



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 602 11 656 T2 2007.05.10**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 359 867 B1**

(51) Int Cl.⁸: **A61F 2/06 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **602 11 656.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US02/01234**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **02 705 808.0**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2002/062268**

(86) PCT-Anmeldetag: **04.02.2002**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **15.08.2002**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **12.11.2003**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **24.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **10.05.2007**

(30) Unionspriorität:

266805 P	05.02.2001	US
57414	25.01.2002	US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(73) Patentinhaber:

Conor Medsystems, Inc., Menlo Park, Calif., US

(72) Erfinder:

SHANLEY, F., John, Redwood City, CA 94061, US

(74) Vertreter:

Diehl & Partner GbR, 80333 München

(54) Bezeichnung: **EXPANDIERBARE MEDIZINISCHE VORRICHTUNG MIT VERRIEGELUNGSMECHANISMUS**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft expandierbare medizinische Vorrichtungen, insbesondere eine expandierbare medizinische Vorrichtung mit einem Verriegelungsmechanismus und einem geringen Zurückspringen nach einer Expansion von einem Durchmesser auf einen größeren zweiten Durchmesser.

2. Zusammenfassung des Standes der Technik

[0002] In der Vergangenheit wurden permanente oder biologisch abbaubare Vorrichtungen zur Implantation in einen Körpergang entwickelt, um eine Durchgängigkeit des Ganges aufrechtzuerhalten. Diese Vorrichtungen werden für gewöhnlich perkutan eingeführt und transluminal verschoben, bis sie an einer gewünschten Stelle angeordnet sind. Diese Vorrichtungen werden dann entweder mechanisch expandiert, wie etwa durch die Expansion eines im Inneren der Vorrichtung angeordneten Dorns oder Ballons, oder sie expandieren selbst durch Freisetzung gespeicherter Energie bei Aktivierung im Inneren des Körpers. Sobald diese Vorrichtungen, sogenannte Stents, im Inneren des Lumens expandiert sind, werden sie in dem Körpergewebe eingekapselt und verbleiben als ein permanentes Implantat.

[0003] Bekannte Stent-Konstruktionen beinhalten Monofilamentdrahtspulen-Stents (US Pat. Nr. 4,969,458); geschweißte Metallkäfige (US Pat. Nr. 4,733,665 und 4,776,337); und vorwiegend dünnwandige Metallzylinder mit axialen Schlitzen, die um deren Umfang gebildet sind (US Pat. Nr. 4,733,665, 4,739,762 und 4,776,337). Bekannte Konstruktionsmaterialien zur Verwendung in Stents umfassen Polymere, organische Gewebe und biokompatible Metalle, wie etwa rostfreien Stahl, Gold, Silber, Tantal, Titan und Formgedächtnislegierungen, wie etwa Nitinol.

[0004] Die internationale Patentanmeldung WO 00/71054 A1 offenbart eine expandierbare medizinische Vorrichtung, die verformbare Gelenke verwendet, die mehrere längliche Balken verbinden. Die verformbaren Gelenke dienen als Spannungs-/Dehnungskonzentrationsmittel.

[0005] Die Patentschrift US 6,022,371 offenbart einen Stent, der in einem expandierten Durchmesser verriegelbar ist, wobei der Stent Arme und entsprechende Kerben zur Aufnahme der Arme im expandierten Zustand umfasst.

[0006] US Pat. Nr. 4,733,665, 4,739,762 und 4,776,337 offenbaren expandierbare und verformbare intraluminal Gefäßtransplantate in Form dünnwandiger, röhrenförmiger Elemente mit axialen

Schlitzen, die es den Elementen ermöglichen, radial nach außen in Kontakt mit einem Körpergang zu expandieren. Nach dem Einsetzen werden die röhrenförmigen Elemente mechanisch über ihre Elastizitätsgrenze hinaus expandiert und somit permanent im Körper fixiert.

[0007] Viele der bekannten Stents weisen nach der Expansion im Inneren eines Lumens eine große elastische Erholung auf, die in dem Fachgebiet als "Zurückspringen" bekannt ist. Ein starkes Zurückspringen erfordert eine Über-Expansion des Stents während der Implantation, um den gewünschten Enddurchmesser zu erhalten. Eine Über-Expansion ist möglicherweise für das Lumengewebe schädlich und ist dafür bekannt, höhere Restenose-Raten zu verursachen. Bekannte Stents der zuvor beschriebenen Art zeigen ein Zurückspringen von bis zu etwa 9 bis 21 % von der maximalen Expansion.

[0008] Ein starkes Zurückspringen erschwert auch ein sicheres Fixieren der meisten bekannten Stents an Abgabekatheterballons. Ein anhaltendes Problem war daher, dass die Stents während des intraluminalen Transports, der endgültigen Positionierung und der Implantation auf den Ballons rutschten. Viele zusätzliche Stent-Befestigungsvorrichtungen und -techniken wurden in dem Bemühen entwickelt, dieses grundlegende Konstruktionsproblem zu beheben. Einige der Stent-Befestigungsvorrichtungen enthalten Kränze und Hülsen, die zur Befestigung des Stents am Ballon verwendet werden.

[0009] Einige Materialien haben intrinsische Eigenschaften, die in einigen Aspekten der Stent-Konstruktion von Vorteil und in anderen Aspekten unerwünscht sind. US Pat. Nr. 5,545,210 zum Beispiel offenbart einen dünnwandigen, röhrenförmigen Stent, der den zuvor besprochenen geometrisch ähnlich ist, aber aus einer Nickel-Titan-Formgedächtnislegierung ("Nitinol") gebildet ist. Martensitisches Nitinol hat einen sehr niederen Young-Modul (Elastizitätsmodul) und ein niederes, nahezu horizontales "Anti-Zwillingsbildungs-Spannungsplateau", wodurch ein außergewöhnlich großer Dehnungsbereich vor dem Einsetzen der plastischen Verformung bereitgestellt wird. Bei einer Verwendung in herkömmlichen Stent-Konstruktionen erzeugen diese Eigenschaften Stents, die eine ungewöhnlich gute Flexibilität, Einsetzbarkeit, Anpassungsfähigkeit und Strahlendichte haben, aber auch ein unannehmbar starkes Zurückspringen und eine geringe radiale Festigkeit aufweisen. Zum Beispiel reicht das Zurückspringen einer typischen Nitinol-Stent-Konstruktion von 10 % bis 25 %, für gewöhnlich von etwa 12 % bis 16 %.

[0010] Eine Methode zur Behebung der Probleme des materialbedingten Zurückspringens und der radialen Festigkeit ist die Verwendung von Verriegelungs- oder Arretierelementen in der Stent-Konstruktion.

tion. Eine Reihe solcher Stent-Verriegelungskonstruktionen wurde für herkömmliche Materialien, wie rostfreien Stahl, vorgeschlagen, aber keine hat sich in der Praxis als funktionsfähig erwiesen. Viele der Konstruktionen können einfach nicht in einem kleinen Maßstab hergestellt werden. Prinzipiell erfüllen die meisten Konstruktionen nicht die grundlegenden mechanischen Anforderungen eines Klinken- oder Arretiermechanismus: 1) Differenzialbewegung mit zwei Freiheitsgraden zwischen den Eingriffselementen, und 2) eine wiederherstellungs- oder Federkraft zwischen den Elementen. Es ist relativ einfach, diese zwei Elemente in größeren Mechanismen bereitzustellen, die aus einzelnen Komponenten bestehen, aber viel schwieriger, diese Funktionalität bereitzustellen, wenn alle Elemente in eine sehr kleine, kontinuierliche, zylindrische Fläche geschnitten werden.

[0011] [Fig. 1](#) zeigt eine typische "expandierbare Käfig"-Stent-Konstruktion nach dem Stand der Technik. Der Stent **10** enthält eine Reihe axialer Schlitze **12**, die in einer zylindrischen Röhre **14** ausgebildet sind. Jede axiale Reihe von Schlitzen **12** ist axial von der benachbarten Reihe um etwa die halbe Schlitzlänge verschoben, wodurch eine versetzte Schlitzanordnung bereitgestellt wird. Das Material zwischen den Schlitzen **12** bildet ein Netz aus axialen Streben **16**, die durch kurze, um den Umfang verlaufende Verbindungsstücke **18** verbunden sind. Der Querschnitt jeder Strebe **16** bleibt konstant oder ändert sich allmählich entlang der gesamten Länge der Strebe, und somit bleiben auch das rechteckige Trägheitsmoment und die elastischen und plastischen Widerstandsmomente des Querschnitts konstant oder ändern sich allmählich entlang der Länge der Strebe. Eine solche Strebe **16** wird allgemein als prismatischer Balken bezeichnet. Die Streben **16** in dieser Art von Konstruktion sind für gewöhnlich in Umfangsrichtung 0,005 bis 0,006 Inch (0,127 bis 0,1524 mm) breit. Die Strebendicken in radialer Richtung betragen für gewöhnlich 0,0025 Inch (0,0635 mm) oder weniger, um die Expansionskräfte innerhalb annehmbarer Werte zu halten. Die meisten Stent-Materialien müssen jedoch etwa 0,005 Inch (0,127 mm) dick sein, um auf einem herkömmlichen fluoroskopischen Gerät gut sichtbar zu sein. Dieses hohe Verhältnis von Strebenbreite zu -dicke, kombiniert mit der relativ hohen Strebenlänge, und die anfängliche Krümmung der Stent-Röhren bewirken gemeinsam die Instabilität und Knickung, die so häufig bei dieser Art von Stent-Konstruktion zu beobachten ist. Im expandierten Zustand nimmt die Stent-Struktur von [Fig. 1](#) das annähernd diamantförmige Muster ein, das allgemein bei expandiertem Blech zu beobachten ist.

[0012] Ein anderer Stent, der in der PCT-Veröffentlichung Nummer WO 96/29028 beschrieben ist, verwendet Streben mit relativ schwachen Abschnitten von örtlich verringerten Querschnitten, die bei Expansion des Stents dazu dienen, eine Verformung auf

diese Bereiche zu konzentrieren. Wie zuvor besprochen, ist jedoch die ungleichförmige Expansion ein noch größeres Problem, wenn geringere Elementbreiten und -dicken vorhanden sind, da Unterschiede in der Herstellung proportional signifikanter werden. Die örtlich verringerten Querschnittsabschnitte, die in diesem Dokument beschrieben sind, werden durch Paare von kreisförmigen Löchern gebildet. Die Form der örtlich verringerten Querschnittsabschnitte konzentriert die plastische Dehnung in unerwünschter Weise am schmalsten Abschnitt. Diese Konzentration der plastischen Dehnung ohne Vorkehrung, das Ausmaß der plastischen Dehnung zu steuern, macht diesen Stent äußerst versagensanfällig.

[0013] US Pat. Nr. 6,241,762 mit dem Titel "EXPANDABLE MEDICAL DEVICE WITH DUCTILE HINGES", eingereicht am 10. Oktober 1998 und erteilt an Conor Medsystems Inc., offenbart eine Stent-Konstruktion, die einen Stent mit großen, nicht verformbaren Streben- und Verbindungselementen bereitstellt, die Löcher enthalten können, ohne die mechanischen Eigenschaften der Streben- oder Verbindungselemente oder der Vorrichtung insgesamt zu beeinträchtigen. Ferner können diese Löcher als große, geschützte Reservoirs zur Abgabe verschiedener nützlicher Agenzien an die Implantationsstelle der Vorrichtung dienen.

[0014] Angesichts der Nachteile von Stents nach dem Stand der Technik wäre es vorteilhaft, über eine expandierbare medizinische Vorrichtung mit einem geringen radialen Zurückspringen und einer hohen radialen Festigkeit (Umfangsdrukfestigkeit), unabhängig von den intrinsischen Eigenschaften des Herstellungsmaterials zu verfügen.

[0015] Des Weiteren wäre es vorteilhaft, über eine Gewebe stützende Vorrichtung zu verfügen, die auf einen Bereich von Enddurchmessern expandiert werden könnte, der unabhängig von dem Expansionsmittel oder den Werten der ausgeübten Kraft ist.

[0016] Es wäre auch wünschenswert, die maximale Materialdehnung auf einen gewünschten Wert zu steuern, wobei das Material unter seiner Elastizitätsgrenze bleibt, wenn die expandierbare medizinische Vorrichtung entfaltet wird, und, wenn notwendig, auf einen größeren Durchmesser expandiert werden kann, ohne das Material plastisch zu verformen.

Zusammenfassung der vorliegenden Erfindung

[0017] Die vorliegende Erfindung bietet eine neuartige Verwendung von Gelenken, um sowohl die Federkraft wie auch die zwei Bewegungsfreiheitsgrade bereitzustellen, die für eine wahre selbstverriegelnde, expandierbare medizinische Vorrichtungskonstruktion erforderlich sind. Zusätzlich zu dem zuvor Gesagten stellt die vorliegende Erfindung eine neuartige

expandierbare medizinische Vorrichtung bereit, die zur Selbstexpansion oder Expansion durch die Verwendung eines Ballonkatheters oder einer ähnlichen Vorrichtung imstande ist. Des Weiteren kann die expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zur Abgabe eines nützlichen Agens an den Bereich neben der expandierbaren medizinischen Vorrichtung verwendet werden.

[0018] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine expandierbare medizinische Vorrichtung mit mehreren länglichen Balken bereitgestellt. Die mehreren länglichen Balken sind zur Bildung einer im Wesentlichen zylindrischen Vorrichtung miteinander verbunden. Die zylindrische Vorrichtung ist von einem Zylinder mit einem ersten Durchmesser in einen Zylinder mit einem zweiten Durchmesser expandierbar, wobei die mehreren länglichen Balken eine Balkenbreite in einer Umfangsrichtung haben. Mehrere Gelenke, die mit den länglichen Balken verbunden sind, haben eine Gelenkbreite, wobei die Gelenkbreite geringer als die Balkenbreite ist.

[0019] Weitere Merkmale sind in Anspruch 1 definiert.

[0020] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine expandierbare medizinische Vorrichtung bereitgestellt, wobei die expandierbare medizinische Vorrichtung mehrere längliche Balken und mehrere Gelenke umfasst. Die mehreren länglichen Balken sind zur Bildung einer im Wesentlichen zylindrischen Vorrichtung miteinander verbunden, die zur Bildung eines Zylinders mit einem ersten Durchmesser bis zu einem Zylinder mit einem zweiten Durchmesser expandierbar ist. Die mehreren länglichen Balken haben eine Balkenbreite in einer Umfangsrichtung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0021] Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf bevorzugte Ausführungsformen näher beschrieben, die in den beiliegenden Zeichnungen dargestellt sind, in welchen gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind, und wobei:

[0022] [Fig. 1](#) eine isometrische Ansicht einer Gewebestützenden Vorrichtung nach dem Stand der Technik ist;

[0023] [Fig. 2A](#) eine planare Ansicht auf einen repräsentativen Abschnitt einer nicht expandierten, Gewebestützenden Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist;

[0024] [Fig. 2B](#) eine planare Schnittansicht eines einzelnen Expandierelements gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

[0025] [Fig. 3A](#) eine Detailansicht der expandierba-

ren medizinischen Vorrichtung von [Fig. 2](#) ist, die eine sequenzielle Expansion erfährt;

[0026] [Fig. 3B](#) eine Detailansicht der expandierbaren medizinischen Vorrichtung von [Fig. 2](#) ist, die eine sequenzielle Expansion erfährt;

[0027] [Fig. 3C](#) eine Detailansicht der expandierbaren medizinischen Vorrichtung von [Fig. 2](#) ist, die eine sequenzielle Expansion erfährt;

[0028] [Fig. 3D](#) eine Detailansicht einer alternativen Ausführungsform der expandierbaren medizinischen Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist;

[0029] [Fig. 4](#) eine planare Ansicht der expandierbaren Vorrichtung der vorliegenden Erfindung in einem expandierten und verriegelten Zustand ist; und

[0030] [Fig. 5](#) eine Spannungs-/Dehnungskurve einer martensitischen Nitinol-Legierung ist, die den erweiterten Dehnungsbereich unterhalb der plastischen Verformung und das horizontale "Anti-Zwillingsbildungs-Plateau" des Materials zeigt.

Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

[0031] Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) ist eine planare Ansicht eines repräsentativen Abschnitts einer nicht expandierten, Gewebestützenden medizinischen Vorrichtung **200** dargestellt. Die expandierbare medizinische Vorrichtung **200** enthält eine Reihe axialer Schlitze **210**, die in einer zylindrischen Röhre (nicht dargestellt) ausgebildet sind. Jeder axiale Schlitz **210** ist von den Schlitzen in den benachbarten Reihen von Schlitzen um etwa 0,254 mm (0,010 Inch) radial versetzt. Die mehreren axialen Schlitze **210** definieren mehrere längliche Balken **220**. Die mehreren länglichen Balken **220** sind durch ein Gelenk **250**, das an eine Ende angeordnet ist, und einen Verriegelungsbereich, die an dem anderen Ende angeordnet ist, miteinander verbunden. Ein U-förmiges Verbindungselement **270** verbindet benachbarte Reihen von Balken **220**.

[0032] Der längliche Balken **220** enthält des Weiteren eine Klinke **230** mit einem distalen Ende **235**, die an einem Ende des länglichen Balkens **220** angeordnet ist, und mehrere Zähne **240**, die an dem anderen Ende, gegenüber der Klinke **230** angeordnet sind. Der längliche Balken **220** enthält des Weiteren ein Gelenk **250** neben der Klinke **230**. Das Gelenk **250** enthält des Weiteren ein erstes Ende **252** und ein zweites Ende **254**, die einen Abschnitt **265** definieren, wobei der Abschnitt **265** zwischen dem ersten Ende **252** und dem zweiten Ende **254** dort konstruiert ist, wo er als Spannungs-/Dehnungskonzentrationsbereich dient. Insbesondere enthält das Gelenk **250** einen ersten Abschnitt, der sich entlang etwa 1/3 der

Länge des Gelenks **250** erstreckt, und einen zweiten Abschnitt, der sich zunehmend verjüngt und sich über etwa 2/3 der Länge des Gelenks **250** erstreckt. Es ist denkbar, andere Verhältnisse zu verwenden, um die maximale Spannung/Dehnung auf den Gelenkabschnitt **265** zu begrenzen. Ferner können die Länge und Breite des Gelenks auf einen gewünschten Wert bei dem maximal erforderlichen Biegeungsradius des Gelenks **250** eingestellt werden, um die maximale Dehnung in dem Gelenk **250** zu begrenzen.

[0033] Wenn zum Beispiel der maximale gewünschte Biegungswinkel des Gelenks **250** auf neunzig (90) Grad eingestellt ist, und die maximale Gelenkbreite bei etwa 0,05 mm (0,002 Inch) festgesetzt ist, könnte eine Gelenklänge bestimmt werden, die garantieren würde, dass die maximale Dehnung in dem Gelenk **250** deutlich unter der Elastizitätsgrenze eines spezifizierten Materials liegt. Zum Beispiel könnte die expandierbare medizinische Vorrichtung aus Materialien, wie etwa Titan, rostfreiem Stahl, Polymeren oder vorzugsweise einer Nitinol-Legierung hergestellt werden, wobei die Nitinol-Legierung entweder martensitisch oder austenitisch superelastisch ist.

[0034] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen und die Besprechung ist die Breite eines Elements als seine Dimension in der Umfangsrichtung des Zylinders definiert. Die Länge eines Elements ist als seine Dimension in der axialen Richtung des Zylinders definiert. Die Dicke eines Elements ist als die Wanddicke des Zylinders definiert.

[0035] Bei einer Herstellung in Form einer kontinuierlichen Anordnung, wie sie in **Fig. 2** dargestellt ist, liegt das distale Ende **235** der Klinke **230** neben den Zähnen **240** des benachbarten länglichen Elements **220**.

[0036] Unter Bezugnahme nun auf **Fig. 3A** bis **Fig. 3C** ist eine Draufsicht auf einen Abschnitt der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200** dargestellt, während die Vorrichtung entfaltet wird. Die expandierbare Vorrichtung **200** kann radial expandiert werden, indem eine geeignete Vorrichtung, wie etwa ein Ballonkatheter, in den inneren Durchmesser der expandierbaren Vorrichtung **200** eingesetzt wird und der Ballonkatheter expandiert wird, bis die expandierbare Vorrichtung auf einen gewünschten Durchmesser expandiert ist.

[0037] Zusätzlich kann die expandierbare medizinische Vorrichtung **200** mit mehreren Öffnungen zur Aufnahme eines nützlichen Agens konstruiert sein, das nach dem Einsetzen in einen Patienten freigesetzt wird. Eine ausführlichere Beschreibung der Vorrichtung und Verfahren zur Abgabe eines nützlichen Agens findet sich in der US Patentanmeldung Nr. 09/649,217 mit dem Titel "Expandable Medical Device With Ductile Hinges", eingereicht am 28. August

2000, erteilt als US Patent 6,562,065 B2.

[0038] Ferner kann die expandierbare Vorrichtung **200** aus Materialien, wie etwa Polymeren, biologisch abbaubaren Materialien oder Kombinationen aus Polymeren, biologisch abbaubaren Materialien und Nitinol konstruiert sein. Der Verriegelungsmechanismus der vorliegenden Erfindung stellt die Fähigkeit bereit, das Zurückspringen zu verringern und die radiale Festigkeit der expandierbaren Vorrichtungen, die aus diesen Materialien konstruiert sind, zu erhöhen, so dass eine expandierbare Vorrichtung aus diesen Materialien konstruiert werden kann.

[0039] Das Polymer und/oder die biologisch abbaubaren Materialien können ferner dazu ausgebildet sein, ein nützliches Agens aufzunehmen, das dann nach dem Entfalten der expandierbaren Vorrichtung in einem Patienten abgegeben werden kann. Zum Beispiel kann das nützliche Agens in dem Polymer oder biologisch abbaubaren Material enthalten sein, wobei die Eigenschaften des Polymers oder biologisch abbaubaren Materials die Freisetzungsrates des nützlichen Agens nach dem Entfalten der expandierbaren Vorrichtung in einem Patienten steuern.

[0040] Wie in **Fig. 3A** dargestellt ist, ist ein Teilabschnitt der expandierbaren Vorrichtung **200** dargestellt. Wie ausführlich zuvor beschrieben wurde, enthält die expandierbare Vorrichtung **200** mehrere längliche Elemente **220**, die durch Schlitze **210** voneinander beabstandet sind. An einem Ende der länglichen Elemente ist eine Klinke **230** angeordnet, und an dem anderen sind mehrere Zähne **240** angeordnet, und neben der Klinke **230** befindet sich ein Gelenk **250**. Die mehreren länglichen Elemente **220** sind durch das Gelenk **250** und die Verriegelungsanordnung miteinander verbunden. In einem nicht expandierten Zustand, wie er in **Fig. 3A** dargestellt ist, ist die Klinke **230**, die an einem Ende eines länglichen Elements **220** angeordnet ist, im Wesentlichen parallel zu dem Gelenk **250**. Des Weiteren ist das distale Ende **235** der Klinke **230** in "Meißelform" konstruiert, so dass es zur Aufnahme durch mindestens einen der mehreren Zähne **240** an dem benachbarten, im Wesentlichen parallelen, länglichen Element **220** ausgebildet ist.

[0041] Unter Bezugnahme nun auf **Fig. 3B** ist die Teilschnittansicht der expandierbaren Vorrichtung **200** dargestellt, die auf einen zweiten teilweise expandierten Durchmesser expandiert wurde. Wie durch Pfeil **300** dargestellt ist, wird eine allgemeine Drehbewegung durch die Klinke **230** erreicht, während der Durchmesser der expandierbaren Vorrichtung **200** vergrößert wird und sich das Gelenk **250** biegt. Wie dargestellt, beschreiben die Positionen von Punkten, die von der distalen Spitze **235** der Klinke **230** gezogen werden, während diese dreht, einen nicht kreisförmigen Bogen. Das Gelenk **250** biegt

sich anfangs um einen vorbestimmten Punkt innerhalb des Bereichs **265**, wie es in [Fig. 3B](#) dargestellt ist. Der vorbestimmte Biegungspunkt wird durch Verringern der Breite des Gelenks **250** innerhalb des Abschnitts **265** bestimmt, der durch das erste Ende **252** und das zweite Ende **254** des Gelenks **250** definiert ist. Wie in [Fig. 3B](#) dargestellt ist, ist die Klinke **230** aufgrund der Biegung des Gelenks **250** nicht mehr länger im wesentlichen parallel zu dem Gelenk **250**, wenn sich die Klinke während der Expansion der Vorrichtung aus einem nicht expandierten Zustand, wie er in [Fig. 3A](#) dargestellt ist, in einen teilweise expandierten Zustand, wie er in [Fig. 3B](#) dargestellt ist, dreht.

[0042] Wenn die expandierbare Vorrichtung von [Fig. 3B](#) aus einer martensitischen Nitinol- (Formgedächtnis-) Legierung hergestellt ist, könnte sie an diesem Punkt vollständig in die Konfiguration von [Fig. 3A](#) zurückgebracht werden, indem die Vorrichtung über ihre Transformationstemperatur erwärmt wird. Dies ist möglich, weil die Klinke noch nicht mit dem ersten Zahn in der benachbarten Strebe in Eingriff steht und das Material niemals über seine Elastizitätsgrenze gespannt wird. Dieses Merkmal ist für Zwischenherstellungsschritte nützlich, zum Beispiel für das Elektropolieren, wo die Vorrichtung für ein effektiveres Polieren in eine "offene" Konfiguration expandiert werden kann, und dann mit Hilfe von Wärme auf einen geringeren Durchmesser zur Montage an einem Abgabesystem zurückgebracht werden kann.

[0043] Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 3C](#) ist die Schnittansicht der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200** in einem expandierten Zustand während des Eingriffs mit dem Verriegelungsmechanismus dargestellt. Wie dargestellt ist, entwickelt sich eine signifikante Krümmung in dem Gelenk **250**, insbesondere im Abschnitt **265**. Wenn diese Krümmung auftritt, sind sowohl die Klinke **230** als auch das distale Ende **235** der Klinke **230** zu einer anhaltenden winkligen Ablenkung imstande, wie es durch Pfeil **300** angezeigt ist, und auch zu einer linearen Bewegung entlang der Achse der Klinke **230**, wie es durch Pfeil **320** angezeigt ist. Die winklige Bewegung **300** und die lineare Bewegung **320** sind beide in diesem Bereich möglich, da die Achse der Klinke **230** nicht mehr länger direkt mit der nun gekrümmten Schwerlinie des Gelenks **250** ausgerichtet ist. Vielmehr erfordert die Bewegung der Klinke **230** entlang ihrer eigenen Achse nur ein zusätzliches Biegen des Gelenks **250** nahe dem zweiten Ende **254** des Gelenks **250**. Die Fähigkeit des Gelenks **250**, sowohl die Drehbewegung **300** als auch die axiale Bewegung **320** bereitzustellen, ermöglicht es der distalen Spitze **235** der Klinke **230**, der Kontur der Zähne **240** ohne lokales plastisches Verformen eines der Elemente zu folgen. Zusätzlich stellt die elastische Energie, die in dem Gelenk **250** gespeichert ist, ein Mittel zum Erzeugen einer Federrückstellkraft (nicht dargestellt)

bereit, die an der distalen Spitze **235** der Klinke in Komponenten aufgelöst werden kann, die parallel und senkrecht zu der Achse der Klinke sind. Wenn die Expandiervorrichtung die distale Spitze **235** der Klinke **230** über einen der Verriegelungszähne **240** hinaus positioniert hat, und die Expandiervorrichtung dann zurückgezogen wird, zwingen diese Federrückstellkräfte die distale Spitze **235** in den Kontakt mit dem Verriegelungszahn **240**, wodurch die expandierbare Vorrichtung **200** in einem expandierten Zustand verriegelt wird, wie in [Fig. 4](#) dargestellt ist. Die passenden Flächen der distalen Spitze **235** und des Verriegelungszahns **240** sind entsprechend allgemein bekannter Techniken konturiert, so dass garantiert ist, dass Kräfte, die von außen auf die Gewebe stützende Vorrichtung **200** ausgeübt werden, dazu dienen, die Elemente in Position weiter zu verriegeln. Ferner wird in der gesamten Beschreibung Bezug auf die Zähne **240** genommen, aber es sollte klar sein, dass dieser Verweis nicht als Einschränkung anzusehen ist. Zum Beispiel können die Zähne **240** viele verschiedene geometrische Formen umfassen, die dazu ausgebildet sind, das distale Ende **235** der Klinke **230** aufzunehmen. Zum Beispiel können die Zähne **240** aus Vertiefungen bestehen, die dazu ausgebildet sind, das distale Ende **235** der Klinke **230** aufzunehmen. Somit werden die Zähne **240**, wie dargestellt und beschrieben, nicht als Einschränkung angesehen und dienen nur als Beispiel; es ist denkbar, dass die Zähne **240** wie auch das distale Ende **235** der Klinke **230** viele verschiedene Formen annehmen können, wie es für den Fachmann offensichtlich ist.

[0044] Wenn zum Beispiel die expandierbare medizinische Vorrichtung **200**, wie zuvor beschrieben, aus einer Nitinol-Legierung hergestellt ist, steht ein außergewöhnlich großer Bereich unterhalb der plastischen Dehnungsverformung zur Verfügung, und es sind sehr große Verformungen möglich, ohne die Elastizitätsgrenze des Materials zu überschreiten. Wenn die Verriegelungszähne der expandierbaren Vorrichtung **200** fehlten, könnte die Vorrichtung durch Erwärmen wieder in ihre ursprüngliche Form gebracht werden, da sie während der Expandierungssequenz von [Fig. 3](#) niemals plastisch verformt wird.

[0045] Zusätzlich kann das Gelenk **250** wie zuvor beschrieben konturiert sein, damit das Biegemuster des Gelenks **250** und somit die Bewegung der Klinke während der Biegeabfolge gesteuert werden kann. Wenn zum Beispiel die Breite des Gelenks nahe dem proximalen Klinkenende **232** der Klinke **230** am geringsten ist, neigt das Gelenk dazu, sich zuerst in diesem Bereich zu biegen. Dadurch ist der momentane Drehmittelpunkt der Klinke zu Beginn dem proximalen Ende **232** der Klinke **230** näher und der Bogen, den die distale Spitze **235** der Klinke **230** beschreibt, verläuft rasch durch den Bereich **238**, wie es in [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3C](#) dargestellt ist. Dies wird visuell deutlich, wenn man sich den Grenzfall eines

einigen Drehpunkts vorstellt, der sich am Ende **252** des Gelenks **250** befindet, wobei der Bogen, den die distale Spitze **235** beschreibt, in diesem Fall kreisförmig wäre, und die Anfangsbewegung der Spitze **235** zu der Achse der Klinke **230** orthogonal wäre (d.h., nach unten oder direkt zu der benachbarten Strebe **220** gerichtet). Der zweite Grenzfall entspräche einem Drehpunkt an dem anderen Ende **254** des Gelenks **250**. Der Bogen, den die distale Spitze **235** beschreibt, wäre dann wieder kreisförmig, aber in diesem Fall wäre die Anfangsbewegung der Spitze **235** parallel zu der Achse der Klinke **230**, die Spitze der Klinke würde sich von Anfang an weg von dem Kontakt mit der benachbarten Strebe **220** bewegen, und es wäre keine Verriegelung mit Zähnen **240** der benachbarten Strebe **220** möglich. Durch Konturieren der Form des Gelenks **250** zwischen diesen Extremen kann die relative Bewegung der Klinke **230** im Bezug auf die benachbarte Strebe **220**, die die Zähne **240** enthält, optimiert werden.

[0046] Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 3D](#) ist eine beispielhafte alternative Ausführungsform der expandierbaren Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Unter Bezugnahme auf [Fig. 3D](#) ist eine planare Ansicht eines repräsentativen Abschnitts einer expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** gemäß einer alternativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung dargestellt. Die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** enthält eine Reihe beabstandeter Bereiche **211'**, die in einer zylindrischen Röhre (nicht dargestellt) ausgebildet sind. Die zylindrische Röhre ist aus einer superelastischen Nitinol-Legierung gebildet, wobei die zylindrische Röhre einen ersten Durchmesser der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** definiert. Durch Verwendung einer superelastischen Nitinol-Legierung für die Konstruktion der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** kann die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** in einem halbexpandierten Zustand gebildet werden, wie er in [Fig. 3D](#) dargestellt ist. Jeder beabstandete Bereich **211'** definiert mehrere längliche Balken **220'**. Die mehreren länglichen Balken sind durch ein Gelenk **250'**, das an einem Ende angeordnet ist, und einen Verriegelungsbereich, der am anderen Ende angeordnet ist, miteinander verbunden. Ein U-förmiges Verbindungselement **270'** verbindet benachbarte Reihen von Balken **220'**. Wie dargestellt, enthält der längliche Balken **220'** des Weiteren eine Klinke **230'** mit einem distalen Ende **235'**, die an einem Ende des länglichen Balkens **220'** angeordnet ist, und mehrere Zähne **240'**, die am anderen Ende gegenüber der Klinke **230'** angeordnet sind. Das Gelenk **250'** enthält des Weiteren ein erstes Ende **252'** und ein zweites Ende **254'**, welche einen Abschnitt **265'** definieren, wobei der Abschnitt **265'** zwischen dem ersten Ende **252'** und dem zweiten Ende **254'** dort konstruiert ist, wo er als Spannungs-/Dehnungskonzentrationsbereich dient. Insbesondere enthält das Gelenk **250'** einen ersten

Abschnitt, der sich entlang etwa 1/3 der Länge des Gelenks **250'** erstreckt, und einen zweiten Abschnitt, der sich zunehmend verjüngt, der sich über etwa 2/3 der Länge des Gelenks **250'** erstreckt. Andere Verhältnisse wie auch andere Geometrien sind denkbar, um die maximale Spannung/Dehnung auf den Gelenksabschnitt **265'** zu begrenzen. Ferner können die Länge und Breite des Gelenks eingestellt werden, um die maximale Dehnung in dem Gelenk **250'** auf einen bestimmten gewünschten Wert bei dem maximalen erforderlichen Biegeradius des Gelenks **250'** zu begrenzen.

[0047] Wie in [Fig. 3D](#) dargestellt, ist erkennbar, dass die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** in einem halbexpandierten Zustand konstruiert ist, wobei das distale Ende **235'** der Klinke **230'** nicht mit den Zähnen **240'** in Eingriff steht. Durch eine derartige Konstruktion der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** kann die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** auf einen geringeren Durchmesser als den anfänglichen Herstellungsdurchmesser der zylindrischen Röhre verringert werden. Durch Verringern des Durchmessers der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** kann diese in eine Abgabevorrichtung geladen werden, wie einen der Abgabekatheter, die von vielen verschiedenen Herstellern erhältlich sind. Die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** kann durch Verwendung einer entfernbaren Hülse oder einer ähnlichen Vorrichtung, die dem Fachmann bekannt ist, in einem zusammengepressten Zustand gehalten werden.

[0048] Bei Verwendung würde die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** in eine Arterie eines Patienten an einer gewünschten Stelle eingesetzt werden, die Hülse oder Haltevorrichtung würde entfernt und/oder aktiviert werden, wobei die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** dann auf den ersten Durchmesser der zylindrischen Röhre expandieren würde, der der ursprüngliche Herstellungsdurchmesser der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** ist. Die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** expandiert dann automatisch auf diesen ersten Durchmesser, ohne der Verwendung eines Expandiermittels zu bedürfen, wie etwa eines aufblasbaren Ballons, der in dem Innendurchmesser der expandierbaren medizinischen Vorrichtung angeordnet ist. Die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** kann dann weiter expandiert werden, um die Klinke und die Verriegelungszähne in Eingriff zu bringen, wodurch die expandierbare medizinische Vorrichtung in einer expandierten Position bei einem dritten Durchmesser verriegelt wird.

[0049] In dieser Beschreibung wurde auf Materialien verwiesen, die bei der Konstruktion der expandierbaren Vorrichtung **200** verwendet werden können. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die expandierbare Vorrichtung **200** aus einer Nitinol-Le-

gierung konstruiert. Unter Bezugnahme nun auf [Fig. 5](#) ist ein Spannungs-/Dehnungsdiagramm einer martensitischen Nitinol-Legierung dargestellt, die bei der Konstruktion der expandierbaren Vorrichtung **200** verwendet werden kann. Wie in [Fig. 5](#) dargestellt ist, hat die Legierung **500** einen sehr niederen Young-Modul, ein niederes, nahezu horizontales "Anti-Zwillingsbildungs"-Spannungsplateau, und eine 0,2 % Fließgrenze (Elastizitätsgrenze) von etwa 108 ksi. Diese Eigenschaften stellen einen außergewöhnlich großen Dehnungsbereich bereit, bevor eine plastische Verformung beginnt.

[0050] Dieser außergewöhnlich große Dehnungsbereich bietet, wenn er Teil der vorliegenden Erfindung ist, den Vorteil einer Vorrichtung, die von einem anfänglichen Durchmesser auf einen Bereich vorbestimmter Durchmesser expandiert werden kann, wobei der Bereich vorbestimmter Durchmesser nur von der Geometrie der Verriegelungselemente und nicht von den Kräften abhängig ist, die durch ein Expandiermittel ausgeübt werden. Unter Verwendung der elastischen und "Anti-Zwillingsbildungs"-Dehnungsbereiche von Nitinol bleibt die expandierbare Vorrichtung **200** der vorliegenden Erfindung vor, während und nach der Entfaltung der Vorrichtung an einer geeigneten Stelle unter ihrer Elastizitätsgrenze.

[0051] Ferner stellt der Verriegelungsmechanismus **280**, der die Klinke **230** und die Zähne **240** enthält, die Möglichkeit bereit, das "Zurückspringen" der expandierbaren Vorrichtung **200** zu vermindern. Wie zuvor ausführlich beschrieben wurde, weisen Stents, die aus Nitinol hergestellt sind, größere Prozentsätze an Zurückspringen auf als viele andere geeignete Materialien, so dass Nitinol allgemein nicht für die Konstruktion expandierbarer Stents verwendet wurde. Der Verriegelungsmechanismus **280** der vorliegenden Erfindung verringert das Ausmaß des Zurückspringens, das mit expandierbaren Nitinol-Vorrichtungen verbunden ist. Zum Beispiel weist die expandierbare Vorrichtung der vorliegenden Erfindung ein Zurückspringen zwischen etwa 2 % und etwa 8 % auf, und vorzugsweise zwischen etwa 3 % und etwa 5 %. Zusätzlich können aufgrund des Verriegelungsmechanismus **280** der vorliegenden Erfindung andere Materialien zur Konstruktion der expandierbaren medizinischen Vorrichtungen verwendet werden, die zuvor aufgrund des hohen Prozentsatzes an Zurückspringen des Materials nicht verwendet werden konnten. Zum Beispiel kann eine expandierbare Vorrichtung aus einem Polymer, einem biologisch abbaubaren Material oder einer Kombination aus einem Polymer und Nitinol konstruiert sein.

[0052] Ein weiteres Merkmal der expandierbaren Vorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung ist die verringerte Notwendigkeit, die Vorrichtung bei Verwendung übermäßig zu expandieren. Stents nach dem Stand der Technik und insbesondere Niti-

nol-Stents erforderten häufig eine übermäßige Expansion während des Entfaltens, um einen annehmbaren "minimalen Lumendurchmesser", oder MLD, nach der Prozedur zu erreichen. Dies ist aus mehreren Gründen nicht wünschenswert, einschließlich des Risikos einer kollateralen Beschädigung des Lumens, einschließlich Perforation, und eines erhöhten Risikos einer langfristigen Restenose der Arterie. Sobald jedoch der gewünschte MLD in der vorliegenden Erfindung erreicht ist, kann dieser Durchmesser ohne zusätzliche Expansion mit Hilfe des Verriegelungsmechanismus gehalten werden. Gleichzeitig lässt die vorliegende Erfindung nach Bedarf leicht eine zusätzliche Expansion zu; mit Hilfe der mehreren Zähne **240**, die an einem Ende des länglichen Elements **220** bereitgestellt sind, kann das distale Ende **235** der Klinke **230** vorgeschoben werden, so dass es mit einem anderen der Zähne **240** in Eingriff kommt, wodurch der gesamte expandierte Durchmesser der expandierbaren Vorrichtung **200** vergrößert wird.

[0053] Zusätzlich zu den obengenannten Ausführungsformen ist es denkbar, dass die expandierbare Vorrichtung **200/200'** des Weiteren ein Mittel zum Halten und Abgeben eines nützlichen Agens enthalten kann. Zum Beispiel können die Balken **220** eine Mehrzahl von Öffnungen (nicht dargestellt) enthalten, die darin angeordnet sind, in welchen ein nützliches Agens eingebracht sein kann. Nachdem die expandierbare Vorrichtung **200** in ein Gefäß/eine Arterie eingesetzt wurde, wird das nützliche Agens von den Öffnungen gesteuert abgegeben. Ferner ist denkbar, dass die expandierbare Vorrichtung **200** aus vielen verschiedenen Typen von Materialien konstruiert sein kann, wie aus Polymeren, biologisch abbaubaren Materialien, biokompatiblen Materialien, superelastischen Legierungen oder einer beliebigen Zusammensetzung jeglicher dieser Materialien.

[0054] Des Weiteren erhöht die Konstruktion der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** aus superelastischer Nitinol-Legierung die Sicherheit der expandierbaren medizinischen Vorrichtung weiter. Das heißt, der Verriegelungsmechanismus für expandierbare medizinische Vorrichtungen gemäß der vorliegenden Erfindung stellt eine erhöhte Beständigkeit gegen umfängliche Kompressionskräfte bereit. Beispiele für solche umfänglichen Kräfte sind Arterien spasmen und Elastizität der Arterienwand oder ein Zurückspringen wie zuvor beschrieben. Zusätzlich ermöglicht die Konstruktion der expandierbaren medizinischen Vorrichtung aus superelastischer Nitinol-Legierung, dass sich die Vorrichtung von Verformungen erholt, die durch Kräfte verursacht werden, die senkrecht zu der Längsachse der Vorrichtung ausgeübt werden, wie Flachplatten-Druckkräfte. Zum Beispiel kann die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** an einer peripheren Stelle, wie der Halsschlagader, verwendet werden, wo die medizinische Vorrichtung durch ein Zusammendrücken durch

eine äußere Kraft oder einen Schlag gegen den Hals des Patienten gefährdeter ist. Ein herkömmlicher Stent aus rostfreiem Stahl kann an dieser Stelle nicht verwendet werden, da der Stent, sobald er einmal verformt ist, nicht in seinen expandierten Zustand zurückkehrt, wodurch möglicherweise die Arterie blockiert wird, die er ursprünglich stützen sollte. Im Gegensatz dazu kehrt die expandierbare medizinische Vorrichtung **200'** gemäß der vorliegenden Erfindung aufgrund der Materialeigenschaften des superelastischen Nitinols und der Geometrie der expandierbaren medizinischen Vorrichtung **200'** in ihren expandierten und verriegelten Zustand zurück, wenn sie aufgrund einer ausgeübten Kraft zusammengedrückt wird.

[0055] Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf ihre bevorzugten Ausführungsform im Detail beschrieben wurde, ist für den Fachmann offensichtlich, dass verschiedene Änderungen und Modifizierungen vorgenommen und Äquivalente verwendet werden können, ohne von der vorliegenden Erfindung, wie sie in den Ansprüchen definiert ist, abzuweichen.

Patentansprüche

1. Expandierbare medizinische Vorrichtung, umfassend: mehrere längliche Balken (**220; 220'**), wobei die mehreren länglichen Balken (**220; 220'**) zur Bildung einer im wesentlichen zylindrischen Vorrichtung (**200; 200'**) miteinander verbunden sind, die aus einem Zylinder mit einem ersten Durchmesser in einen Zylinder mit einem zweiten Durchmesser expandierbar ist, wobei die mehreren länglichen Balken eine Balkenbreite in einer Umfangsrichtung haben; mehrere Gelenke (**250; 250'**) mit einer Gelenkbreite, wobei die Gelenkbreite geringer als die Balkenbreite ist, gekennzeichnet durch einen inneren selbstverriegelnden Mechanismus, wobei der innere selbstverriegelnde Mechanismus eine Klinke (**230; 230'**) und mehrere Zähne (**240; 240'**) umfasst, die zur Aufnahme der Klinke (**230; 230'**) ausgebildet sind, und wobei die mehreren Gelenke (**250; 250'**) jeweils derart sich verjüngend zulaufen, dass ein Ende (**254**) jedes Gelenks, das einem Scheitelpunkt von durch die benachbarten länglichen Balken (**220; 220'**) gebildeten V-Formen näher liegt, eine Breite hat, die größer ist als eine Breite des Gelenks (**250; 250'**) an einem gegenüberliegenden Ende (**252**).

2. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei die mehreren Gelenke (**250; 250'**) im Wesentlichen sich linear verjüngend zulaufen.

3. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Gelenke (**250; 250'**) während der Expansion eine Verformung unter

ihrem elastischen Grenzwert erfahren.

4. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Verformung während der Expansion auf das Gelenk (**250; 250'**) beschränkt ist.

5. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die selbstverriegelnde Struktur benachbart den Gelenken (**250; 250'**) während der Expansion mindestens zwei Bewegungsfreiheitsgrade erfährt.

6. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Verjüngung im Wesentlichen entlang einer Länge von etwa 2/3 einer Länge des Gelenks (**250; 250'**) konstant ist.

7. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß Anspruch 5, wobei die Klinke (**230; 230'**) während der Expansion mindestens zwei Bewegungsfreiheitsgrade erfährt.

8. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vorrichtung mittels Laser geschnitten ist.

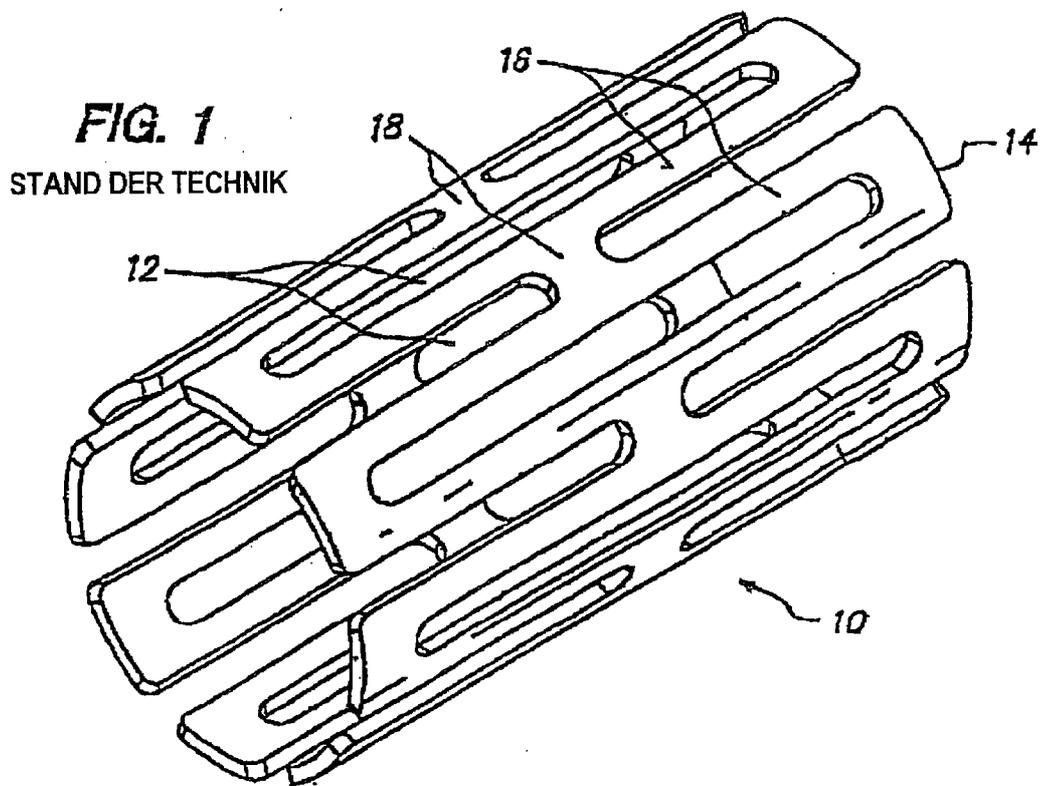
9. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die länglichen Balken (**220; 220'**) des Weiteren mehrere Öffnungen enthalten, die darin angeordnet sind, und ein nützliches Agens, das in den Öffnungen angeordnet ist.

10. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei ein Zurückspringen der medizinischen Vorrichtung nach der Expansion auf den zweiten Durchmesser geringer als acht Prozent ist.

11. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß Anspruch 10, wobei das Zurückspringen der medizinischen Vorrichtung nach der Expansion auf den zweiten Durchmesser geringer als fünf Prozent ist.

12. Expandierbare medizinische Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die Vorrichtung aus einem biologisch abbaubaren Material hergestellt ist.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



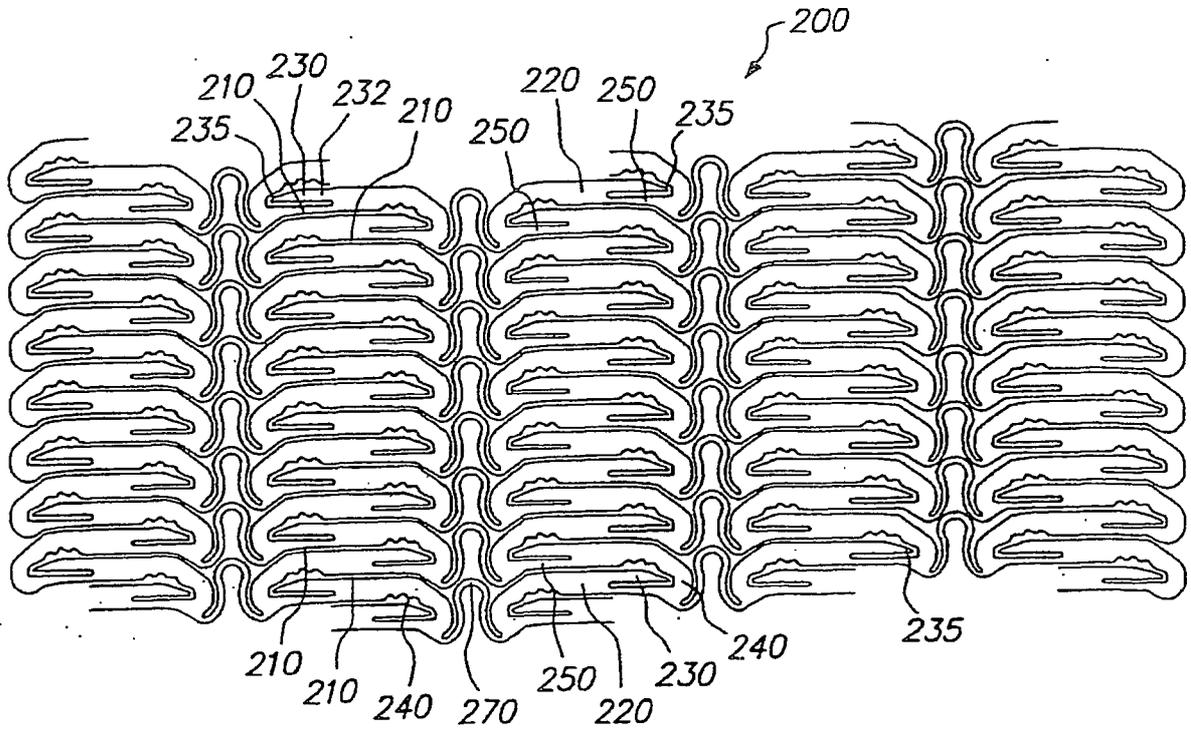


FIG. 2A

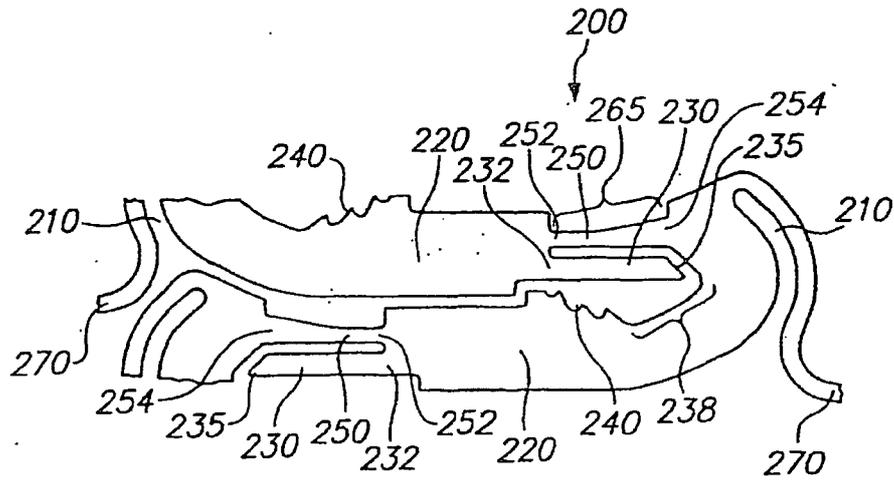


FIG. 2B

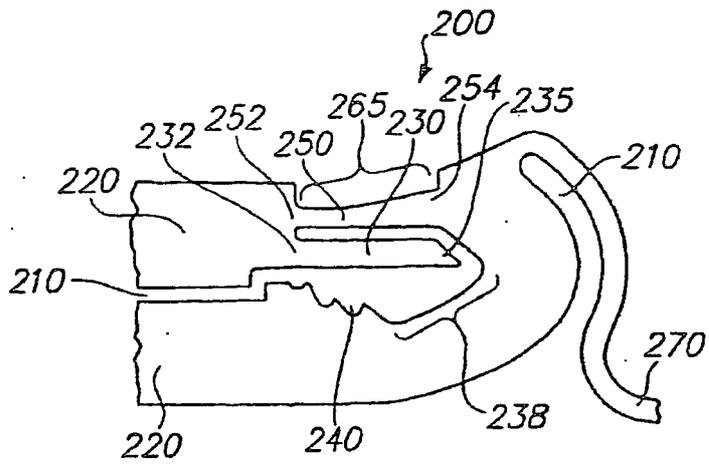


FIG. 3A

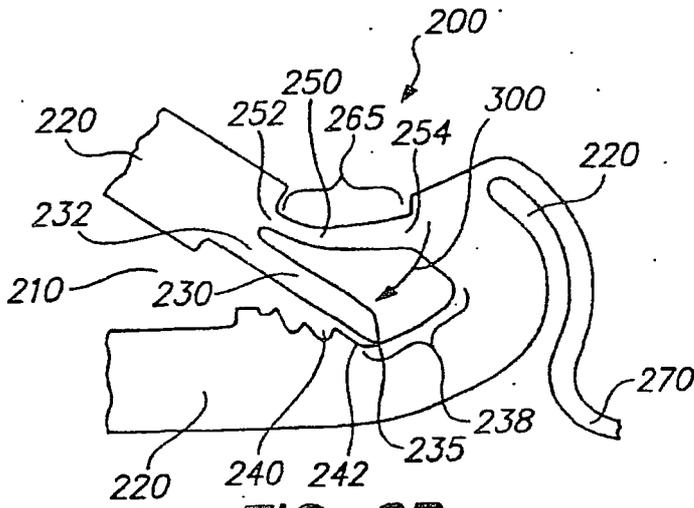


FIG. 3B

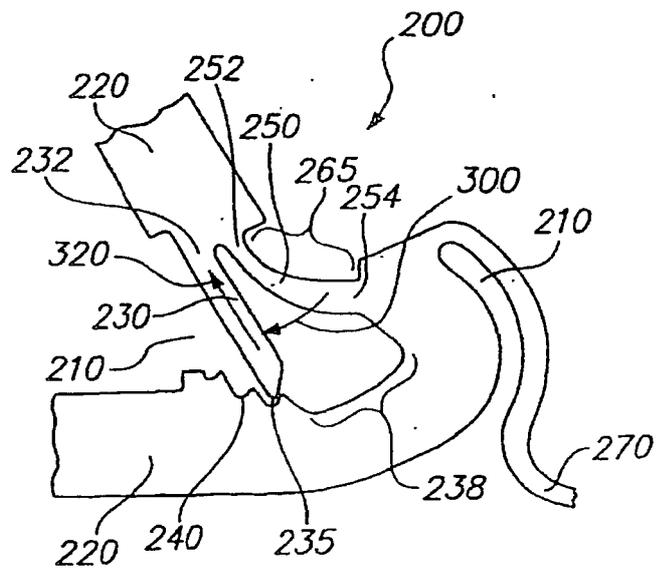


FIG. 3C

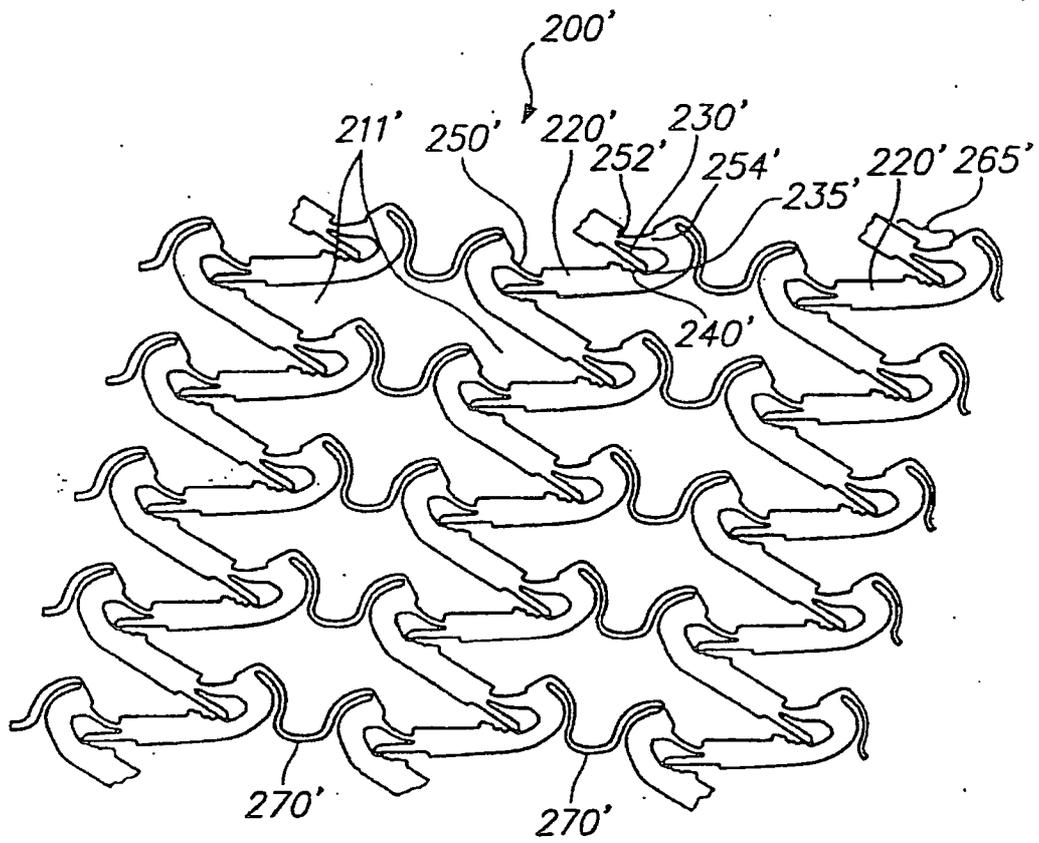


FIG. 3D

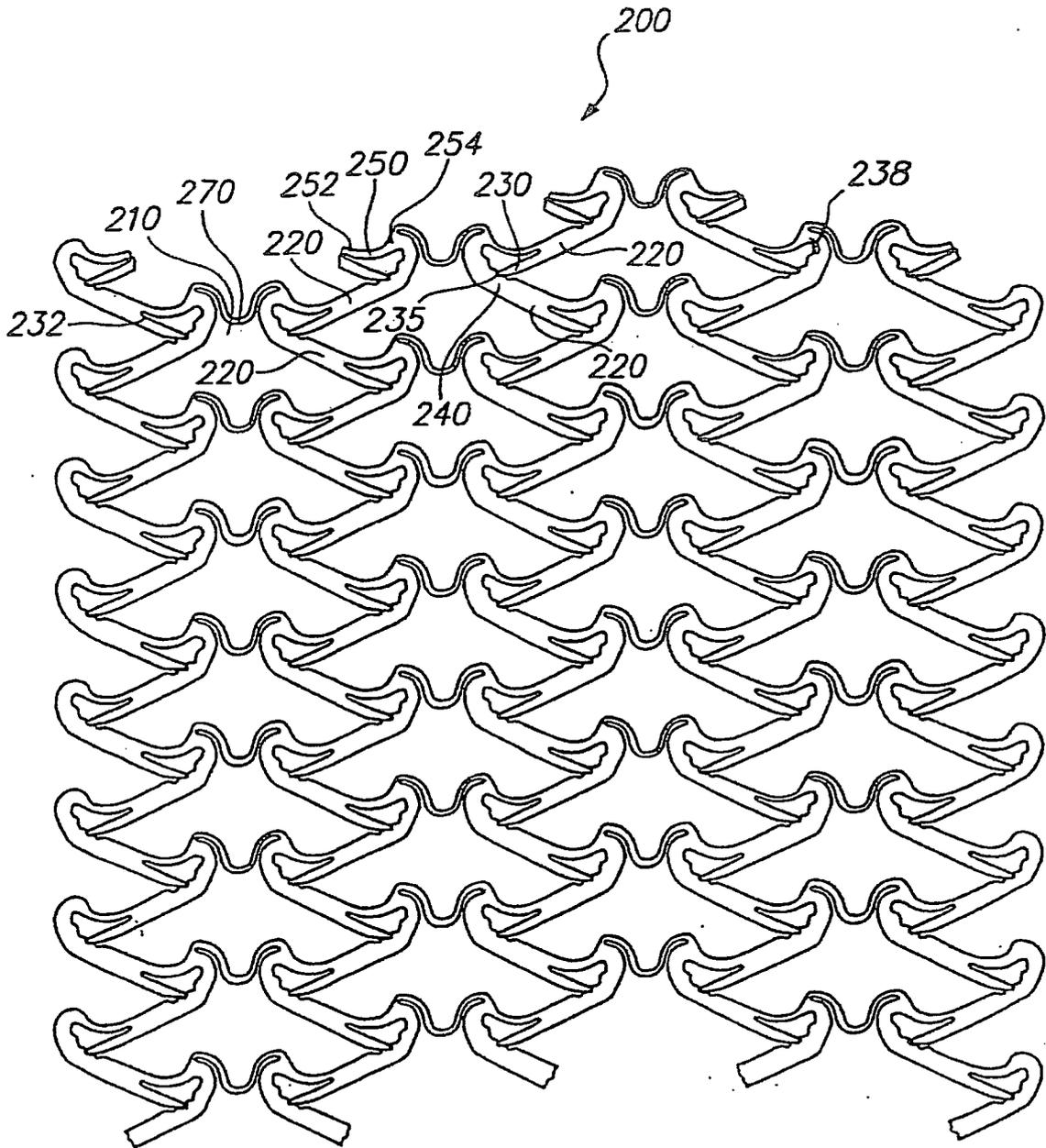


FIG. 4

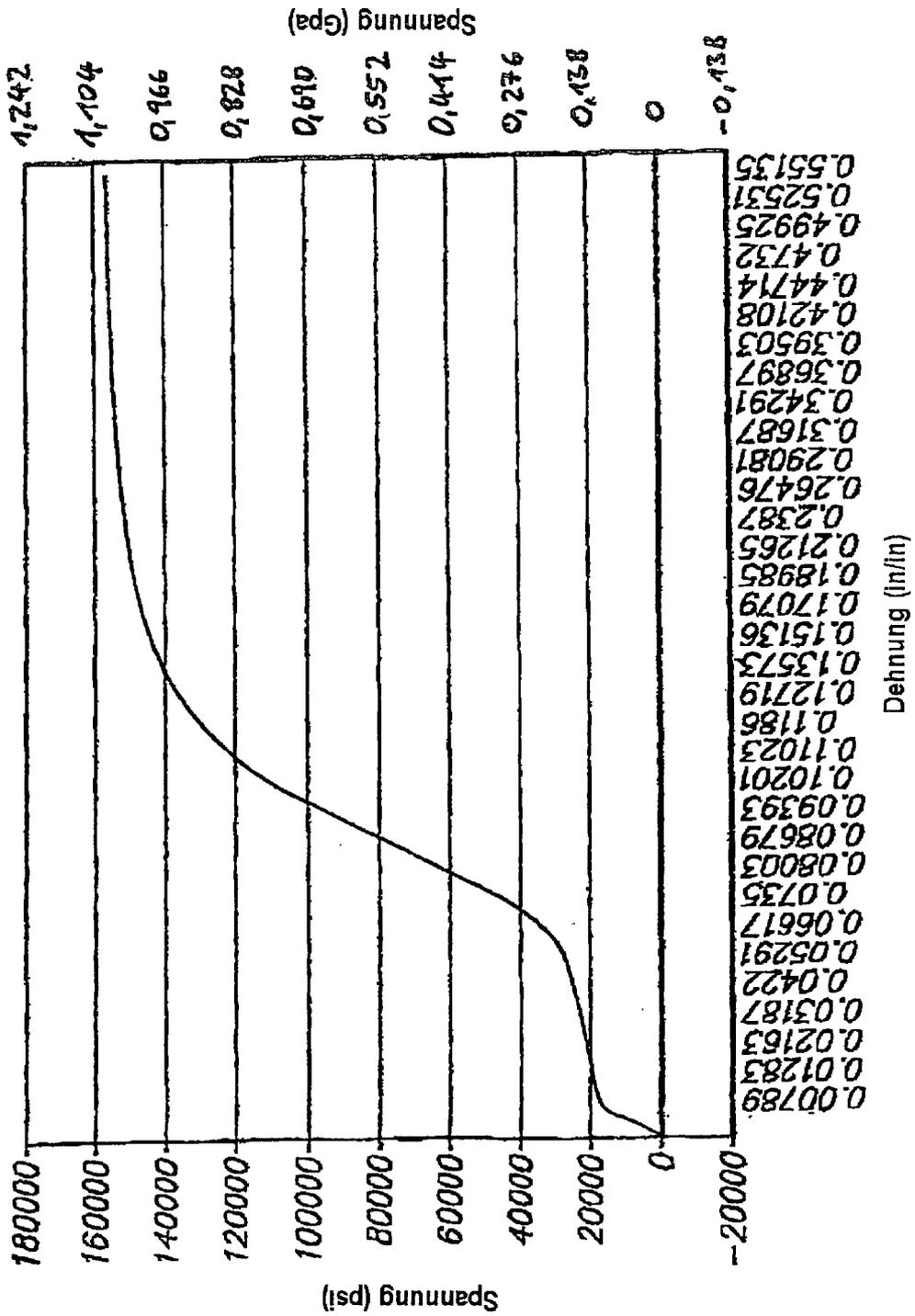


FIG. 5