

Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventrikularklappe des Herzens

5 Die Erfindung betrifft eine Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventrikularklappe des Herzens, also der Mitralklappe oder der Trikuspidalklappe.

Bei Patienten mit einer Funktionsbeeinträchtigung einer Herzklappe ist ein offener chirurgischer Eingriff am Herzen zum Einsatz einer Klappenprothese (Ersatzklappe)
10 aufgrund des Allgemeinzustandes des Patienten häufig mit erhöhten Risiken verbunden, sodass Herzklappenprothesen zunehmend minimal invasiv über einen Katheter implantiert werden.

Der Stand der Technik kennt hierfür den Einsatz von Stents, in denen Ersatz-
15 Herzklappensegel befestigt sind und die zur Einführung über einen Katheter stark komprimierbar sind und so durch den Katheter an den Ort der zu ersetzenden Herzklappe vorschiebbar und dort freisetzbar sind. Der zum Beispiel ballonexpandierbare oder selbstexpandierbare Stent entwickelt im freigesetzten Zustand eine radiale Spreizkraft, die eine Verankerung der Ersatz-Klappenprothese bewirkt oder zumindest fördert. Für eine solche Verankerung der Klappenprothese ist eine Ersatz-
20 Aortenklappe besonders geeignet, die mit radialer Spreizkraft am Ort der dysfunktionalen Aortenklappe verankert werden kann. Zum Stand der Technik hierzu vgl. z.B. EP 1 994 913 A2; EP 1 469 797 B1; EP 1 259 195 B1; WO 2007/051620 A1; WO 2007/048529 A1; EP 1 980 220 A1; WO 01/64137 A1; EP 1 255 510 B3; und
25 US 5,411,552.

Die Mitralklappe des Herzens, also die Klappe zwischen dem linken Vorhof (Atrium) und der linken Kammer (Ventrikel) ist allerdings wenig geeignet für eine Ersatzprothese, die wesentlich durch radiale Spreizkraft eines Stents kraftschlüssig (durch
30 Reibung) vor Ort verankert ist, da der Annulus der Mitralklappe durch seine Flexibilität nur ein unzureichendes Widerlager für die Prothesenverankerung bietet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventricularklappe bereitzustellen, die mittels eines Katheters implantierbar ist
35 und eine stabile sowie orthotrope Positionierung und Verankerung ermöglicht.

Eine erfindungsgemäße Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventrikularklappe des Herzens ist versehen mit

- 5
- einem Ringkörper, an dem Herzklappensegel befestigt sind und der adaptiert ist, um in einen Klappenannulus des Herzens eingesetzt zu werden, und mit
 - mehreren Anker-elementen, die mit dem Ringkörper ventrikelseitig verbunden sind,
- 10 wobei
- die Anker-elemente sich radial außenseitig des Ringkörpers und im Wesentlichen parallel zu dessen Außenwand erstrecken.

15 Die genannten Anker-elemente (die auch als Fühler oder Arme bezeichnet werden können) erstrecken sich bevorzugt entlang der Außenseite des genannten Ringkörpers bis zum Klappenannulus des Herzens, sodass mittels dieser Anker-elemente die Klappenprothese insgesamt abgestützt wird, insbesondere gegen axial wirkenden Kräfte im Schließzustand der Ersatz-Artrioventrikularklappe.

20 Dabei ist die axiale Länge des genannten Ringkörpers in Bezug auf die vorstehend beschriebene Länge der Anker-elemente bevorzugt so bemessen, dass sich die Anker-elemente über zumindest die Hälfte der axialen Länge des Ringkörpers erstrecken.

25 Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind die genannten Anker-elemente direkt am ventrikelseitigen Ende des Ringkörpers in axialer Richtung abgebogen. Somit stehen die Anker-elemente nicht wesentlich in Ventrikelrichtung vom Ringkörper vor, sondern erstrecken sich im Wesentlichen radial außerhalb des Ringkörpers mit geringem radiale Abstand vom Ringkörper. Dieser geringe radiale Abstand der Anker-elemente von der Außenwand des Ringkörpers ist so bemessen, dass die Anker-elemente zwischen sich und der Außenwand des Ringkörpers insbesondere Gewebe von Klappensegeln und Sehnenfäden einklemmen. Durch diese Klemmwirkung der Anker-elemente wird die stabile Positionierung der Ersatz-Artrioventrikularklappe weiter gefördert.

30

35

Damit die Ankerelemente keine unerwünschte Reibwirkung mit Herzgewebe, insbesondere im Bereich des Annulus, haben, sind die Ankerelemente an ihren freistehenden axialen Enden abgerundet, zum Beispiel indem sie in einen Ring übergehen.

5

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung hat die Ersatz-Klappenprothese auch atriumseitig Ankerelemente, die analog den oben beschriebenen Ankerelementen auf der anderen Seite (d.h. atriumseitig) mit dem Ringkörper verbunden sind und sich außenseitig des Ringkörpers und im Wesentlichen parallel zu dessen Außenwand erstrecken. Diese Erstreckung reicht bevorzugt auch bis zum Annulus des Herzens, sodass die Klappenprothese durch die ventrikelseitigen Ankerelemente und die atriumseitigen Ankerelemente quasi am Annulus allseitig fixiert und abgestützt wird.

10

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass der genannte Ringkörper etwa kegelstumpfförmig ist, wobei bevorzugt der atriumseitige Durchmesser des Kegelstumpfes größer ist als der ventrikelseitige Durchmesser des Kegelstumpfes. Eine andere Ausgestaltung sieht vor, dass der Ringkörper kegelstumpfförmig und/oder im Durchmesser elliptisch ausgeführt wird (entsprechend der elliptischen Zirkumferenz der AV-Klappen).

15

20

Der Ringkörper kann zum Beispiel aus einem Drahtgeflecht geformt sein, insbesondere aus zick-zack-förmigen Drähten, wie es grundsätzlich in der Stent-Technologie als solches bekannt ist.

25

Weiterhin sind die genannten Ankerelemente bevorzugt integral mit dem Drahtgeflecht des Ringkörpers ausgeformt. Die Zahl der Ankerelemente auf zum Beispiel der Ventrikelseite des Ringkörpers sollte mindestens drei, bevorzugt aber vier oder mehr betragen. Entsprechendes gilt gegebenenfalls für die Zahl der Ankerelemente auf der Atriumseite des Ringkörpers.

30

Dabei sind die Ankerelemente bevorzugt unter regelmäßigen Abständen angeordnet, bei Einsatz von vier Ankerelementen also jeweils unter einem Winkel von 90° beabstandet.

Als Material für den Ringkörper und die Ankerelemente kommt ein geeignetes Metall oder eine Metalllegierung in Betracht, zum Beispiel wie sie dem Fachmann aus der Stent-Technologie bekannt sind, oder auch ein Metallgeflecht z. B. aus einem Gedächtnismetall.

In der Systole ist das Ventrikel gegen das Atrium abzudichten. Diese Abdichtung leistet die Klappenprothese. Die dabei auf die Herzklappensegel der Prothese wirkende Kraft entspricht dem vollen Blutdruck. Gegen diese Kraft muss die Klappenprothese stabil und dauerhaft orthotrop verankert werden. Die Erfindung nutzt die Erkenntnis, dass diese Kraft im Wesentlichen in Richtung der zentralen Achse des Ringkörpers (entsprechend in Richtung der zentralen Achse des Annulus) wirkt, so dass die Verankerung entsprechende Zugkräfte in dieser Richtung auffangen muss. Deshalb kann die erfindungsgemäße Klappenprothese darauf verzichten, dass wesentliche Verankerungskräfte durch Reibschluss zwischen der Klappenprothese und dem Annulus erzeugt werden. Vielmehr wird die Klappenprothese während der Systole, in der sie den Schließzustand einnimmt, über in axialer Richtung wirkende Stützkkräfte gehalten, die über die Ankerelemente in das umliegende Gewebe, also insbesondere in die Ventrikelseite des Annulus eingeleitet werden. Darüber hinaus kann durch eine Klemmwirkung zwischen den Ankerelementen und Mitralklappensegeln bzw. Sehnenfäden die Abstützung und Stabilisierung der Klappenprothese gefördert werden.

Die Spreizkraft des Ringkörpers ist hinsichtlich seiner Abmessung und seiner elastischen Eigenschaften so gewählt, dass bei Einsatz im Klappenannulus des Herzens keine den Klappenannulus wesentlich aufweitenden radialen Spreizkräfte wirken.

Herzklappensegel, die mit der erfindungsgemäßen Klappenprothese eingesetzt werden, können gemäß dem Stand der Technik ausgewählt und am oder im Ringkörper befestigt werden, z.B. US 5,411,552 oder EP 1 255 510 B3. Zum Beispiel kann eine von einem Schwein gewonnene biologische Herzklappe oder eine aus Perikard geformte Klappe in den Ringkörper eingenäht werden.

Die Erfindung stellt eine Herzklappenprothese bereit, deren ventrikelseitige Verankerung eine stabile und orthotrope Positionierung ermöglicht. Die Verankerung verhindert eine Verschiebung der Klappenprothese in axialer Richtung. Wenn hier von axialer oder radialer Richtung sowie Umfangsrichtung gesprochen wird, bezieht sich

dies auf den genannten Ringkörper der Klappenprothese beziehungsweise, im implantierten Zustand, auf den Annulus der ersetzten Mitral- bzw. Trikuspidalklappe.

Die erfindungsgemäße Artrioventricularersatzklappe ist ballonexpandierbar oder
5 selbstexpandierbar.

Implantierbar ist die Ersatzklappe mittels eines Katheters transepital, transapikal über die Herzspitze, oder retrograd durch die Aorta.

10 Die Positionierung der Klappenprothese mittels eines Katheters erfolgt bevorzugt derart, dass die beschriebenen Anker Elemente als erstes am Katheterende freigesetzt werden und sodann mit ihren Anker Elementen hinter den Mitralsegeln und/oder
zwischen den Sehnenfäden verankert und abgestützt werden. Sodann wird die Klappenprothese vollständig auch mit dem Ringkörper freigesetzt, derart, dass der Ringkörper mit seiner Mitte etwa auf dem Annulus der ersetzten Klappe zu liegen kommt.
15

Die erfindungsgemäßen Anker Elemente sind so gestaltet, dass zwischen ihnen im Ventrikel der Zugang zur Aorta und der Aortenklappe für eine ungehinderte Blutströmung frei bleibt.
20

Eine weitere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die axiale Länge der Anker Elemente einstellbar ist, z. B. über eine arretierbare Teleskopanordnung, eine Schraubverbindung oder dergleichen, sodass der Chirurg vor Ort eine Anpassung an die anatomischen Gegebenheiten vornehmen kann.
25

Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

Figur 1 schematische eine Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventrikularklappe des Herzens;
30

Figur 2 den Einsatz der Klappenprothese in einem Herzen zwischen Artrium und Ventrikel;

Figur 3 eine Seitenwand des Ringkörpers der Klappenprothese mit Anker Elementen und die Verankerung im Bereich des Annulus des Herzens;
35

Figur 4 schematisch ein anderes Ausführungsbeispiel einer Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventrikularklappe des Herzens;

5 Figur 5 eine Klappenprothese gemäß Figur 4 in implantiertem Zustand im Herzen; und

Figur 6 eine Klappenprothese gemäß den Figuren 4 und 5 in vergrößertem Maßstab.

10

Die in den Figuren 1, 2 und 3 dargestellte Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventrikularklappe des Herzens weist eine Ringkörper 2 auf, in dem nicht näher gezeigte Herzklappensegel befestigt sind. Für die Herzklappensegel können als solches bekannte Systeme des Standes der Technik eingesetzt werden, zum Beispiel Segel aus Perikardium, oder zum Beispiel vom Herzen eines Schweins gewonnen Herzklappen, die in dem Ringkörper 2 vernäht sind. Entsprechender Stand der Technik ist oben exemplarisch angegeben. Der Ringkörper 2 ist aus einem Drahtgeflecht gebildet und die elastischen Eigenschaften des Drahtes sowie die Abmessungen des Ringkörpers 2 sind so gewählt, dass der Ringkörper im Einsatz der Klappenprothese als Mitralklappe oder Trikuspidalklappe – anders als üblicherweise ein Stent – keine

15
20

den natürlichen Klappenannulus wesentlich aufweitende radiale Spreizkraft erzeugt.

Für das Drahtgeflecht des Ringkörpers 2 kann ein Metall mit Formgedächtnis eingesetzt werden, zum Beispiel Nitinol.

25

Wie die Figuren zeigen, ist der Ringkörper 2 rotationssymmetrisch um seine Achse A. Beim in den Figuren 1 bis 3 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Ringkörper 2 kegelförmig ausgebildet mit etwas größerem Durchmesser auf der Artriumseite (in Figur 1 rechts) als auf der Ventrikelseite (Figur 1, links). In Abwandlung des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels mit rotationssymmetrischem Ringkörper kann der Ringkörper auch eine elliptische Zirkumferenz (Umfang) aufweisen.

30

Auf der Ventrikelseite (Figur 1, links) geht das Drahtgeflecht des Ringkörpers 2 integral in vier Anker-elemente 4a, 4b, 4c, 4d über. Die Anker-elemente erstrecken sich, ausgehend vom ventrikelseitigen Ende des Ringkörpers 2, direkt radial außerhalb der Außenwand 2a des Ringkörpers 2 in Richtung auf das Zentrum des Ringkörpers 2. Dabei schließen die armförmigen Anker-elemente 4a, 4b, 4c, 4d mit der Außenwand

35

2a des Ringkörpers 2 einen Winkel α ein. Jedes Ankerelement ist mit zwei in Umfangsrichtung voneinander beabstandeten Streben am Ringkörper befestigt, um jedes Ankerelement stabil in Bezug auf den Ringkörper zu positionieren.

5 An ihren freistehenden, über die radiale Mittelebene E des Ringkörpers 2 in Richtung des Atriums vorstehenden Enden sind die Ankerelemente 4a, 4b, 4c, 4d abgerundet, um Reibwirkung mit Gewebe zu vermeiden. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Abrundung dadurch erreicht, dass die Ankerelemente in Ringe 4' übergehen.

10 Weiterhin zeigt das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 1 bis 3, dass auch auf der Atriumseite des Ringkörpers 2 Ankerelemente 6a, 6b, 6c, 6d analog den oben beschriebenen ventrikelseitigen Ankerelementen mit dem Ringkörper 2 verbunden sind. Auch diese Ankerelemente 6a, 6b, 6c, 6d gehen an ihren in Richtung auf die radiale Mittelebene des Ringkörpers weisenden freien Enden in Abrundungen z.B. in
15 Form von Ringen 6' über.

Figur 1 zeigt auch die axialen Abmessungen der Komponenten. Die axiale Länge LV der ventrikelseitigen Ankerelemente 4a, 4b, 4c ist so bemessen, dass sie über die radiale Mittelebene E (Figur 1) hinausragen und im Einbautzustand der Klappenprothese mit ihren abgerundeten Enden am Annulus des Herzens anliegen (vgl. Figur 3).
20

Die axiale Länge LAT der atriumseitigen Ankerelemente 6a, 6b, 6c, 6d ist so bemessen, dass sie mit ihren abgerundeten freien Enden auf der anderen Seite des Annulus, also atriumseitig, anliegen.

25 Somit ist der axiale Abstand zwischen den Enden 4' der ventrikelseitigen Ankerelemente und den Enden 6' der atriumseitigen Ankerelemente so bemessen, dass er etwa der axialen Stärke LA des Annulus entspricht. Die Gesamtlänge LR des Ringkörpers ergibt sich aus Figur 2. Sie ist so bemessen, dass ventrikelseitig das Ende des Ringkörpers in den Bereich der Sehnenfäden der Herzklappe reicht, sodass die Ankerelemente 4a, 4b, 4c, 4d durch die Zwischenräume zwischen den Sehnenfäden gesteckt und so hinter das flächige Gewebe der Papillarmuskeln bis zum Annulus geschoben werden können. Aus diesen anatomischen Gegebenheiten, wie sie in
30 Figur 2 dargestellt sind, folgt die axiale Länge LR der Klappenprothese.

35

Figur 3 zeigt die Außenwand 2a des Ringkörpers 2 auf einer Seite mit dem Annulus 18 der Herzklappe, Mitralsegel 7 und Sehnenfäden 9.

5 Wie vorstehend erläutert, werden die Ankerelemente 4d etc. zwischen den Sehnenfäden 9 hindurch hinter die Segel positioniert und kommen an ihren freien Enden 4' mit der Ventrikelseite des Annulus 18 in abstützende Anlage.

10 Der Winkel α zwischen den armartigen Ankerelementen und der Außenwand 2a des Ringkörpers 2 ist so bemessen, dass die Ankerelemente 4a, 4b, 4c, 4d das Papillarmuskelgewebe 7 zwischen sich und der Außenwand 2a des Ringkörpers einklemmen, sodass hierdurch die stabile Positionierung der Klappenprothese gefördert wird.

Die Figuren 4 bis 6 zeigen ein anderes Ausführungsbeispiel einer Klappenprothese.

15 Die in Figur 4 gezeigte Klappenprothese 10 zum Ersatz einer Atrioventricularklappe des Herzens weist einen Ringkörper 12 auf, in dem nicht näher gezeigte Herzklappensegel befestigt sind. Für die Herzklappensegel 14 können als solches bekannte Systeme des Standes der Technik eingesetzt werden, z. B. Segel aus Pericardium, oder z. B. vom Herz eines Schweins gewonnene Herzklappen, die in dem Ringkörper 12 vernäht werden. Der Ringkörper 12 ist aus einem Drahtgeflecht gebildet und die elastischen Eigenschaften des Drahtes und die Abmessungen des Ringkörpers 12 sind so gewählt, dass der Ringkörper im Einsatz der Klappenprothese als Mitralklappe oder Trikuspidalklappe – anders als üblicherweise ein Stent – keine den natürlichen Klappenannulus wesentlich aufweitende radiale Spreizkraft erzeugt.

25 Für das Drahtgeflecht des Ringkörpers 12 kann ein Metall mit Formgedächtnis eingesetzt werden, z. B. Nitinol.

30 Wie die Figuren 4, 5 und 63 zeigen, ist der Ringkörper rotationssymmetrisch um seine Achse A. Der atriumseitige Durchmesser D1 des Ringkörpers 12 ist größer als der ventrikelseitige Durchmesser D2 und dieser ist wiederum größer als ein mittlerer Durchmesser D3 des Ringkörpers 12.

35 Wie die Figuren zeigen, stehen vom Ringkörper 12 ventrikelseitig Ankerelemente 16, 16' in axialer Richtung vor. Wie Figur 5 zeigt, ragen diese Ankerelemente 16, 16' in den Ventrikel 22. Der Ringkörper 12 wird mit seinem mittleren Abschnitt, also dem

Abschnitt mit reduziertem Durchmesser D3, im Annulus 18 der Mitralklappe positioniert, Figur 52 zeigt also den Einsatz der Klappenprothese zwischen linkem Atrium und linkem Ventrikel. Der Bereich des Ringkörpers 12 mit vergrößertem Durchmesser D1 liegt satt am atriumseitigen Abschnitt des Annulus 18 an und fixiert die Klappenprothese in ihrem Offenzustand bei Blutströmung aus dem Atrium 24 in den Ventrikel 22.

Die Anker Elemente 16, 16' weisen beim Ausführungsbeispiel jeweils zwei Komponenten auf, nämlich zum einen Arme 30a, 30b, die sich im Wesentlichen parallel zur Achse A des Ringkörpers 12 erstrecken, und Komponenten 28, 28', die sich hakenartig um die Achse A des Ringkörpers 12 gekrümmt in Umfangsrichtung des Ringkörpers 12 erstrecken, wie Figur 6 im Einzelnen zeigt.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel hat ein Arm 30 zur drehfesten Verbindung von Verankerungsteil 16 mit Ringkörper 12 zwei Armkomponenten 30a, 30b, die sich jeweils im Wesentlichen parallel zur Achse A des Ringkörpers erstrecken und an ihren ventrikelseitigen Enden über schlaufenartige Biegungen in die sich in Umfangsrichtung erstreckenden Komponenten 28, 28' der Anker Elemente übergehen. Die Anker Elemente 16, 16' sind aus einem geeigneten Metalldraht geformt.

Die Anker Elemente 16 sind insbesondere, je nach der gegebenen anatomischen Situation, so bemessen, dass der Abstand vom Annulus (18) zum ventrikelseitigen Ende des Verankerungsteils im Bereich von 5 bis 40 mm liegt, bevorzugt im Bereich von 5 bis 20 mm oder im Bereich von 10 bis 25 mm.

Ähnlich wie eine Stent-Klappenprothese ist die beschriebene Klappenprothese stark komprimierbar und über einen Katheter minimal-invasiv im Herzen positionierbar, nämlich insbesondere transepital, transapikal über die Herzspitze, oder auch retrograd über die Aorta. Hierfür können die als solche dem Fachmann bekannten Katheter-Techniken eingesetzt werden.

Das Verfahren zum Einsetzen der beschriebenen Klappenprothese sieht vor, dass die Anker Elemente 16, 16' als erstes am Einsatzort aus dem Katheter freigesetzt werden. Beim in den Figuren 4 bis 6 dargestellten Ausführungsbeispiel erfolgt dann die Verankerung der Anker Elemente 16' durch Drehung des Ringkörpers 12 mit den daran drehfest befestigten Anker Elementen 16, 16', welche sich dann mit ihren Komponenten 28, 28' z. B. in den Sehnenfäden oder auch in der nativen Semilunarklappe ver-

haken. Die Drehung kann entweder durch Drehung des Katheters selbst erfolgen oder auch durch einen Pusher im Katheter, der einen Dreheingriff mit dem Ringkörper 12 erlaubt. Nach dieser Verhakung und Verankerung der Ankerelemente im Gewebe, z. B. der Sehnenfäden oder der nativen Semilunarklappe, erfolgt dann die
5 vollständige Freisetzung der Klappenprothese aus dem Katheter, wobei der diaboloförmige Ringkörper mit seinem mittleren Bereich reduzierten Durchmessers gemäß Figur 2 im Annulus 18 fixiert wird.

In Abwandlung des vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels können die
10 Verankerungskomponenten 28, 28' dahingehend abgewandelt werden, dass sie sich nicht in Umfangsrichtung erstrecken, sondern radial nach Außen, sodass sie durch Aufspreizung nach dem Freisetzen in Verankerungseingriff mit den Sehnenfäden bringbar sind oder auch in Verankerungseingriff mit nativen Segeln, je nach den
15 anatomischen Gegebenheiten.

Patentansprüche

- 5 1. Klappenprothese zum Ersatz einer Artrioventrikularklappe des Herzens mit
- einem Ringkörper (2), an dem Herzklappensegel befestigt sind und der adaptiert ist, um in einen Klappenannulus (18) des Herzens (20) eingesetzt zu werden, und mit
 - mehreren Ankeren (4a, 4b, 4c, 4d), die mit dem Ringkörper (2) ventrikelseitig verbunden sind,
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass
- die Ankeren (4a, 4b, 4c, 4d) sich zumindest teilweise radial außenseitig des Ringkörpers (2) und im Wesentlichen parallel zu dessen Außenwand (2a) erstrecken.
- 15 2. Klappenprothese nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankeren (4a, 4b, 4c, 4d) sich ventrikelseitig entlang zumindest der Hälfte der axialen Länge (LR) des Ringkörpers (2) erstrecken.
- 20 3. Klappenprothese nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge (LV) der Ankeren (4a, 4b, 4c, 4d) so bemessen ist, dass die Ankeren im Einbauzustand bis zum Klappenannulus (18) des Herzens (20) reichen.
- 25 4. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankeren (4a, 4b, 4c, 4d) an ihren Enden abgerundet sind, insbesondere in Ringform oder Teilringform.
- 30 5. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auch atriumseitig Ankeren (6a, 6b, 6c, 6d) mit dem Ringkörper (2) verbunden sind und sich außenseitig des Ringkörpers (2) und im Wesentlichen parallel zu dessen Außenwand (2a) erstrecken.
- 35 6. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die atriumseitig mit dem Ringkörper verbundenen Ankeren (6a, 6b, 6c, 6d) sich entlang weniger als der Hälfte der axialen Länge (LR) des Ringkörpers (2) erstrecken.

7. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge (LAT) der atriumseitig mit dem Ringkörper verbundenen Ankerelemente (6a, 6b, 6c, 6d) so bemessen ist, dass sie sich im Einbauzustand bis zum Klappenannulus (18) des Herzens (20) erstrecken.
8. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die atriumseitig mit dem Ringkörper (2) verbundenen Ankerelemente (6a, 6b, 6c, 6d) an ihren Enden abgerundet sind, insbesondere in Ringform oder Teilringform.
9. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axialen Längen (LV) der ventrikelseitig mit dem Ringkörper (2) verbundenen Ankerelemente (4a, 4b, 4c, 4d) und die axialen Längen (LAT) der atriumseitig mit dem Ringkörper (2) verbundenen Ankerelemente (6a, 6b, 6c, 6d) so bemessen sind, dass ihre axiale Differenz der axialen Erstreckung (LA) des Klappenannulus (18) entspricht.
10. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringkörper (2) kegelmuffförmig ist, insbesondere mit atriumseitig größerem Durchmesser als ventrikelseitig.
11. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringkörper (2) aus einem Drahtgeflecht besteht, insbesondere aus zick-zack-förmigen Drähten.
12. Klappenprothese nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ankerelemente (4a, 4b, 4c, 4d; 6a, 6b, 6c, 6d) jeweils über zwei auf dem Umfang des Ringkörpers beabstandete Streben mit dem Ringkörper verbunden sind.
13. Klappenprothese zum Ersatz einer Atrioventricularklappe des Herzens mit
- einem Ringkörper (12), an dem Herzklappensegel (14) befestigt sind und der adaptiert ist, um in einen Klappenannulus (18) des Herzens (20) eingesetzt zu werden,
- und mit
- zumindest einem Verankerungsteil (16, 16') hakenförmiger Gestalt, das vom Ringkörper (12) in Richtung des Ventrikels vorsteht und adaptiert

ist, in Sehnenfäden (26), Papillarmuskeln oder Klappensegeln der Atri-
oventricularklappen verankert zu werden, dadurch gekennzeichnet,
dass das zumindest eine Verankerungsteil einen Arm (30, 30a, 30b;
30') aufweist, der sich im Wesentlichen parallel zur Achse (A) des Ring-
körpers (12) erstreckt, und eine Verankerungsteilkomponente (28, 28'),
die sich frei in Umfangsrichtung erstreckt derart, dass sie bei Drehung
des Ringkörpers (12) um dessen Achse (A) in verankernden Eingriff mit
Gewebe, insbesondere Sehnenfäden bringbar ist.

5

10

1/5

FIG. 1

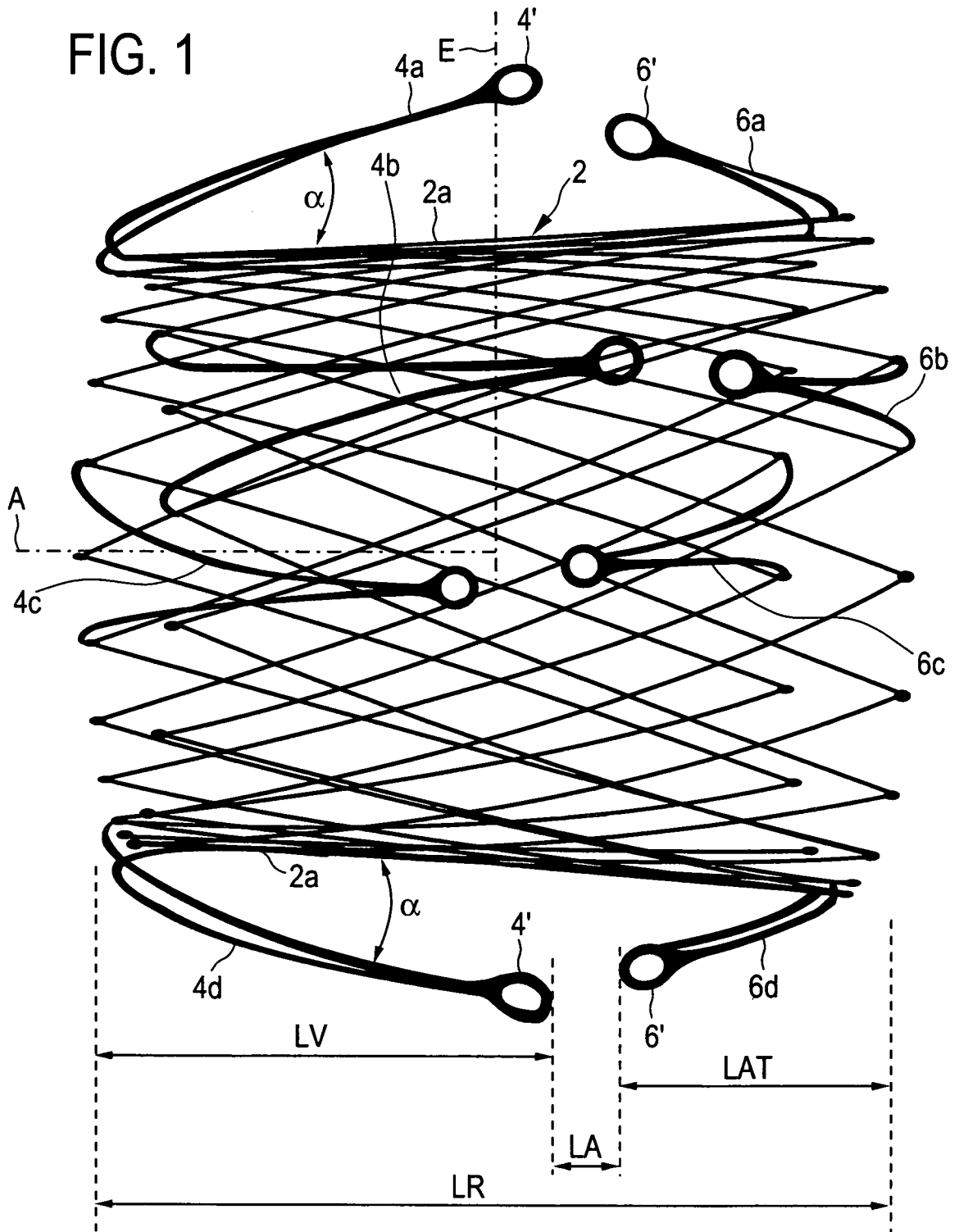


FIG. 2

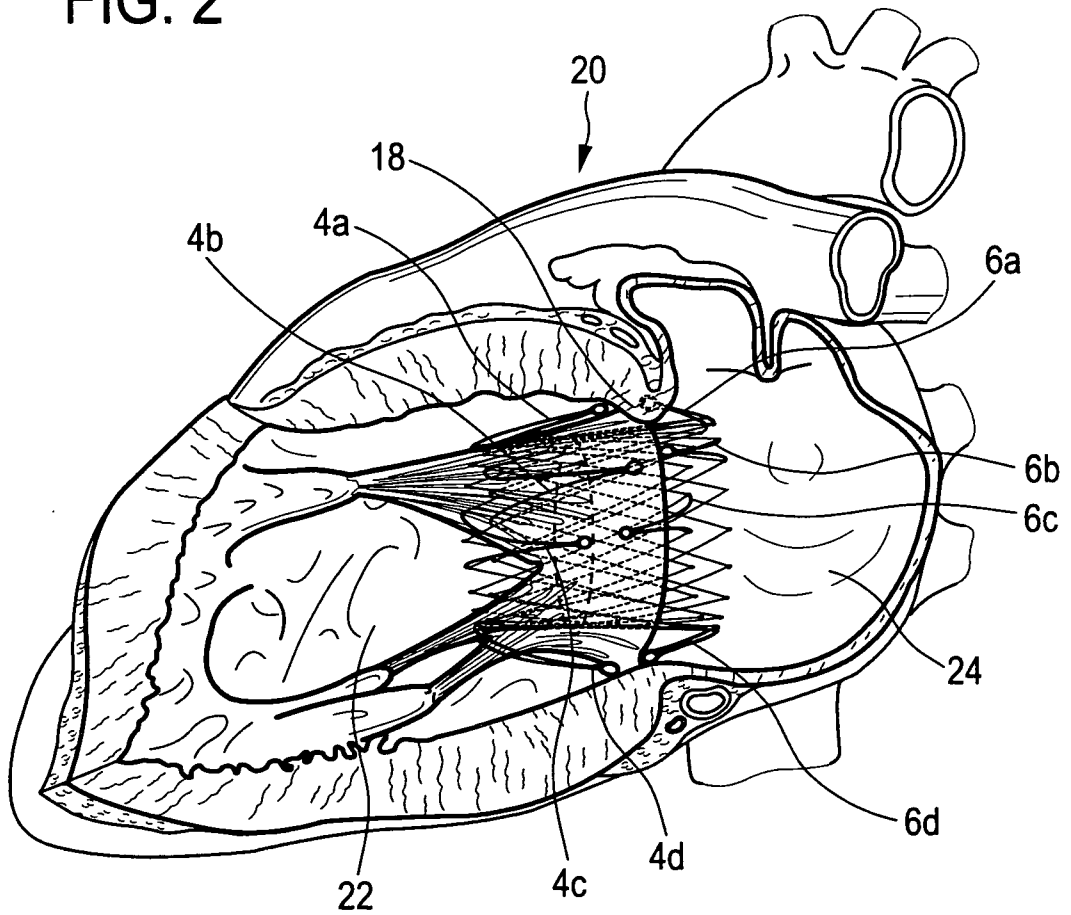
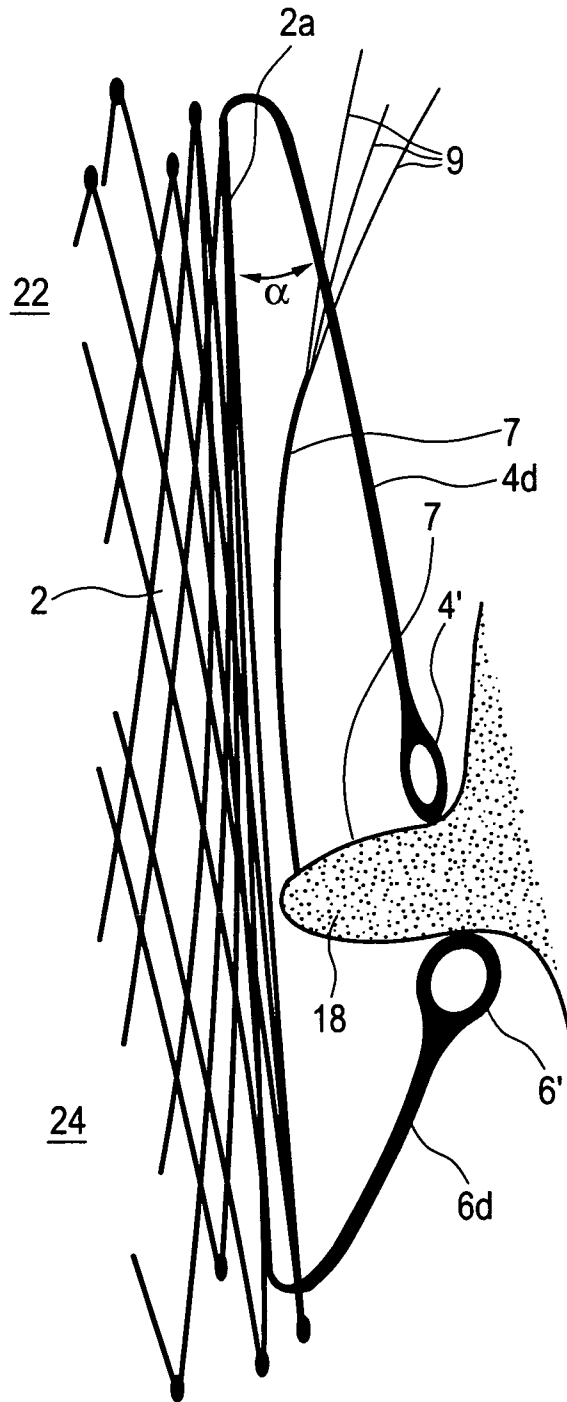


FIG. 3



4/5

FIG. 4

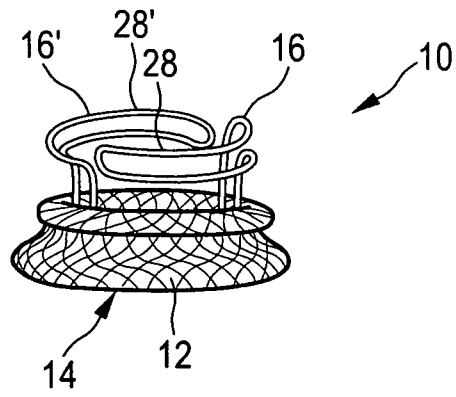


FIG. 5

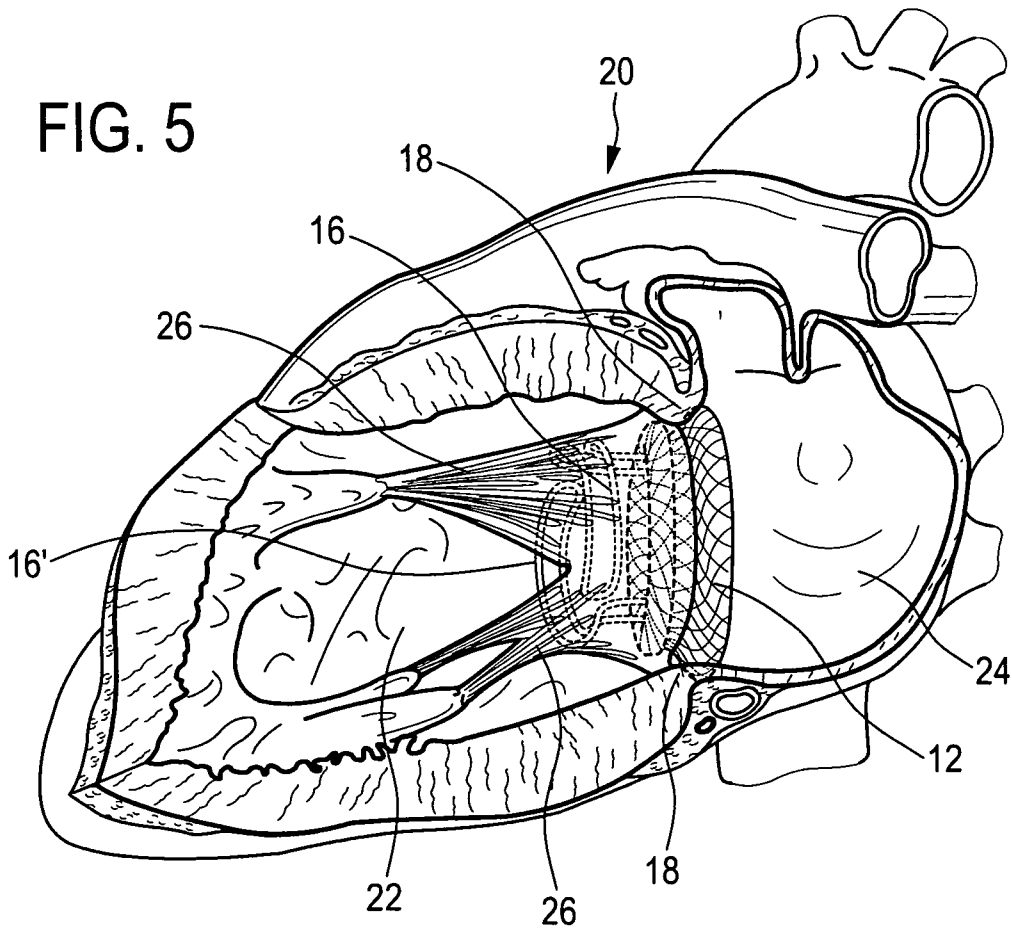


FIG. 6

