



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2004 014 789 U1** 2005.03.03

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2004 014 789.0**  
(22) Anmeldetag: **22.09.2004**  
(47) Eintragungstag: **27.01.2005**  
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **03.03.2005**

(51) Int Cl.7: **A61F 2/04**  
**A61K 49/04**

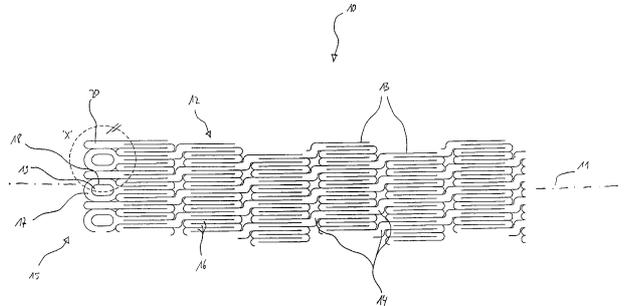
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**Campus Medizin & Technik GmbH, 66424  
Homburg, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**FUCHS, MEHLER, WEISS & FRITZSCHE, 81545  
München**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Stent zur Implantation in oder um ein Hohlorgan mit Markerelementen aus einem röntgenopaken Material**

(57) Hauptanspruch: Stent (10) zur Implantation in oder um ein Hohlorgan, mit einer um eine longitudinale Achse (11) verlaufenden röhrenförmigen Gitterwand (12) aus elastischen Wandsegmenten (13), die circumferential entlang der longitudinalen Achse (11) hintereinander angeordnet und über Verbindungselemente (14) miteinander verbunden sind, mit an entgegengesetzten Achsenenden liegenden Röhrenenden (15), wobei die Wandsegmente (13) Federelemente (16) mit einer elastischen Struktur aufweisen, sowie mindestens ein Aufnahmeelement (17), das mit den Federelementen (15) verbunden ist, und wobei das Aufnahmeelement (17) mindestens eine einen Querschnitt aufweisende Ausnehmung (18) aufweist, in der ein Markerelement (19) aus einem röntgenopaken Material angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung (18) eine sich in Richtung zur longitudinalen Achse (11) konisch verjüngenden Querschnitt aufweist, und das röntgenopake Markerelement (19) konisch ausgebildet und radial zur longitudinalen Achse (11) in der Ausnehmung (18) der Aufnahmeelemente (17) angeordnet ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Stent zur Implantation in oder um ein Hohlorgan mit Markerelementen aus einem röntgenopaken Material der im Oberbegriff des Anspruch 1 genannten Art.

**[0002]** Stents werden üblicherweise in röhrenförmige Hohlorgane eingesetzt, um diese zu erweitern oder offen zu halten. Sie bilden eine röhrenartige Struktur aus, die in ihrem Röhreninneren den Durchfluss von Körperflüssigkeiten oder anderen physiologischen Substanzen, wie z. B. Nahrung ermöglicht, wobei das Röhrenäußere an das umgebende Hohlorgan anliegt und dieses stützt. Sie weisen meist eine gitter- oder spiralförmige Struktur auf, die aus Wandsegmenten besteht. Zwischen und innerhalb der Wandsegmente sind Gitteröffnungen ausgebildet, die es ermöglichen, dass diese Struktur an ihren Implantationsort in das Gewebe einwachsen kann.

**[0003]** Solches Stents sind an sich bekannt und beispielsweise in der DE-A 197 46 88 oder in der WO 03/063 733 beschrieben.

**[0004]** In den meisten Fällen werden Stents auf einem Ballonkatheter montiert, der dann in das zu therapierende Hohlorgan eingeführt wird. Hierbei kann es sich z.B. um eine durch eine Stenose beeinträchtigte Koronararterie handeln. An Ort und Stelle wird der Ballonkatheter dann dilatiert, um einerseits die Plaques, die die Stenose bedingen, an bzw. durch die Gefäßwand zu drücken und dadurch die Stenose zu beseitigen und andererseits den durch die Dilatation des Ballonkatheters entfalteten Stent zu platzieren, der dann dafür sorgt, dass das Hohlorgan seine lichte Weite beibehält.

**[0005]** In anderen Fällen werden selbstexpandierende Stents verwendet, die einem ersten Zustand mit geringem Durchmesser in das Hohlorgan eingeführt und an Ort und Stelle dann in einen zweiten Zustand mit grösseren Durchmesser durch eine intrinsische Federkraft von selbst expandieren oder aktiv expandiert werden. Hierfür kommen insbesondere Stents in Frage, die aus einem Formgedächtnis-Material hergestellt sind.

**[0006]** In beiden Fällen findet die Platzierung des Stents unter röntgenoskopischer Kontrolle statt. Da die üblicherweise für den Stents verwendeten Metalllegierungen nur eine geringe Röntgenopazität aufweisen, ist es zu diesem Zweck hilfreich, den Stent ergänzend mit Materialien zu versehen, die eine höhere Röntgenopazität aufweisen.

**[0007]** Aus der EP 95302708 ist bekannt, die Enden des Stents mit einer wenigstens Mikrometer dicken Schicht aus röntgenopakem Material (Gold, Platin) zu beschichten. Diese Art der Markierung ist aufwän-

dig und kostenintensiv. Überdies besteht die Gefahr, dass sich Teile der Beschichtung im Laufe der Zeit ablösen, so dass die Position des Stents innerhalb des Hohlorgans nicht mehr genau festgestellt werden kann. Außerdem kann die Beschichtung zu einer Erhöhung der Steifigkeit des Stents führen, so dass z.B. die Dilatation des Stents in dem zu therapierenden Hohlorgan beeinträchtigt werden kann.

**[0008]** Aus der WO 9733534 ist bekannt, nietenförmige Markerelemente aus röntgenopakem Material zu verwenden, die in ösenförmige Aufnahmeelemente der gitterförmigen Wandstruktur des Stents formschlüssig eingepaßt werden. Diese Art der Ausgestaltung birgt die Gefahr, dass die Nieten durch mechanische Belastung oder Korrosion ihre Formschlüssigkeit verliert, z. B. in dem der Nietenkopf bricht, und sich daraufhin löst, ins Lumen des Stents entweicht und in das Hohlorgan gelangt, wo sie folgenschwere Komplikationen, wie z.B. die Okklusion eines Blutgefäßes, verursachen kann.

**[0009]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Stent mit Markerelementen aus einem röntgenopaken Material bereitzustellen, der eine dauerhafte Lokalisierbarkeit innerhalb des Hohlorgans gewährleistet, und dessen Elastizität durch die Markerelemente nicht beeinträchtigt wird. Darüber hinaus soll gewährleistet sein, dass die Markerelemente unter keinen Umständen ins Lumen des Stents entweichen und in das Hohlorgan gelangen können.

**[0010]** Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

**[0011]** Erfindungsgemäß ist dabei ein Stent der gattungsgemäßen Art vorgesehen, der eine um eine longitudinale Achse verlaufende röhrenförmige Gitterwand aus elastischen, insbesondere radial elastischen Wandsegmenten aufweist, die circumferential entlang der longitudinalen Achse hintereinander angeordnet und über Verbindungselemente miteinander verbunden sind. Der Stent weist an entgegengesetzten Achsenenden liegende Röhrenenden auf. Die Wandsegmente weisen Federelemente mit einer elastischen Struktur auf sowie Aufnahmeelemente, die mit den Federelementen verbunden sind. Die Aufnahmeelemente weisen Kavitäten bzw. Ausnehmungen in Form von Aushöhlungen, Lücken, Löchern und/oder Aussparungen auf, in denen Markerelemente aus einem röntgenopaken Material angeordnet sind.

**[0012]** Die Aufnahmeelemente können im Vergleich zu den Federelementen flächig verbreitert ausgebildet sein. Die Ausnehmungen können z.B. in Form von Aussparungen ausgestaltet sein.

**[0013]** Der erfindungsgemäße Stent ist dadurch ge-

kennzeichnet, dass die Ausnehmungen in Richtung der longitudinalen Achse sich verjüngende, insbesondere konisch verjüngende, Querschnittsflächen aufweisen und die röntgenopaken Markerelemente konisch ausgebildet sind und radial zur longitudinalen Achse in den Ausnehmungen der Aufnahmeelemente angeordnet sind. Die Markerelemente sind also ähnlich dem Schlussstein eines römischen Gewölbes in den Aufnahmeelementen angeordnet.

**[0014]** Auf diese Weise ist gewährleistet, dass die Markerelemente sich nicht in Verjüngungsrichtung der Querschnittsflächen der Ausnehmungen bewegen können, selbst wenn sie brechen oder korrodieren, und daher unter keinen Umständen in das Lumen des Stents entweichen können. Die Markerelemente können sich allenfalls entgegen der Verjüngungsrichtung der Querschnittsflächen der Ausnehmungen ablösen, also in Richtung zur Wand des Hohlorgans, wo sie keinen Schaden anrichten.

**[0015]** In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Ausnehmungen und die Markerelemente runde Querschnitte aufweisen, und die Markerelemente radialkonisch in Form von Kegelstümpfen ausgebildet sind. Unter dem Begriff „runde Querschnitte“ sollen dabei kreisförmige, ovale und elliptoide Querschnitte verstanden werden.

**[0016]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Ausnehmungen und die Markerelemente im Wesentlichen rechteckige Querschnitte aufweisen, und die Markerelemente konisch in Form von Pyramidenstümpfen ausgebildet sind. Unter den Begriff „im Wesentlichen rechteckige Querschnitte“ sollen dabei auch solche Querschnitte fallen, die auf Rechtecke zurückgehen, deren Ecken abgerundet wurden.

**[0017]** In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Markerelemente auf ihrer der longitudinalen Achse abgewandten Seite mit den Aufnahmeelementen verschweißt und auf diese Weise dauerhaft in den Ausnehmungen arretiert. Vorzugsweise werden dabei im Übergangsbereich zwischen den Aufnahmeelementen und den Markerelementen Schweißpunkte gesetzt, wofür zum Beispiel ein Laser verwendet werden kann.

**[0018]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Aufnahmeelemente an den Röhrenenden des Stents angeordnet sind. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass die Enden des Stents im Röntgenbild während der Katheteroperation oder anlässlich einer Kontrolluntersuchung sicher angesprochen werden können und so die korrekte Lage des Stents kontrolliert werden kann.

**[0019]** Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass auch

im Bereich zwischen den Röhrenenden Aufnahmeelemente angeordnet sind. Insbesondere können diese auf einer die Gitterwand schraubenlinienartig umlaufenden Linie angeordnet sein. Auf diese Weise läßt sich im Röntgenbild feststellen, ob der Stent an Ort und Stelle gleichmäßig und korrekt entfaltet worden ist.

**[0020]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Aufnahmeelemente an den Röhrenenden des Stents circumferential angeordnet sind, also einen endständigen, an der Innen- oder Außenseite des Hohlorgans anliegenden Kranz röntgenopaker Markierungen ausbilden. In einer weiteren erfindungsgemäßen bevorzugten Ausgestaltung sind die Aufnahmeelemente quer zu ihrer Längsrichtung kreisbogenförmig um die longitudinale Achse des Stents gekrümmt.

**[0021]** In erfindungsgemäßen Ausgestaltungen, bei denen die Aufnahmeelemente an den Röhrenenden angeordnet sind, kann die Stützwirkung an den Röhrenenden beeinträchtigt sein, da hier weniger stützendes Material zur Verfügung steht als im Bereich zwischen den Röhrenenden. Die Länge des effektiv stützenden Bereichs des Stents fällt daher in der Regel geringer aus, als die absolute Länge des Stents selbst beträgt.

**[0022]** In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist daher vorgesehen, dass an den Röhrenenden zusätzlich zu den Aufnahmeelementen endständige Federelemente circumferential angeordnet sind. Diese endständigen Federelemente können breiter sein als die bereits beschriebenen Federelemente im Bereich zwischen den Röhrenenden.

**[0023]** Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass die Aufnahmeelemente und die endständigen Federelemente miteinander alternierend circumferential angeordnet sind.

**[0024]** Vorteil dieser Ausgestaltungsformen ist, dass die Röhrenenden des Stents im entfalteten Zustand eine bessere Abstützung auf die Gefäßwand ausüben, was zur Folge hat, dass die Wirkungslänge des Stents, also der Bereich, in dem z.B. eine Restenose wirksam verhindert werden kann, bedeutend größer ist.

**[0025]** Ganz besonders vorteilhaft sind diese Arten der Ausgestaltung bei Stenosen im Bereich von Gefäßverzweigungen, z.B. bei Blutgefäßen. Da die effektiv stützende Fläche eines solchermaßen ausgestalteten Stents erst am tatsächlichen Röhrenende endet, ist gewährleistet, dass der Stent bis direkt an die Verzweigung herangeführt werden kann, ohne dass die Gefahr besteht, dass verbreiterte Aufnahmeelemente in die Blutbahn des abzweigenden Gefäßes hineinragen und dort zu Turbulenzen der Blut-

strömung und damit zu Verklumpungen der Blutzellen führen.

**[0026]** In besonders bevorzugter Weise ist dabei vorgesehen, dass die endständigen Federelemente und die Aufnahmeelemente so ausgebildet und/oder angeordnet sind, dass die in Richtung der Röhren- bzw. Stentenden weisenden Enden der Elemente eine kreisförmige, quer zur longitudinalen Achse angeordnete Umfangslinie beschreiben, also gleichsam bündig angeordnet sind. Diese Anordnung hat den besonderen Vorteil, dass beim Platzieren des Stents, d.h. beim Vorwärtsschieben mit Hilfe eines Katheters, der Druck gleichmäßiger auf die gesamte Endumfangsfläche des Stents verteilt wird. Das heißt beim Entlassen bzw. Vorwärtsschieben des Stents aus dem Katheter, wirken die dabei auftretenden Kräfte nicht nur auf die Röntgenmarker, sondern vor allem auch auf die endständigen, fingerartigen Federelemente, wodurch der auftretende Widerstand besser verteilt wird und die Markerelemente entlastet werden. Auf diese Weise wird die Gefahr, dass sich ein eingeschweisster Marker ablöst oder gar bricht, stark verringert. Dabei wird auch die Gefahr vermindert, dass sich einzelne endständige Elemente verbiegen und ggf. in die Gefäßwand einschneiden. Die endständigen Federelemente sind vorzugsweise breiter, insbesondere mindestens doppelt so breit, ausgestaltet als die Wandsegmente.

**[0027]** Außerdem ist dadurch gewährleistet, dass ein solchermaßen ausgestalteter Stent bis zum bündig abschließenden Röhrenende die volle Stützwirkung entfalten kann. Die zuvor geschilderten Vorteile kommen damit noch stärker zum Tragen.

**[0028]** In einer Weiterbildung der Erfindung bilden die Verbindungselemente und die Federelemente mindestens einen durchgehenden Längssteg, der sich in Längsrichtung des Stents erstreckt und der mindestens eine Komponente in Axialrichtung zur Aufnahme einer Druck- oder Zugspannung in Längsrichtung aufweist. Entsprechend dieser Ausgestaltung können auch mehrere Längsstege ausgebildet sein. Auf diese Weise werden die Wandsegmente besonders wirkungsvoll zueinander positioniert, wobei gleichzeitig eine Längenänderung des Stents zuverlässig vermieden wird.

**[0029]** Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass der Längssteg bzw. die Längsstege eine die Gitterwand schraubenlinienartig umlaufende Gestalt aufweist bzw. aufweisen. Diese Art der Ausgestaltung lässt sich mittels Schneiden, insbesondere Laser- und/oder Wasserstrahlschneiden, aus einem Hohlzylinder besonders einfach herstellen. Außerdem werden so Längenänderungen aufgrund von Druck- oder Zugspannungen oder durch ein Zusammendrücken des Stents im Rahmen der bei der bestimmungsgemäßen Verwendung auftretenden Kräfte zuverlässig

vermieden.

**[0030]** In besonders bevorzugter Weise ist vorgesehen, dass die Verbindungselemente im Vergleich zu den Federelementen flächig verbreitert ausgebildet sind. Auch diese Art der Ausgestaltung lässt sich mittels Laserschneiden einfach herstellen. Im Zustand vor der Entfaltung des Stents sind die Verbindungselemente dann beispielsweise geringfügig S-förmig ausgebildet. Im entfalteten Zustand mit grösseren Durchmesser weisen die Verbindungselemente dann zumindest eine parallel zum Längssteg angeordnete Komponente auf und unterstützen diesen in der zuvor beschriebenen Wirkung.

**[0031]** Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass die Verbindungselemente die doppelte Breite der Federelemente aufweisen. Dadurch ergibt sich ein besonders einfaches Schnittmuster. Üblicherweise, jedoch nicht notwendigerweise, sind die Verbindungselemente kürzer als die Federelemente und weisen zweckmäßigerweise eine Länge von maximal 3/4, vorzugsweise maximal 2/3 der Länge eines Federelements auf. Besonders bevorzugt sind Längen von 1/2 oder weniger der Länge eines Federelements.

**[0032]** Grundsätzlich müssen alle in einem Stent verwendeten Materialien biokompatibel sein. Es stellen sich jedoch noch weitere spezifische Anforderungen an die verschiedenen, in dem erfindungsgemäßen Stent verwendeten Materialien.

**[0033]** Bevorzugt bestehen die röntgenopaken Markerelemente des erfindungsgemäßen Stents aus einem Material, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Gold, Platin, Silber, Tantal, mit Bariumsulfat dotiertem Kunststoff, mit Wismuttrioxid dotiertem Kunststoff. Es können jedoch ebensogut andere röntgenopake Materialien verwendet werden.

**[0034]** Die Feder-, Verbindungs- und/oder Aufnahmeelemente des erfindungsgemäßen Stents bestehen besonders bevorzugt aus einem Formgedächtnis-Material.

**[0035]** Besonders bevorzugt werden die zu verwendenden Formgedächtnis-Materialien aus der Gruppe bestehend aus Nickel-Titan-Legierungen und Kupfer-Zink-Aluminium-Legierungen ausgewählt. Als besonders geeignet hat sich die Nickel-Titan-Legierung Nitinol herausgestellt.

**[0036]** Aus einem aus solchen Material bestehenden Hohlzylinder kann, z.B. mittels einer Schneidetechnik, wie z. B. mittels Laser- oder Wasserstrahl, ein im wesentlichen aus Federelementen, Verbindungselementen und Aufnahmeelementen bestehender Stent herausgeschnitten werden, dem anschliessend auf für Formgedächtnis-Materialien bekannte Weise die entfaltete, dem Durchmesser des

zu therapierenden Hohlorgans entsprechende Form aufgeprägt werden kann. Wird der so erzeugte Stent anschließend in den Zustand mit kleinem Durchmesser komprimiert und beispielsweise mit Hilfe eines Katheters in ein stenosiertes Blutgefäß eingeführt, so kann der Stent an Ort und Stelle durch Erwärmen auf über die sogenannte Konversionstemperatur zurück in die zuvor eingeprägte Form gebracht werden. Gegebenenfalls kann dieser Entfaltungsvorgang durch Verwendung eines Ballonkatheters unterstützt oder auch ganz dadurch ersetzt werden.

**[0037]** Die Feder-, Verbindungs- und/oder Aufnahmeelemente können jedoch auch aus Materialien bestehen, die ausgewählt sind aus der Gruppe bestehend aus Edelstahl, Kunststoff, oder selbstauflösenden Materialien. Da diese Materialien keine Formgedächtnis-Eigenschaften aufweisen, müssen die daraus hergestellten Stents an Ort und Stelle mit Hilfe eines Ballonkatheters entfaltet werden. Insbesondere die selbstauflösenden Materialien sind dann von Vorteil, wenn ein Stent nicht dauerhaft gelegt werden soll.

**[0038]** Besonders bevorzugt vorgesehen ist, dass die Oberfläche des erfindungsgemäßen Stents bearbeitet, insbesondere veredelt, geglättet, und/oder poliert ist. Auf diese Weise ergibt sich eine glatte Oberfläche, die insbesondere den Ansprüchen an die Biokompatibilität des Stents genügt.

**[0039]** Weiterhin ist ein Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Stents vorgesehen, bei dem die konischen, röntgenopaken Markerelemente von der der longitudinalen Achse abgewandten Seite des Stents aus in die Aufnahmeelemente eingesetzt werden und auf dieser Seite durch Setzen von Schweißpunkten an den Aufnahmeelementen befestigt werden.

**[0040]** In einer bevorzugten Ausführungsform dieses Verfahrens ist dabei vorgesehen, dass zunächst aus einem Hohlzylinder bestehend aus einem Material, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Edelstahl, Kunststoff, einem selbstauflösenden Material oder einem Formgedächtnis-Material ein röhrenförmiger Stent-Rohling herausgeschnitten wird. Besonders bevorzugt ist weiterhin vorgesehen, dass die Feder-, Verbindungs- und/oder Aufnahmeelemente der Wandsegmente mittels Laser- oder Wasserstrahlschneiden aus dem Stent-Rohling hergestellt werden.

**[0041]** Im Folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**[0042]** Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Stents **10** in abgewickelter Darstellung,

**[0043]** Fig. 2 eine vergrößerte Teildarstellung des Endbereichs des in Fig. 1 gezeigten Stents, und

**[0044]** Fig. 3 eine Aufsicht auf einen Schnitt entlang der Linie A – A in Fig. 2.

**[0045]** Fig. 1 zeigt eine schematische Draufsicht eines noch nicht expandierten erfindungsgemäßen Stents **10**. Der Stent **10** wird mittels Laserstrahlung aus einem Röhrrchen aus einem geeigneten Material, beispielsweise einem Formgedächtnis-Material, ausgeschnitten. Der Stent **10** weist eine longitudinale Achse **11** sowie eine Gitterwand **12** auf, die aus den einzelnen Wandsegmenten **13** aufgebaut ist. Die Wandsegmente **13** bestehen im nicht expandierten Zustand aus parallel zueinander angeordneten Federelementen **16**, die über Verbindungselemente **14** mit Federelementen **16** aus dem benachbarten Wandsegment **13** verbunden sind.

**[0046]** Weiterhin weist der Stent **10** am Röhrenende **15** angeordnete, Aufnahmeelemente **17** auf, die ösenförmig ausgebildet sind und Ausnehmungen **18** aufweisen, in denen Markerelemente **19** aus einem röntgenopaken Material, wie z.B. Tantal, angeordnet sind. Die Ausnehmungen **18** und die Markerelemente **19** weisen einen ovalen Querschnitt auf. Der Stent weist weiterhin endständige, vorzugsweise fingerartig ausgebildete Federelemente **20** auf, wobei diese und die Aufnahmeelemente **17** so ausgebildet und angeordnet sind, dass die in Richtung der Röhrenenden **15** weisenden Enden der Elemente **20**, **19** bündig angeordnet sind und eine kreisförmige, quer zur longitudinalen Achse **11** des Stents **10** angeordnete Umfangslinie beschreiben.

**[0047]** Vorteil dieser Ausgestaltungsform ist, dass die Röhrenenden **15** des Stents **10** im entfalteten Zustand eine bessere Abstützung auf die Gefäßwand ausüben, was zur Folge hat, dass die Wirkungslänge des Stents, also der Bereich, in dem z.B. eine Restenosisierung wirksam verhindert werden kann, bedeutend größer ist. Außerdem hat diese Ausgestaltung den Vorteil, dass beim Platzieren des Stents **10**, d.h. beim Vorwärtsschieben mit Hilfe eines Katheters, der Druck gleichmäßiger auf die gesamte Endumfangsfläche des Stents **10** verteilt wird und so verhindert wird, dass sich einzelne endständige Elemente **17**, **20** in die Gefäßwand einschneiden.

**[0048]** Fig. 1 läßt außerdem die in etwa S-förmige Gestalt der Verbindungselemente **14** erkennen. Ebenfalls wird in der Figur deutlich, dass einander benachbart angeordnete Wandsegmente **13** jeweils gegeneinander versetzt angeordnet sind, und zwar vorzugsweise um die Breite zweier Federelemente **16**.

**[0049]** Die Verbindungselemente **14** und Federelemente **16** bilden so einen durchgehenden Längssteg,

der eine Komponente in Axialrichtung des Stents zur Aufnahme von Druck- oder Zugspannungen in Längsrichtung aufweist. Aufgrund des beschriebenen Versatzes weist der Längssteg eine die Gitterwand **12** des Stents **10** schraubenlinienartig umlaufende Gestalt auf.

**[0050]** Nach dem Einschneiden des in **Fig. 1** dargestellten Musters in einen röhrenförmigen Rohling aus Formgedächtnis-Material wird der so hergestellte Stent **10** in einen zweiten Zustand expandiert, der einen grösseren Durchmesser hat als der erste Zustand. Dieser zweite Zustand wird dem Stent **10** dann auf bekannte Weise aufgeprägt. Zur Implantation mittels eines Katheters wird der so vorbereitete Stent **10** dann in einen Zustand mit geringem Durchmesser zusammengedrückt. Nach der gewünschten Positionierung kann der Stent **10** dann durch Erwärmen über die sogenannte Konversionstemperatur wieder in die eingeprägte Form des zweiten Zustands expandiert.

**[0051]** **Fig. 2** zeigt eine vergrößerte Teildarstellung des Endbereichs des in **Fig. 1** gezeigten Stents **10** mit den Verbindungselementen **14**, den Federelementen **16**, den Ausnehmungen **18** der Aufnahmeelemente **17** und den darin angeordneten Markerelementen **19** sowie den endständigen Federelementen **20**. Die Markerelemente **19** sind mittels Schweißpunkten **21**, auf der longitudinalen Achse abgewandten Seite des Stents in den Aufnahmeelementen **17** befestigt.

**[0052]** **Fig. 3** zeigt eine Aufsicht auf einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Stent **10** entlang der Linie A – A in **Fig. 2**. Dargestellt ist ein Aufnahmeelement **17**, eine Ausnehmung **18**, ein in der Ausnehmung **18** angeordnetes Markerelement **19**, zwei endständige Federelemente **20** sowie zwei Schweißpunkte **21**.

**[0053]** Das Aufnahmeelement **17** ist quer zu seiner Längsrichtung kreisbogenförmig um die longitudinale Achse **11** des Stents **10** gekrümmt. Die Ausnehmung **18** weist sich in Richtung der longitudinalen Achse **11** verjüngende Querschnittsflächen auf. Das röntgenopake Markerelement **19** ist konisch ausgebildet und radial zur longitudinalen Achse **11** in der Ausnehmung **18** des Aufnahmeelements **17** angeordnet. Das Markerelement **19** ist also ähnlich dem Schlussstein eines römischen Gewölbes in dem Aufnahmeelement **17** angeordnet.

**[0054]** Auf diese Weise ist gewährleistet, dass das Markerelement **19** sich nicht in Verjüngungsrichtung der Querschnittsflächen der Ausnehmung **18** bewegen kann, selbst wenn es bricht oder korrodiert. Es kann sich allenfalls entgegen der Verjüngungsrichtung der Querschnittsflächen der Ausnehmung **18** ablösen, also in Richtung zur Wand des Hohlorgans,

wo es keinen Schaden anrichtet.

**[0055]** Es sei noch einmal betont, dass die Ausnehmung **18** und die Markerelemente **19** runde oder im wesentlichen rechteckige Querschnitte aufweisen können, und dass die Markerelemente radialkonisch in Form von Kegelstümpfen oder konisch in Form von Pyramidenstümpfen ausgebildet sein können.

**[0056]** Unter dem Begriff „runde Querschnitte“ sollen dabei kreisförmige, ovale und elliptische Querschnitte verstanden werden. Unter den Begriff „im Wesentlichen rechteckige Querschnitte“ sollen dabei auch solche Querschnitte fallen, die auf Rechtecke mit abgerundeten Ecken zurückführbar sind.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Stent
<b>11</b>	longitudinale Achse
<b>12</b>	Gitterwand
<b>13</b>	Wandsegment
<b>14</b>	Verbindungselement
<b>15</b>	Röhrenende
<b>16</b>	Federelement
<b>17</b>	Aufnahmeelement
<b>18</b>	Ausnehmung
<b>19</b>	Markerelement
<b>20</b>	endständiges Federelement
<b>21</b>	Schweißpunkt

#### Schutzansprüche

1. Stent (**10**) zur Implantation in oder um ein Hohlorgan, mit einer um eine longitudinale Achse (**11**) verlaufenden röhrenförmigen Gitterwand (**12**) aus elastischen Wandsegmenten (**13**), die circumferential entlang der longitudinalen Achse (**11**) hintereinander angeordnet und über Verbindungselemente (**14**) miteinander verbunden sind, mit an entgegengesetzten Achsenenden liegenden Röhrenenden (**15**), wobei die Wandsegmente (**13**) Federelemente (**16**) mit einer elastischen Struktur aufweisen, sowie mindestens ein Aufnahmeelement (**17**), das mit den Federelementen (**15**) verbunden ist, und wobei das Aufnahmeelement (**17**) mindestens eine einen Querschnitt aufweisende Ausnehmung (**18**) aufweist, in der ein Markerelement (**19**) aus einem röntgenopaken Material angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ausnehmung (**18**) eine sich in Richtung zur longitudinalen Achse (**11**) konisch verjüngenden Querschnitt aufweist, und das röntgenopake Markerelement (**19**) konisch ausgebildet und radial zur longitudinalen Achse (**11**) in der Ausnehmung (**18**) der Aufnahmeelemente (**17**) angeordnet ist.

2. Stent gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung und das Markerelement runde Querschnitte aufweisen, und das Markerelement radialkonisch in Form von Kegelstümpfen

ausgebildet ist.

3. Stent gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausnehmung und das Markerelement im Wesentlichen rechteckige Querschnitte aufweisen, und die Markerelemente konisch in Form von Pyramidenstümpfen ausgebildet sind.

4. Stent gemäß einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Markerelemente auf ihrer der longitudinalen Achse abgewandten Seite mit den Aufnahmeelementen verschweißt sind.

5. Stent gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeelemente an den Röhrenenden des Stents angeordnet sind.

6. Stent gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeelemente an den Röhrenenden des Stents circumferential angeordnet sind.

7. Stent gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass an den Röhrenenden zusätzlich zu den Aufnahmeelementen endständige Federelemente (20) circumferential angeordnet sind.

8. Stent gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass an den Röhrenenden die Aufnahmeelemente und die endständigen Federelemente miteinander alternierend circumferential angeordnet sind.

9. Stent gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die endständigen Federelemente und die Aufnahmeelemente so ausgebildet und/oder angeordnet sind, dass die in Richtung der Röhrenenden weisenden Enden der endständigen Federelemente und der Aufnahmeelemente eine kreisförmige, quer zur longitudinalen Achse angeordnete Umfangslinie beschreiben.

10. Stent gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Verbindungselemente und Federelemente mindestens einen durchgehenden Längssteg bilden, der sich in Längsrichtung des Stents erstreckt, und der mindestens eine Komponente in Axialrichtung zur Ausnehmung einer Druck- oder Zugspannung in Längsrichtung aufweist.

11. Stent gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Längssteg eine die Gitterwand schraubenlinienartig umlaufende Gestalt aufweist.

12. Stent gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungselemente im Vergleich zu den Federelementen flächig verbreitert ausgebildet sind.

13. Stent gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungselemente die doppelte Breite der Federelemente aufweisen.

14. Stent gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die röntgenopaken Markerelemente aus einem Material bestehen, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Gold, Platin, Silber, Tantal, mit Bariumsulfat dotiertem Kunststoff, mit Wismuttrioxid dotiertem Kunststoff.

15. Stent gemäß einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder-, Verbindungs- und/oder Aufnahmeelemente aus einem Formgedächtnis-Material bestehen.

16. Stent gemäß Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Formgedächtnis-Material ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Nickel-Titan-Legierungen und Kupfer-Zink-Aluminium-Legierungen.

17. Stent gemäß einem der Ansprüche 1 – 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Feder-, Verbindungs- und/oder Aufnahmeelemente aus einem Material bestehen, das ausgewählt ist aus der Gruppe bestehend aus Edelstahl, Kunststoff, oder einem selbstauflösenden Material.

18. Stent gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine Oberfläche bearbeitet, insbesondere veredelt, geglättet, und/oder poliert ist.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

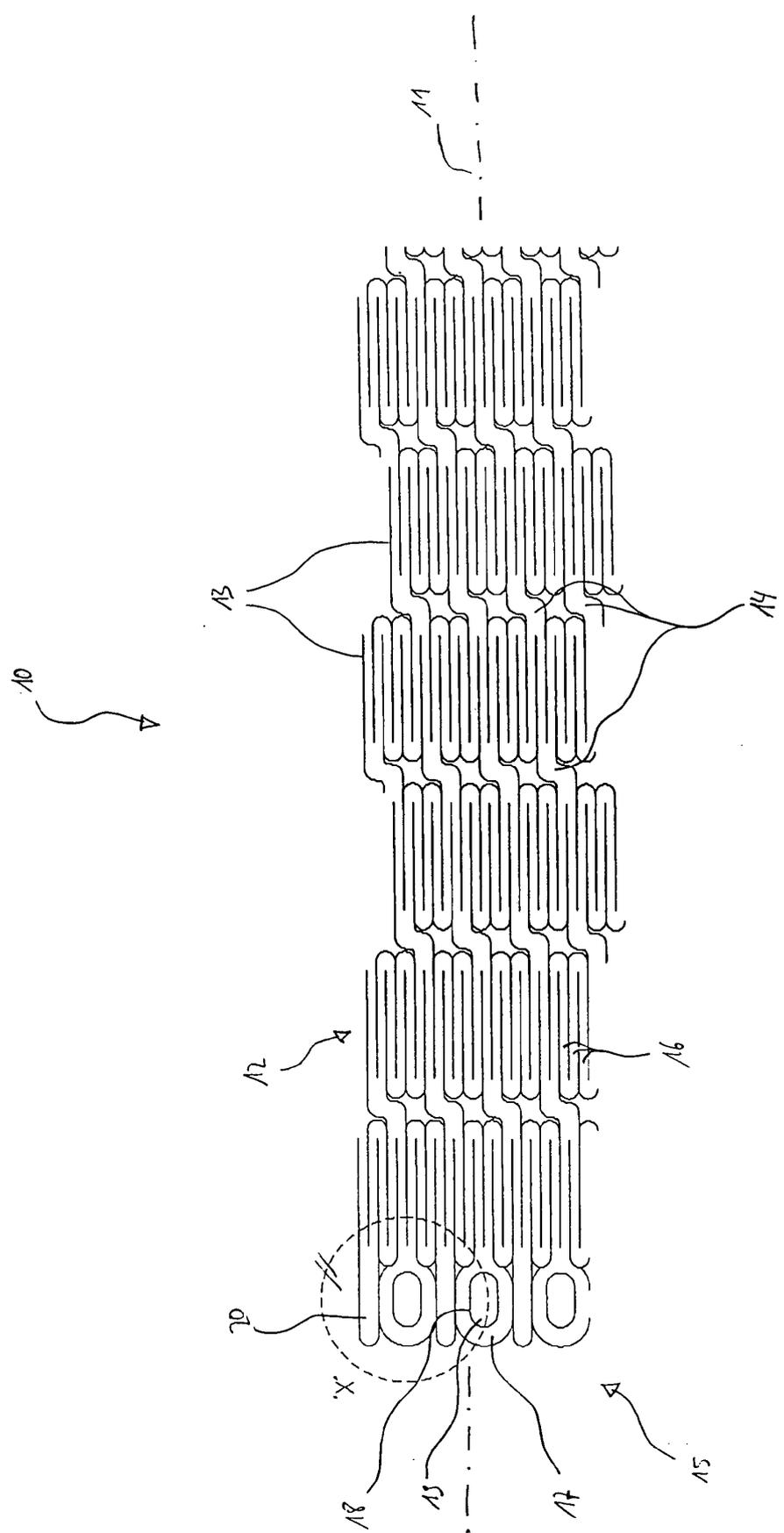
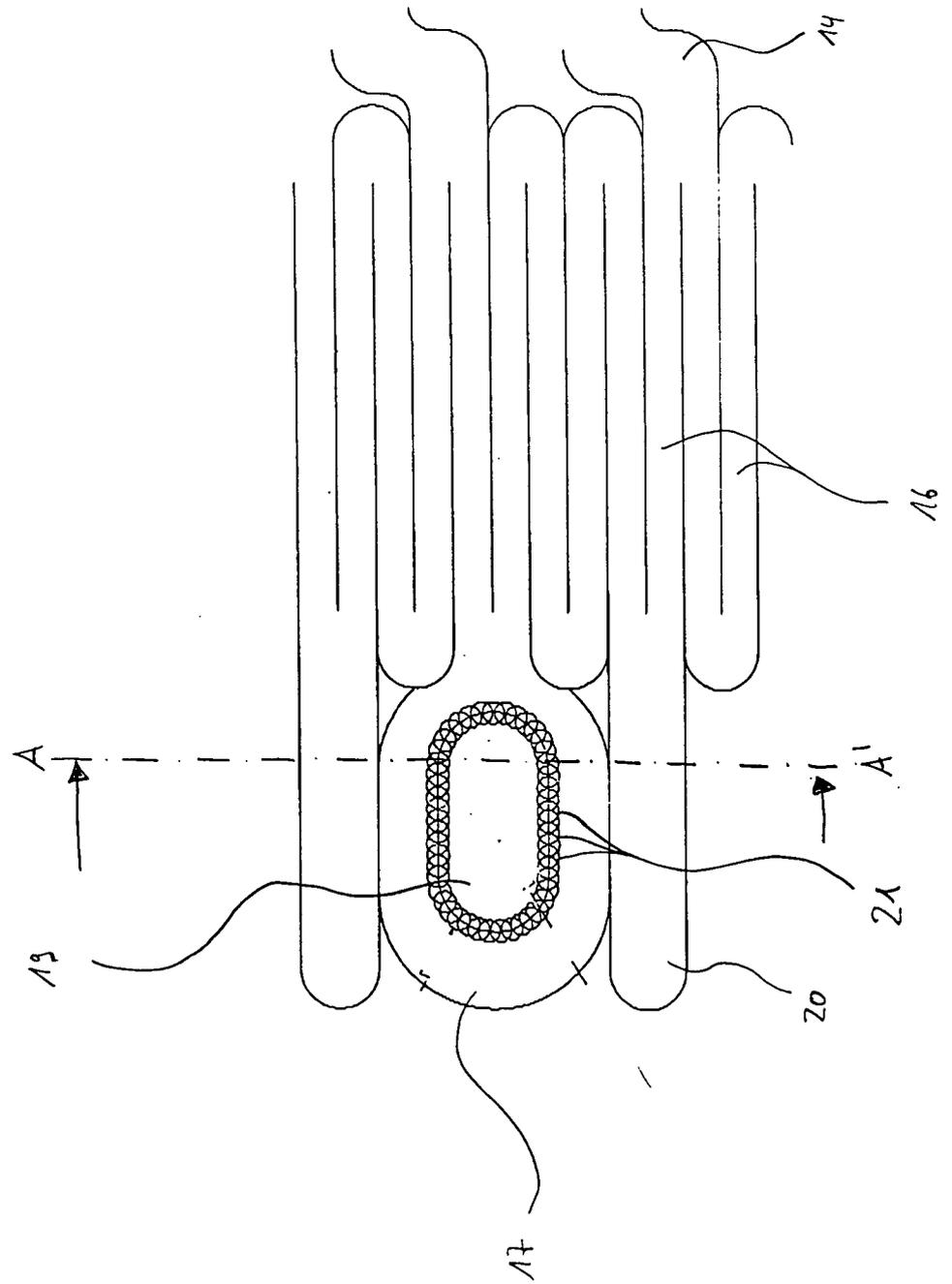


Fig. 2



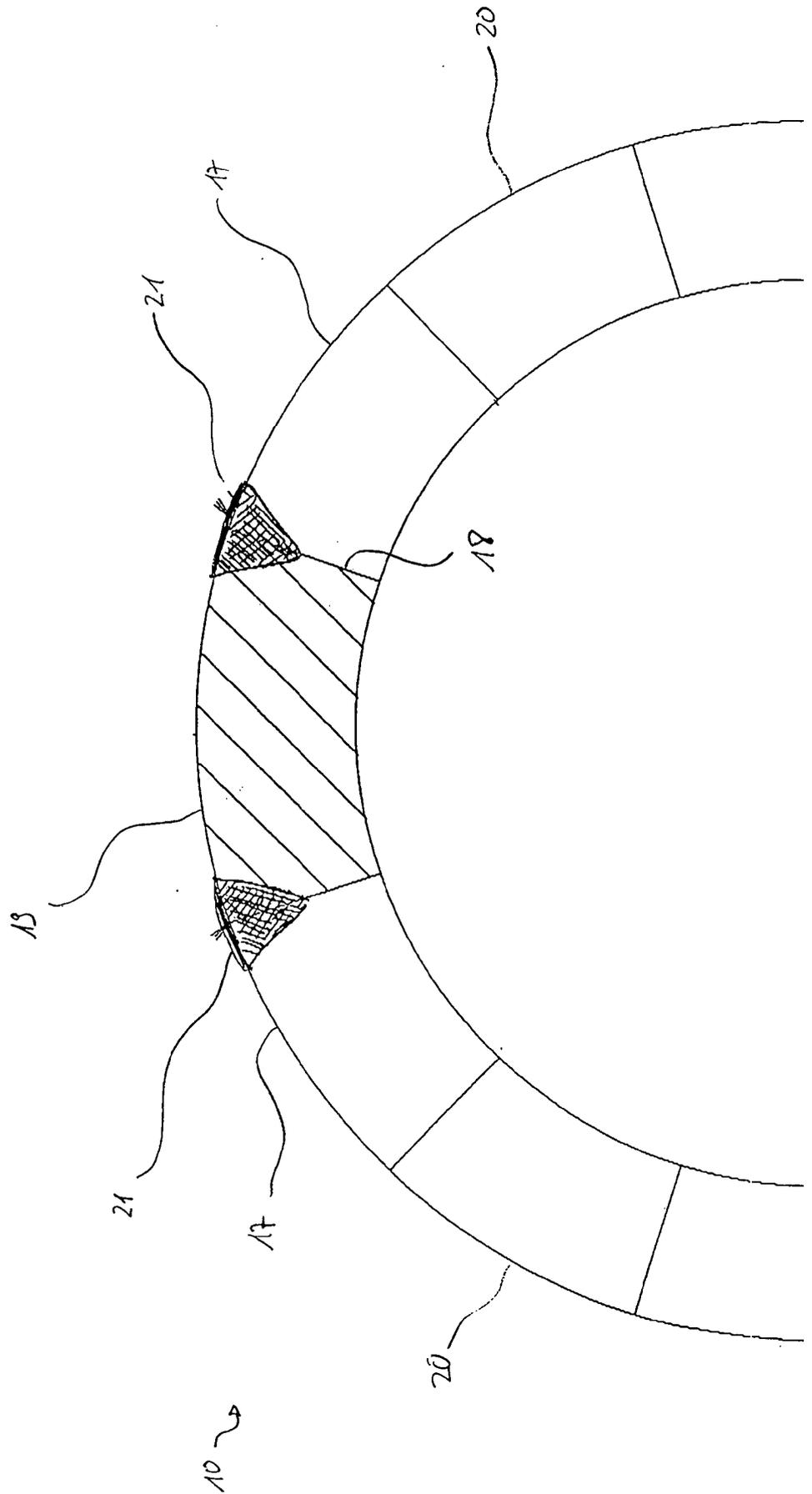


Fig. 3