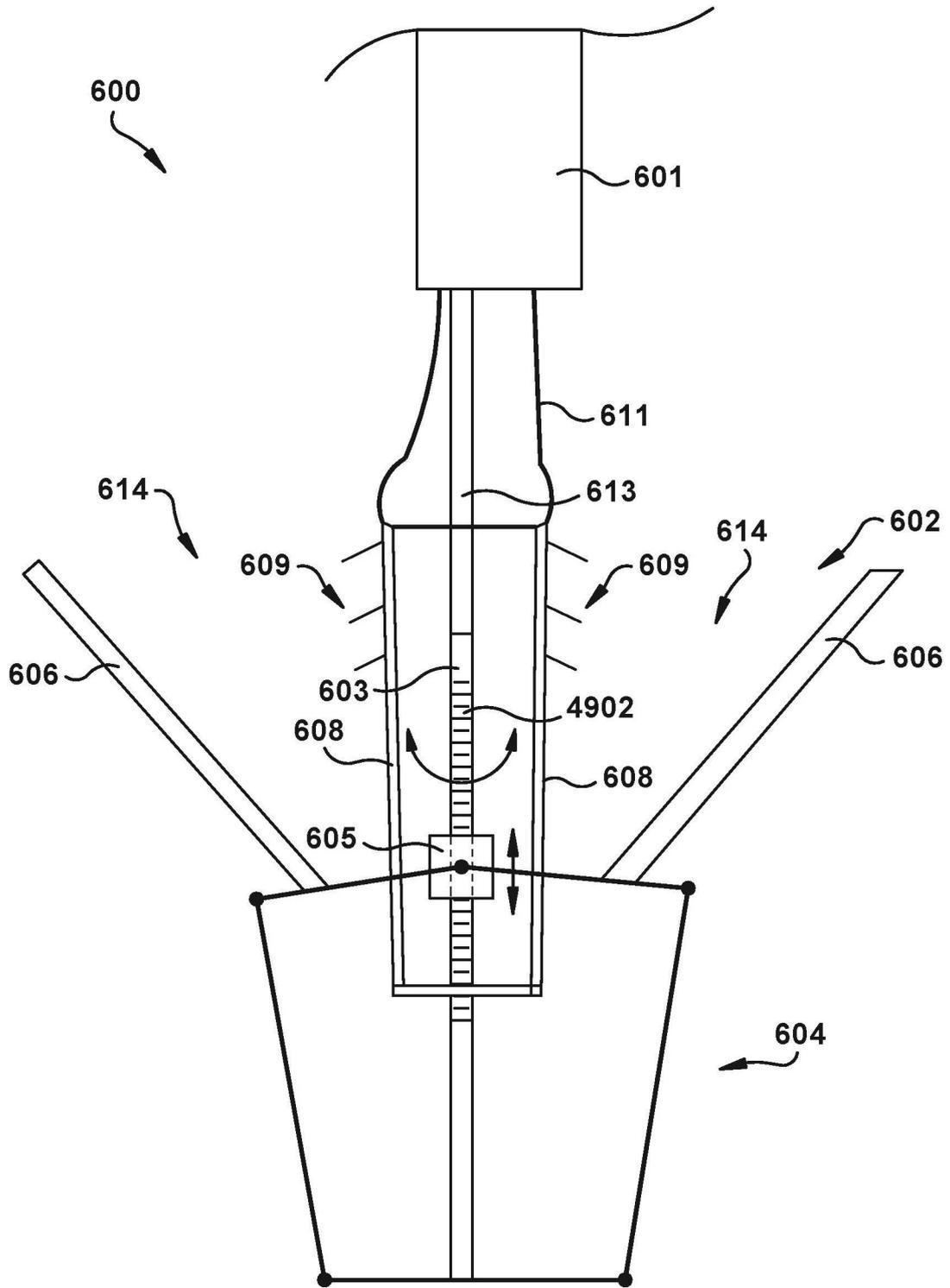
Figur 47B



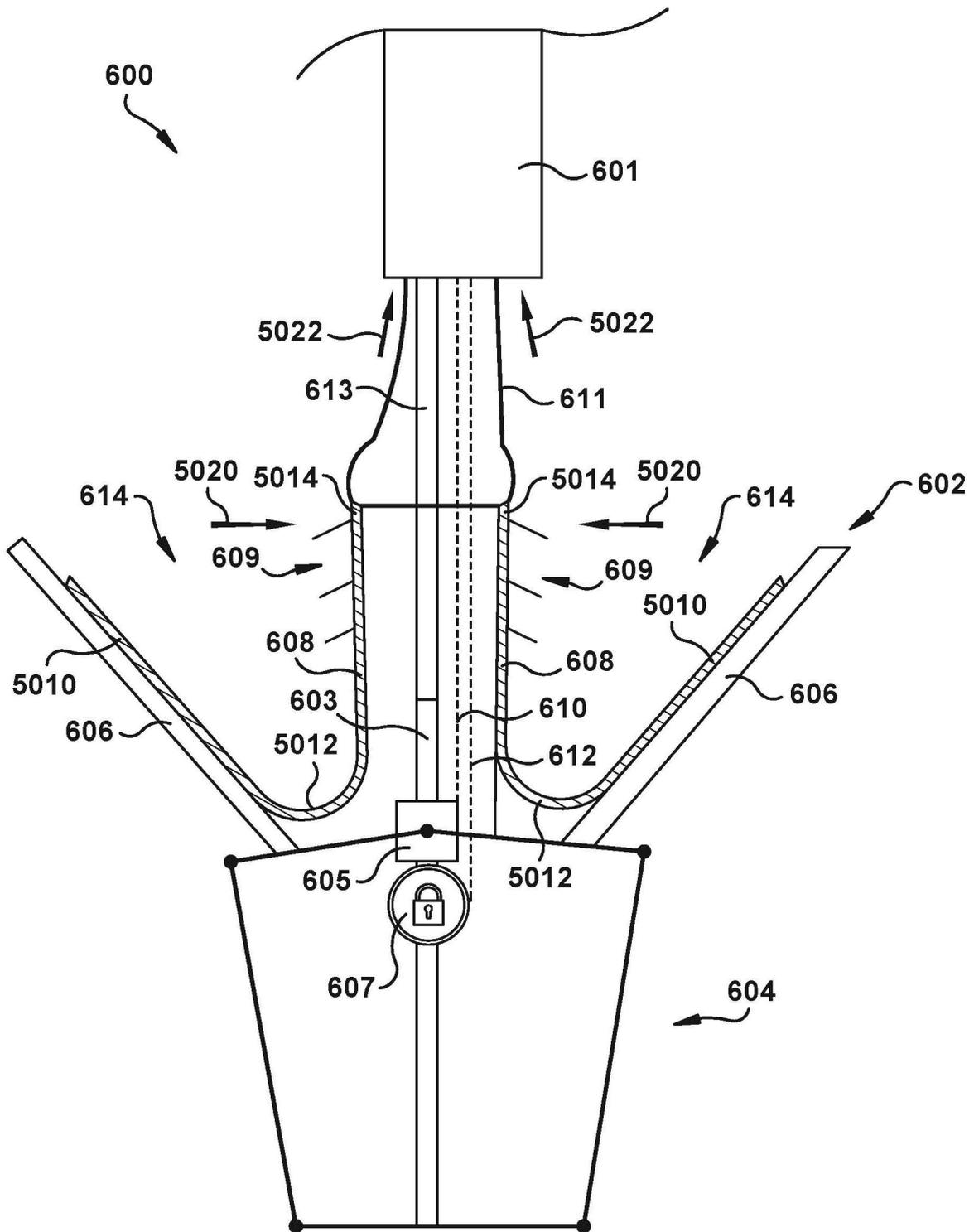
Figur 47A



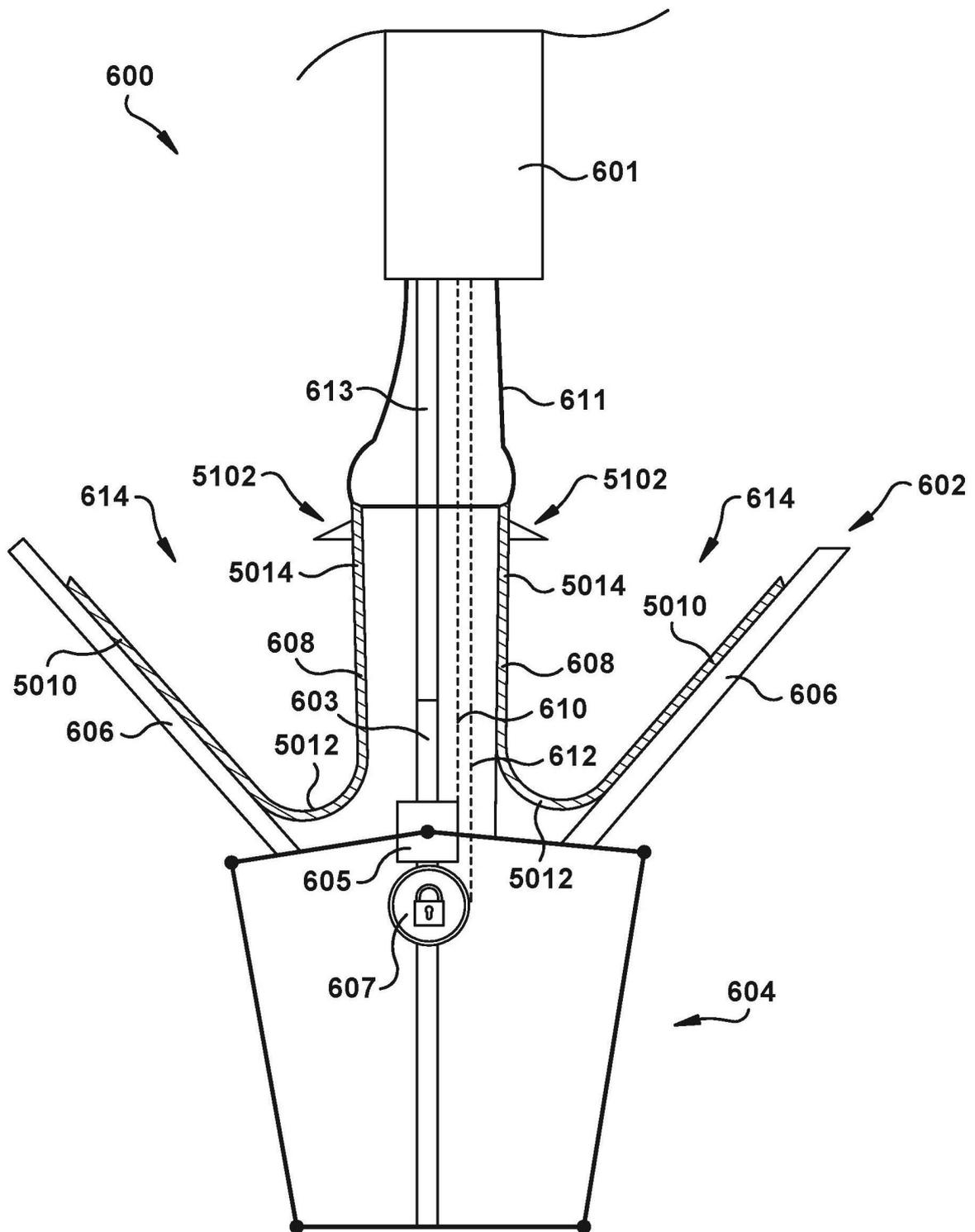
Figur 48



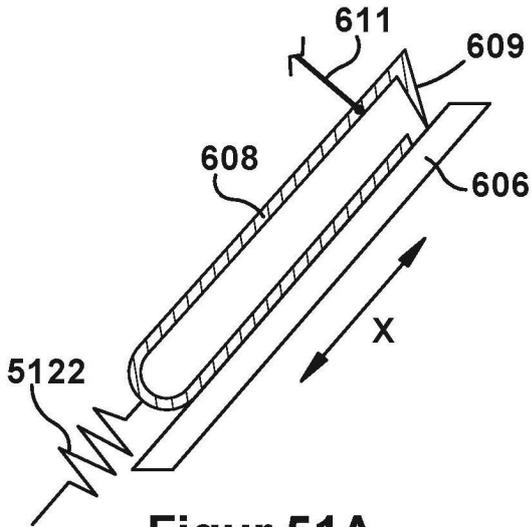
Figur 49



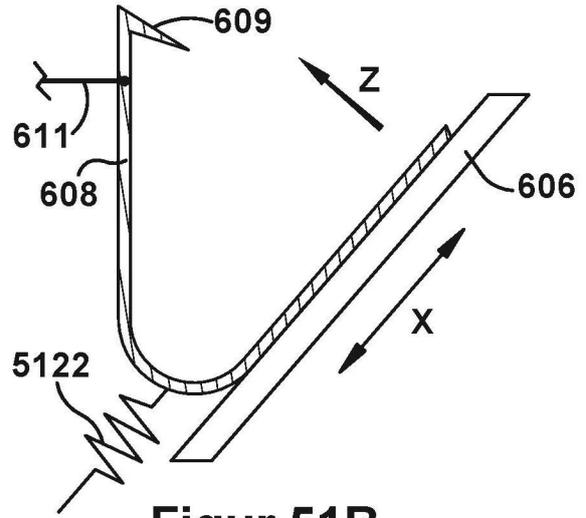
Figur 50



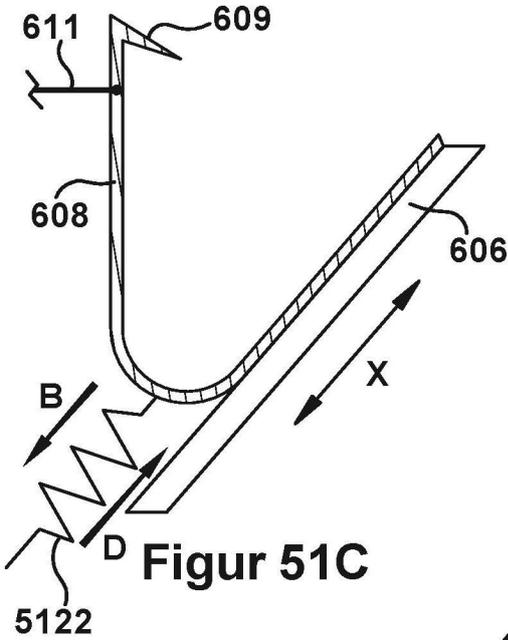
Figur 51



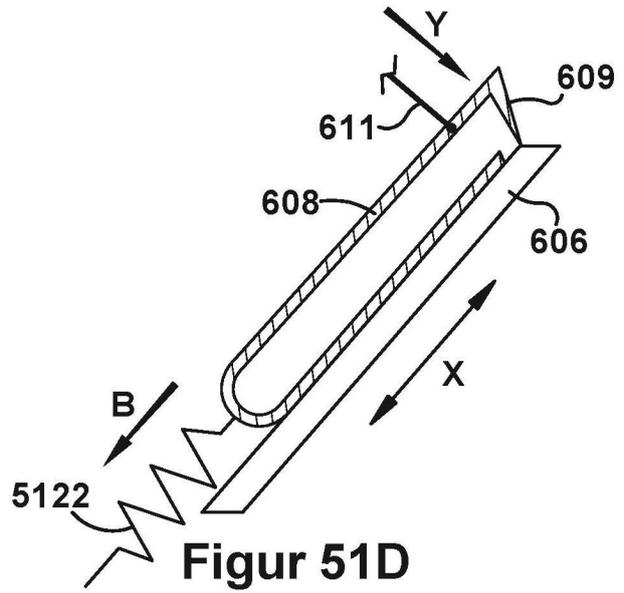
Figur 51A



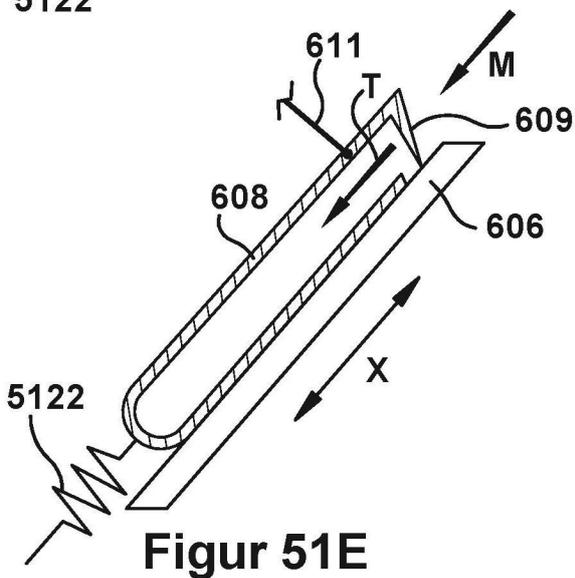
Figur 51B



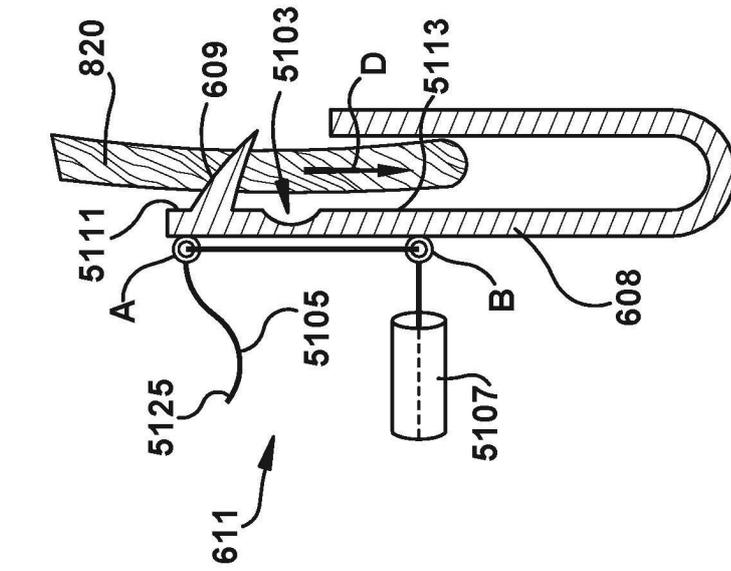
Figur 51C



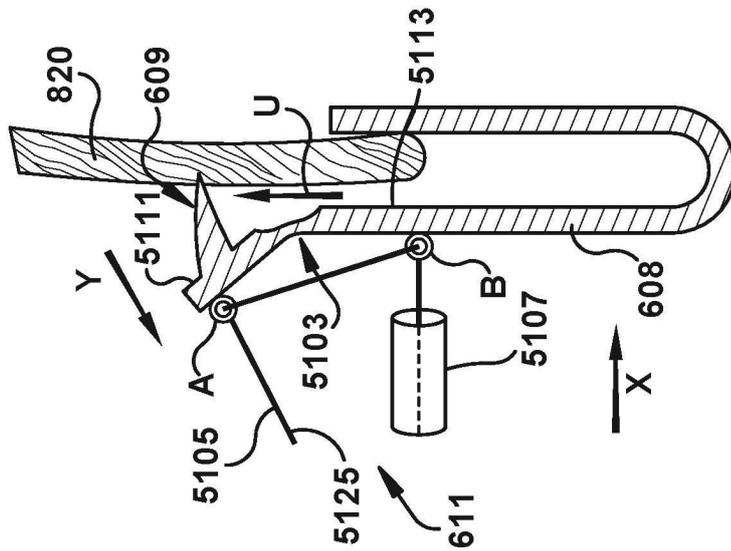
Figur 51D



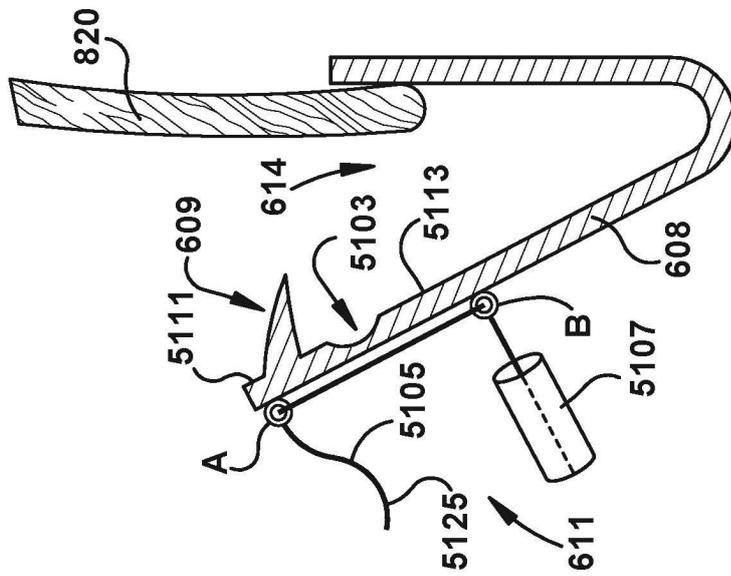
Figur 51E



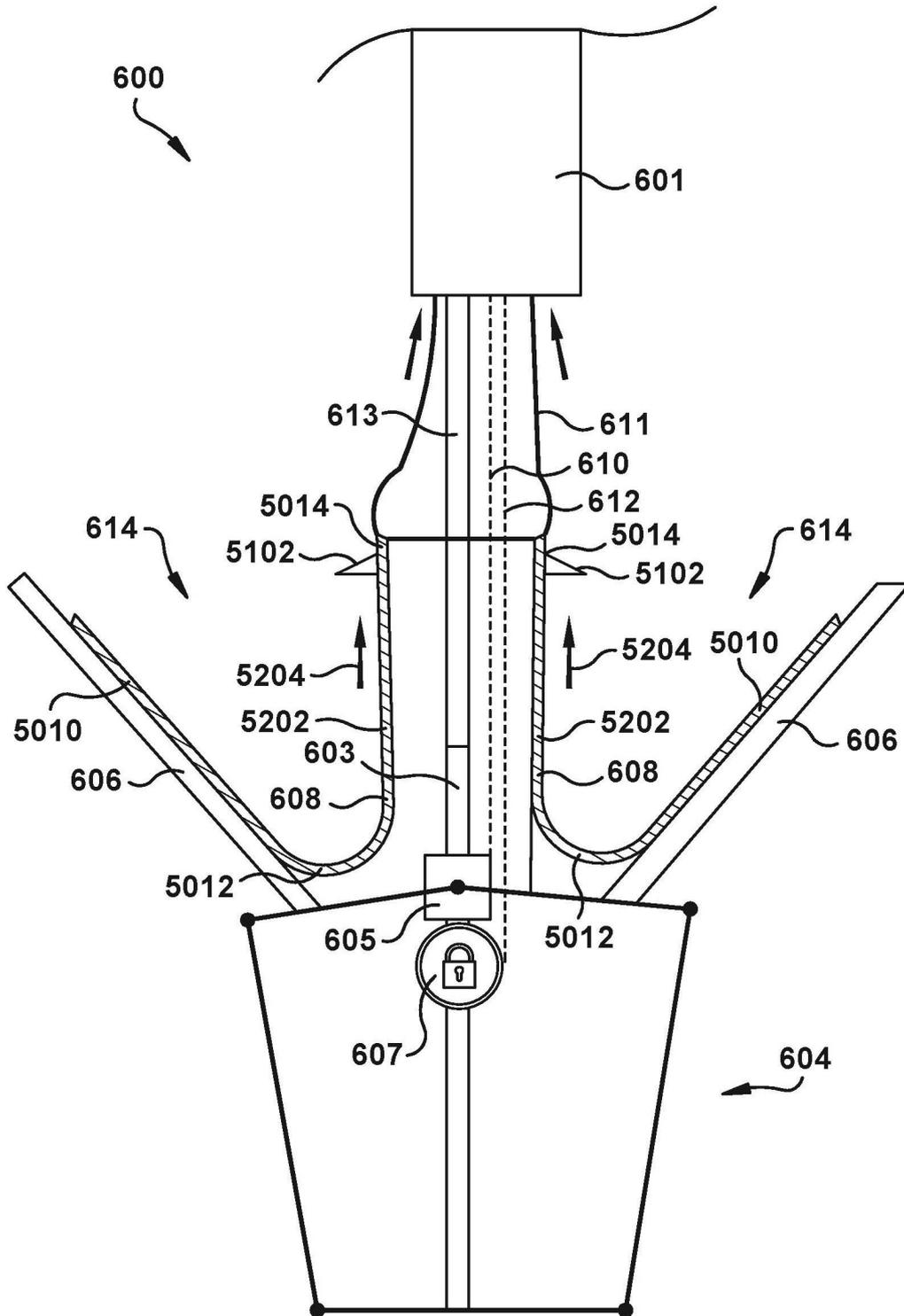
Figur 51H



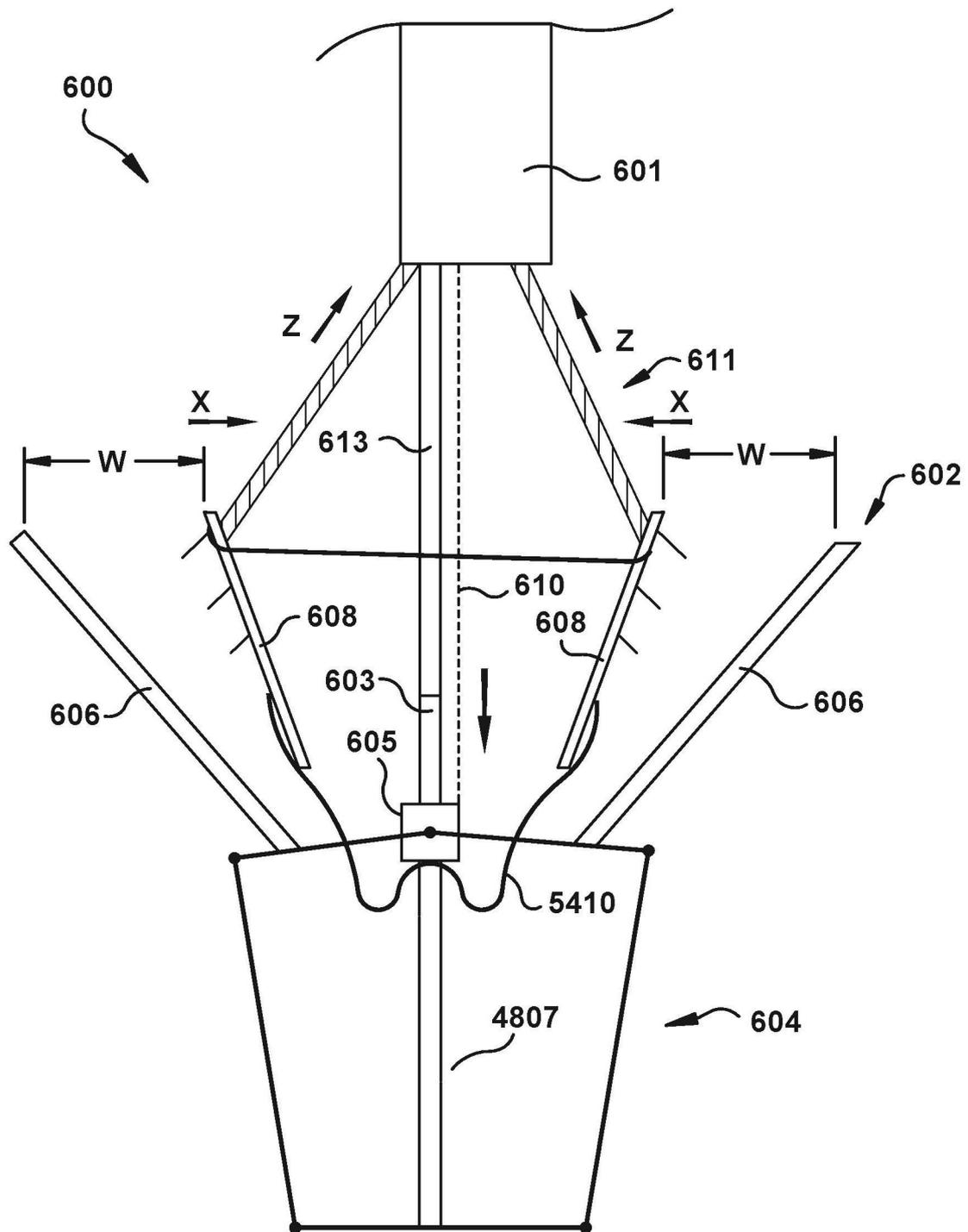
Figur 51G



Figur 51F



Figur 52



Figur 54