



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 000 399 A1** 2008.02.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 000 399.3**

(22) Anmeldetag: **10.08.2006**

(43) Offenlegungstag: **14.02.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A61B 17/94** (2006.01)

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 1/012 (2006.01)

A61B 1/01 (2006.01)

(71) Anmelder:

**novineon Healthcare Technology Partners GmbH,
72074 Tübingen, DE**

(74) Vertreter:

TBK-Patent, 80336 München

(72) Erfinder:

**Schostek, Sebastian, 72070 Tübingen, DE; Ho,
Chi-Nghia, 72074 Tübingen, DE; Rieber, Fabian,
70174 Stuttgart, DE; Schurr, Marc Oliver, Prof.
Dr.med., 72074 Tübingen, DE**

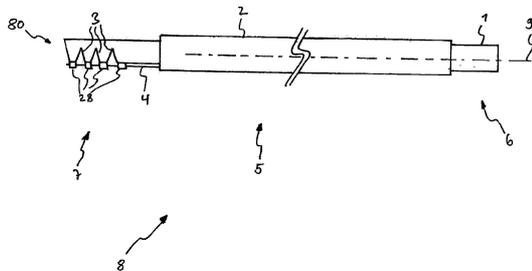
Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Medizinisches Instrument**

(57) Zusammenfassung: In der endoluminalen endoskopischen Therapie sind die Freiheitsgrade der verwendeten Interventionsinstrumente aufgrund der speziellen Rahmenbedingungen der endoluminalen endoskopischen Therapie eingeschränkt.

Gegenstand dieser Erfindung ist ein Instrumentensystem, bestehend aus mindestens einem abwinkelbaren Instrument, einem angepassten Griff zur manuellen Steuerung des abwinkelbaren Instruments und einem Overtube zur Aufnahme und Einführung mindestens eines abwinkelbaren Instruments in den menschlichen Körper. Das Kamerasystem wird wahlweise durch den Overtube eingeführt oder ist am distalen Ende des Overtubes angebracht.

Durch die spezielle Ausgestaltung des in mindestens eine Vorzugsrichtung abwinkelbaren Instruments in Verbindung mit dem angepassten Griff ist eine intuitive, direkte manuelle Steuerung der Instrumentenspitze möglich. Der Instrumentenschaft ist achsensymmetrisch ausgestaltet, sodass keine Vorzugsbiegerichtung des Instrumentenschaftes vorhanden ist. Eine Drehung des Instruments in gebogenem Zustand ist damit unabhängig vom eingestellten Drehwinkel. Der Overtube weist ein Element auf, mit dem die Rotation und der Vorschub des distalen Endelements des Overtubes vom proximalen, extrakorporalen Ende aus steuerbar sind. Die Instrumentenkanäle sind weitgehend mechanisch von diesem Element entkoppelt. Diese Maßnahme ermöglicht eine gute Steuerung des Overtubes bei hoher Flexibilität, was eine einfache und schonende Einführung des Systems in den ...



Beschreibung

[0001] Die Endoskopie ist ein in der Medizin angewandtes Verfahren zur visuellen Darstellung unterschiedlicher innerer Regionen des menschlichen Körpers unter Zuhilfenahme eines Bildgebungssystems, welches über künstliche oder natürliche Zugangswege in den Körper eingebracht wird. Mit endoskopischen Verfahren können beispielsweise der Bauchraum Laparoskopie, das Becken Pelviskopie, Gelenke Arthroskopie, die Luftwege Bronchoskopie oder der Verdauungstrakt gastrointestinale Endoskopie zugänglich gemacht werden für visuelle Inspektion, diagnostische Untersuchungen oder operative Eingriffe. Endoskopische Verfahren sind in der Regel deutlich schonender für den Patienten als entsprechende Operationsverfahren der offenen Chirurgie, da der Zugang zum einen über natürliche Körperöffnungen z.B. Bronchoskopie, gastrointestinale Endoskopie erfolgen kann oder über verhältnismäßig kleine Einschnitte im Bereich von wenigen Millimetern bis Zentimetern, z.B. in der Laparoskopie oder Arthroskopie, ein künstlicher Zugang geschaffen werden kann. Zudem hat die Einführung endoskopischer Verfahren durch speziell entwickeltes Instrumentarium neue diagnostische und therapeutische Möglichkeiten eröffnet. Allen endoskopischen Verfahren gemein ist die Verwendung eines Kamerasystems und das Vorhandensein eines durchsichtigen Fluids im Interventionsraum, z.B. Luft bzw. Stickstoff oder Kohlendioxid bei der Laparoskopie, der Bronchoskopie und der gastrointestinalen Endoskopie oder Wasser bei der Arthroskopie, mit dem das Volumen des Interventionsraums offen gehalten wird.

[0002] Der Zugang über kleine Einschnitte bzw. natürliche Körperöffnungen bringt im Regelfall eine drastische Einschränkung der Freiheitsgrade der eingeführten Instrumente mit sich, beschränkt das sensorische Feedback auf ein zweidimensionales Videobild und erhöht damit die Anforderungen an die abstraktiven und koordinativen Fähigkeiten des Operateurs. Die Entwicklung endoskopischer Verfahren basiert daher im Allgemeinen auf der Entwicklung spezialisierter Instrumente, welche die durch diese Umstände bedingten technischen Einschränkungen mittels verschiedener Verfahren, wie z.B. angepasster Bedienmöglichkeiten oder spezieller Funktionen der Instrumente zumindest teilweise kompensieren.

[0003] Bei perkutanen endoskopischen Verfahren, bei denen die Instrumente durch kleine Einschnitte in den Körper geführt werden, wie beispielsweise in der Laparoskopie oder der Arthroskopie, kann die Position der Einschnitte innerhalb der anatomisch gegebenen Grenzen weitgehend frei gewählt werden, wodurch eine Heranführung von Instrumenten an den Interventionsort aus unterschiedlichen Winkeln ermöglicht wird. Im Falle von endoluminalen endoskopischen Verfahren, die einen natürlichen Zugangs-

weg nutzen und die in ein tubuläres bzw. tubusähnliches Organ eingebracht werden, wie beispielsweise in der gastrointestinalen Endoskopie und der Bronchoskopie, werden Instrumente weitgehend parallel zur optischen Achse geführt. Dadurch sind im Vergleich zu perkutanen Verfahren bei endoluminalen endoskopischen Verfahren die Freiheitsgrade der Instrumente noch weiter eingeschränkt.

[0004] Des Weiteren kommen insbesondere in der gastrointestinalen Endoskopie sowie der Bronchoskopie flexible Instrumentensysteme zum Einsatz, um der Anatomie verzweigter, z.B. Bronchialsystem, oder gebogener bzw. gewundener Organe, z.B. Darm, folgen zu können. Derartige flexible Endoskope können mehr als zwei Meter lang sein. Die Endoskopspitze ist von außerhalb abwinkelbar und weist ein Kamerasystem oder ein optisches System mit nachgeschaltetem Bildleiter auf. In der Praxis verwendete Endoskope weisen oftmals einen oder zwei Arbeitskanäle auf, durch die flexible Instrumente, wie beispielsweise Fasszangen, Biopsiezangen, Schlingen oder Schneidevorrichtungen, aus der Endoskopspitze herausgeführt werden können. Durch Ausrichtung der Endoskopspitze kann unter visueller Kontrolle die Instrumentenspitze an Zielgewebe manövriert werden. Die Kraftübertragung auf die an der Endoskopspitze herausgeführten chirurgischen Instrumente ist aufgrund des flexiblen Schaftes und der großen Länge in solchen Fällen stark eingeschränkt.

[0005] Mit heute üblichen endoluminalen endoskopischen Verfahren sind durch Einsatz unterschiedlicher spezieller Instrumente verschiedene diagnostische bzw. therapeutische Verfahren möglich. Bei der gastrointestinalen Endoskopie werden heute gezielte Gewebeproben gewonnen, gestielte Polypen durch einfache Schlingenresektion abgetragen, Blutungen verödet oder gestillt, Fremdkörper entfernt und Stents platziert. Speziell für die gastrointestinale Endoskopie wurden in den letzten Jahren neue Verfahren entwickelt, um immer anspruchsvollere Aufgaben zu erfüllen. So ist es heute durch den Einsatz spezieller Instrumente möglich, im Magen oder Dickdarm über große Areale die obere Schleimhautschicht Mukosa an einem Stück zu entfernen. Bei diesem Verfahren der endoskopischen Submukosa-Dissektion, ESD, wird schrittweise die Mukosa von der darunter liegenden Schicht Submukosa abgetrennt und entfernt.

[0006] Speziell bei solchen anspruchsvollen Verfahren wie der ESD werden die gegebenen Einschränkungen der Freiheitsgrade der verwendeten Instrumente deutlich. Die Ausrichtung erfolgt über die Steuerung der Abwinkelung des flexiblen Endoskops. Die Drehung des Instruments ist häufig schwierig aufgrund der Länge und der Flexibilität des Arbeitskanals. Die einzige echte Steuerungsmöglichkeit des Instruments ist damit der Vorschub durch den Ar-

beitskanal. Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die Achse des Instruments an die optische Achse des Kamerasystems gebunden ist, und damit die Perspektive auf das Instrument nicht verändert werden kann.

[0007] Zur Lösung dieser Problematik wurden verschiedene Instrumentensysteme entwickelt, bei denen Instrumente zum Einsatz kommen, deren Spitze unabhängig vom Endoskop steuerbar ist. Auch Ansätze, bei denen Instrumente über Arbeitskanäle zum Interventionsort geführt werden, die außerhalb des Endoskops verlaufen und deren distale Mündungsöffnungen steuerbar sind WO 2004/064600, US 6,352,503, sind bekannt. Solche Systeme ermöglichen eine Erweiterung der Freiheitsgrade und damit die weitgehend von der Endoskopspitze unabhängige Durchführung komplexer Manöver. Zudem können zwei oder mehr Instrumente gezielt zusammenwirken, z.B. ist es möglich, mit einem Instrument Gewebe zu halten und unter Spannung zu setzen, während das andere Instrument das Gewebe gezielt durchtrennt.

[0008] Es gibt zahlreiche verschiedene Ansätze zur Aktuierung endoskopischer Instrumente für endoluminale Verfahren. Das zentrale Element solcher Entwicklungen ist zumeist ein Mechanismus zu Beugung der Instrumentenspitze. Viele dieser Mechanismen lassen aufgrund ihrer Kinematik eine direkte, intuitive mechanische Steuerung über einen mechanisch verbundenen Griff nicht zu. Dort müssen rechnergestützte Steuerungssysteme die Eingabebefehle in Steuerbefehle derart umrechnen, dass eine intuitive Steuerung der Instrumentenspitze möglich wird.

[0009] Die Aufgabe der Erfindung besteht demzufolge darin, ein Instrumentensystem dieser Gattung zu schaffen, dessen Handhabung bei geringerem steuerungstechnischen Aufwand verbessert werden kann.

[0010] Diese Aufgabe wird durch ein Instrumentensystem mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Der Gegenstand dieser Erfindung ist demzufolge ein Instrumentensystem, bestehend aus mindestens einem schaftartigen Instrument mit einem abwinkelbaren distalen Ende, einem vorzugsweise an die menschliche Hand angepassten Griff zur manuellen Steuerung des abwinkelbaren Endes des Instruments und einem Overtube bzw. einer Führungsröhreinrichtung zur Aufnahme und Einführung des mindestens einen schaftartigen Instruments in den menschlichen Körper. Ferner ist ein Kamerasystem oder eine visuelle Einrichtung vorgesehen, das wahlweise ebenfalls durch den Overtube eingeführt wird oder am distalen Ende des Overtubes bereits ange-

bracht ist.

[0012] Durch die spezielle Ausgestaltung des in mindestens eine Vorzugsrichtung abwinkelbaren Instruments in Verbindung mit dem angepassten Griff ist eine intuitive, direkte manuelle Steuerung der Instrumentenspitze möglich. Der Instrumentenschaft ist achsensymmetrisch ausgestaltet, sodass keine Vorzugsbiegerichtung des Instrumentenschaftes vorhanden ist. Eine Drehung des Instruments in gebogenem Zustand ist damit unabhängig vom eingestellten Drehwinkel. Der Overtube weist an seinem distalen Ende eine kappenförmige Verbindungsbrücke auf, welche einzelne Kanäle des Overtube, in welche die Instrumente und/oder das Kamerasystem einführbar sind, miteinander endseitig verbinden und an die ein wellen- oder kabelartiges Betätigungselement befestigt ist, mit dem die Rotation und der Vorschub der distalen Verbindungsbrücke des Overtube vom proximalen, extrakorporalen Ende des Overtube aus steuerbar sind. Die Instrumentenkanäle sind weitgehend mechanisch von diesem Element entkoppelt. Diese Maßnahme ermöglicht eine gute Steuerung des Overtube bei hoher Flexibilität, da beispielsweise bei Abkrümmen des Overtube keine Stauchung/Dehnung der Instrumentenkanäle erfolgt, was eine einfache und schonende Einführung des Systems in den menschlichen Körper begünstigt.

[0013] Die Erfindung wird nachstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen näher erläutert.

[0014] Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 18d](#) zeigen Varianten eines einzuführenden Instruments vorliegend in Form eines Endoskops oder Trokars gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0015] Die [Fig. 19](#) bis [Fig. 25](#) zeigen das einzuführende Instrument in Kombination mit einem in das Instrument eingeführten chirurgischen Instrument sowie einer Betätigungsvorrichtung zur Abkrümmung des Instruments und zur Handhabung des chirurgischen Instruments;

[0016] Die [Fig. 26](#) bis [Fig. 29](#) zeigen die prinzipielle Ausgestaltung eines Overtube gemäß der Erfindung;

[0017] Die [Fig. 30](#) bis [Fig. 38b](#) zeigen Varianten der Betätigungsvorrichtung;

[0018] Die [Fig. 39](#) bis [Fig. 51b](#) zeigen Varianten des Overtube.

Instrument

[0019] Das Instrument **8** gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung (siehe [Fig. 19](#)), welches im vorliegenden Fall in Form eines Endoskops ausgebildet ist, dient zur Ausrichtung einer

zweiten Vorrichtung **45** insbesondere eines chirurgischen Instruments in zumindest eine Vorzugsrichtung **81**. Das endoskopartige Instrument **8** besteht aus einem Instrumentenschaft **5** mit einem distalen Ende **7**, einem proximalen Ende **6**. Das distale Ende **7** weist erste, vorzugsweise scharnierartige Strukturen **3** (sog. Sollbiegestellen) auf, die eine Abwinkelung einer distalen Instrumentenspitze **80** in die zumindest eine Vorzugsrichtung **81** begünstigen. Das Instrument **8** weist des Weiteren ein Zugelement **4** auf, durch dessen Betätigung die Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** bewirkt werden kann. Der Instrumentenschaft **5** weist ein inneres Rohrelement **1** und ein äußeres Rohrelement **2** auf, wobei das innere Rohrelement **1** in dem äußeren Rohrelement **2** geführt wird. Das innere Rohrelement **1** schaut am distalen Ende **7** des Instruments **8** aus dem äußeren Rohrelement **2** heraus und weist im herausragenden Abschnitt die ersten Strukturen **3** auf. Das äußere Rohrelement **2** ist parallel zur Instrumentenachse **9** relativ zum inneren Rohrelement **1** verschiebbar und ist mit dem Zugelement **4** verbunden (siehe [Fig. 1](#)). Bei Verschieben des äußeren Rohrelements **2** parallel zur Instrumentenachse **9** in Richtung des proximalen Endes **6** des Instruments **8** wird das Zugelement **4** betätigt und damit im Bereich der ersten Strukturen **3** eine Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** in die Vorzugsrichtung **81** bewirkt. Des Weiteren kann bei entsprechender Ausgestaltung des Zugelements **4** bei Verschieben des äußeren Rohrelements **2** parallel zur Instrumentenachse **9** in Richtung des distalen Endes **7** des Instruments **8** eine Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** entgegen der Vorzugsbiegerichtung bewirkt werden. Durch die achsensymmetrische Gestaltung des Instruments **8** im Bereich des Instrumentenschaftes **5** wird eine Vorzugsbiegerichtung des Instrumentenschaftes **5** vermieden. Bei Rotation des Instruments **8** in gebogenem Zustand ist damit das benötigte Drehmoment unabhängig vom eingestellten Biegewinkel.

[0020] Die ersten Strukturen **3** dienen zur Erzeugung einer Vorzugsbiegerichtung **81** in einem begrenzten Abschnitt des inneren Rohrelements **1** am distalen Ende **7** des Instruments **8**. Dies wird erreicht durch Freiräume oder Einkerbungen **25** am inneren Rohrelement **1**, die sich im Längsabstand des inneren Rohrelements **1** aneinander reihen. Die Einkerbungen **25** weisen jeweils gegenüberliegende Flanken **14** auf, die sich bei Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** annähern. Die ersten Strukturen **3** sind dabei vorzugsweise derart gestaltet, dass die Axialbohrung des inneren Rohrelements **1** nicht eingeschränkt wird (siehe [Fig. 2](#)).

[0021] Ein Beispiel für die Ausgestaltung der ersten Strukturen **3** ist die Erzeugung von seitlichen Aussparungen **11** am inneren Rohrelement **1** am distalen Ende **7** des Instruments **8**, wie sie in unterschiedlichen Formen in den [Fig. 3a](#) bis [Fig. 3i](#) dargestellt

sind.

[0022] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist diese einen dreieckigen Querschnitt auf (siehe [Fig. 3a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist diese einen rechteckigen Querschnitt auf (siehe [Fig. 3b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist diese einen solchen Querschnitt auf, wobei die Aussparungsflanken **14** parallel verlaufen und der Aussparungsgrund **13** jeweils abgerundet ist (siehe [Fig. 3c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist diese einen solchen Querschnitt auf, wobei die Aussparungsflanken **14** parallel verlaufen und der Aussparungsgrund **13** V-förmig gestaltet ist (siehe [Fig. 3d](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist die seitliche Aussparung **11** einen trapezförmigen Querschnitt auf (siehe [Fig. 3e](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist die seitliche Aussparung **11** einen dreieckigen Querschnitt auf, wobei der Aussparungsgrund eine Rundung aufweist (siehe [Fig. 3f](#) und [Fig. 3g](#)). Durch diese Rundung können lokale Spannungsüberhöhungen im Bereich der Spitze des Dreiecks bei Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** reduziert werden. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist diese einen halbkreisförmigen Querschnitt auf (siehe [Fig. 3h](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weist diese einen unregelmäßigen Querschnitt auf (siehe [Fig. 3i](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** sind die seitlichen Aussparungen **11** in regelmäßigen Abständen zueinander angeordnet (siehe [Fig. 3a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** sind die seitlichen Aussparungen **11** in unterschiedlichen Abständen zueinander angeordnet (siehe [Fig. 4a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weisen die seitlichen Aussparungen **11** jeweils dieselbe Tiefe auf (siehe [Fig. 3a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weisen die seitlichen Aussparungen **11** jeweils unterschiedliche Tiefen auf (siehe [Fig. 4b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weisen die seitlichen Aussparungen **11** jeweils dieselbe Breite auf (siehe [Fig. 3a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weisen die seitlichen Aussparungen **11** jeweils unterschiedliche Breiten auf (siehe [Fig. 4c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der seitlichen Aussparungen **11** weisen diese jeweils dieselbe Form auf (siehe [Fig. 3a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** weisen diese jeweils unterschiedliche Formen auf (siehe [Fig. 4d](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparun-

gen **11** sind die seitlichen Aussparungen **11** jeweils in dieselbe Richtung, vorzugsweise die Vorzugsbiegerichtung **81** ausgerichtet (siehe [Fig. 3a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der seitlichen Aussparungen **11** sind die seitlichen Aussparungen **11** jeweils in unterschiedliche Richtungen ausgerichtet (siehe [Fig. 4e](#)).

[0023] Ein weiteres Beispiel für die Ausgestaltung der ersten Strukturen **3** sieht eine Verbindung einzelner Segmente **16** des inneren Rohrelements **1** über externe Scharnierelemente **17** vor. Die einzelnen Rohrsegmente **16** werden vorzugsweise derart angeordnet, dass eine fortlaufende Kette von untereinander über die Scharnierelemente **17** verbundenen Segmenten **16** entsteht. Diese Rohrsegmente **16** lassen sich jeweils relativ zum benachbarten Segment **16** um die Schwenkachse **20** des Scharnierelements **17**, das sich zwischen den jeweiligen benachbarten Segmenten **16** befindet, kippen bzw. abwinkeln. Die Segmente **16** weisen jeweils eine durchgehende Axialbohrung **19** auf (siehe [Fig. 5](#)).

[0024] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Scharnierelements **17** ist das Scharnierelement **17** derart mit einem Segment **16** verbunden, dass die Schwenkachse **20** des Scharnierelements **17** kolinear mit einer Linie **21** tangential zur Außenseite des Segments verläuft (siehe [Fig. 6a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Scharnierelements **17** ist dieses derart mit einem Segment **16** verbunden, dass die Schwenkachse **20** des Scharnierelements **17** die Achse **22** des Segments **16** kreuzt (siehe [Fig. 6b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Scharnierelements **17** ist das Scharnierelement **17** derart mit einem Segment **16** verbunden, dass die Schwenkachse **20** des Scharnierelements **17** zwischen einer Linie **21** tangential zur Außenseite des Segments und der Achse **22** des Segments verläuft (siehe [Fig. 6c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Scharnierelements **17** ist das Scharnierelement **17** derart mit einem Segment **16** verbunden, dass die Schwenkachse **20** des Scharnierelements **17** außerhalb des Segments verläuft (siehe [Fig. 6d](#)).

[0025] Ein weiteres Beispiel für die Ausgestaltung der ersten Strukturen **3** ist die Verbindung einzelner Rohrsegmente **16** über mindestens ein externes Biegeelement **23**. Die einzelnen Rohrsegmente **16** werden vorzugsweise derart angeordnet, dass eine fortlaufende Kette von untereinander über das externe Biegeelement **23** verbundenen Segmenten **16** entsteht. Diese Segmente **16** lassen sich jeweils relativ zum benachbarten Segment **16** durch Deformation des Biegeelements **23** im Biegebereich **26** kippen. Die Segmente **16** weisen jeweils eine durchgehende Axialbohrung **19** auf (siehe [Fig. 7](#)).

[0026] Das Biegeelement **23** dient zur Verformung

bei einer Abwinkelung der Instrumentenspitze **80**. Andere Elemente wie beispielsweise die Segmente **16** werden daher weniger mechanisch belastet als bei der Verwendung von seitlichen Aussparungen **11**, gleichzeitig ist aber eine deformationsbedingte Rückstellkraft einfacher zu realisieren als bei der Verwendung von Scharnierelementen **17**. Durch eine gezielte Gestaltung des Biegelements **23** können die mechanischen Eigenschaften gezielt beeinflusst werden. Insbesondere die Verwendung von Formgedächtnislegierungen wie beispielsweise Nickel-Titan-Legierungen bieten sich als Werkstoff für das Biegeelement **23** an, da sie auch bei starker Verformung eine Rückkehr zum ursprünglichen Zustand gewährleisten können.

[0027] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** besteht das Biegeelement **23** aus einer Formgedächtnislegierung, vorzugsweise aus einer Nickel-Titan-Legierung. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist dieses im Bereich des Biegebereichs **26** eine Verjüngung **27** auf. Diese Verjüngung **27** lokalisiert die Deformation bei Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** auf die Biegebereiche **26** des Biegelements **23**, die vorzugsweise zwischen den Segmenten **16** positioniert sind (siehe [Fig. 8](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist das Biegeelement **23** im Biegebereich **26** einen rechteckigen Querschnitt auf (siehe [Fig. 10a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist dieses im Biegebereich **26** einen solchen Querschnitt auf, der auf der Rohrsegment-Außenseite zu einer konvexen Wölbung ausgebildet ist (siehe [Fig. 10b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist das Biegeelement **23** im Biegebereich **26** einen runden Querschnitt auf (siehe [Fig. 10c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist dieses im Biegebereich **26** einen solchen Querschnitt auf, der auf der Rohrsegment-Außenseite zu einer konvexen Wölbung und auf der Rohrsegment-Innenseite zu einer konkaven Wölbung ausgeformt ist (siehe [Fig. 10d](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist das Biegeelement **23** im Biegebereich **26** genau einen Steg auf (siehe [Fig. 9a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist das Biegeelement **23** im Biegebereich **26** zwei Stege auf (siehe [Fig. 9b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Biegelements **23** weist das Biegeelement **23** im Biegebereich **26** zwei Stege auf, wobei sich die zwei Stege an diametral gegenüberliegenden Punkten des inneren Rohrelements **1** befinden (siehe [Fig. 9c](#)).

[0028] Ein weiteres Beispiel für eine Ausgestaltung der ersten Strukturen **3** ist eine Kombination eines externen Biegelements **23** mit am inneren Rohrelement integrierten seitlichen Aussparungen **11**. Damit

können durch Einbettung eines Biegeelements **23** in das innere Rohrelement und durch Erzeugen der seitlichen Aussparungen **11** mit minimaler Anzahl von Komponenten erste Strukturen **3** realisiert werden, deren mechanische Eigenschaften durch selektive Gestaltung des Biegeelements **23** eingestellt werden können (siehe [Fig. 25](#)).

[0029] Das Zug- oder Zug-/Druckelement **4** dient zur Kraftübertragung zwischen dem äußeren Rohrelement **2** und den ersten Strukturen **3**. Das Zugelement **4** ist dazu über eine erste mechanische Verbindung **29** mit dem äußeren Rohrelement **2** und über eine zweite mechanische Verbindung **30** mit der Instrumentenspitze **80** verbunden. Die ersten Strukturen **3** befinden sich dabei vorzugsweise zwischen der ersten mechanischen Verbindung **29** und der zweiten mechanischen Verbindung **30**. Das Zugelement **4** wird dabei von der ersten mechanischen Verbindung **29** zur zweiten mechanischen Verbindung **30** an den ersten Strukturen **3** auf der Seite der Vorzugsbiegerichtung **81** vorbeigeführt. Das Zugelement **4** wird dabei von einer zweiten Zugelementführung **28** geführt, die auf der Seite der Vorzugsbiegerichtung **81** im Bereich der ersten Strukturen **3** mit dem inneren Rohrelement **1** verbunden ist (siehe [Fig. 11a](#)).

[0030] Die zweite Zugelementführung **28** ist derart gestaltet, dass bei Verschieben des äußeren Rohrelements **2** parallel zur Instrumentenachse **9** in Richtung des proximalen Endes **6** des Instruments **8** die Instrumentenspitze **80** in Richtung der Vorzugsrichtung **81** abgewinkelt wird (siehe [Fig. 11b](#)). Das Zugelement **4** und die zweite Zugelementführung **28** sind des weiteren wahlweise etwa nach dem Prinzip eines Bowdenzuges derart gestaltet, dass bei Verschieben des äußeren Rohrelements **2** parallel zur Instrumentenachse **9** in Richtung des distalen Endes **7** des Instruments **8** die Instrumentenspitze **80** entgegen der Vorzugsrichtung **81** abgewinkelt wird, (siehe [Fig. 11c](#)). Hierfür besteht die Zugelementführung aus einer Anzahl von Ösen, welche an den einzelnen Rohrsegmenten jeweils im Bereich zwischen den Einkerbungen montiert sind, derart, dass sich die Ösenlöcher im Wesentlichen in einer Linie ausrichten.

[0031] Die erste mechanische Verbindung **29** verbindet das proximale Ende **83** des Zugelements **4** derart mit dem äußeren Rohrelement **2**, dass bei einer Kraft auf das Zugelement **4** in Richtung zum distalen Ende **7** des Instruments **8** die Kraft auf das äußere Rohrelement **2** übertragen wird. Wahlweise verbindet die erste mechanische Verbindung **29** das proximale Ende **83** des Zugelements **4** derart mit dem äußeren Rohrelement **2**, dass bei einer Kraft auf das Zugelement in Richtung des proximalen Endes **6** des Instruments **8** die Kraft (Druckkraft) auf das äußere Rohrelement **2** übertragen wird.

[0032] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der ersten mechanischen Verbindung **29** ist das Zugelement **4** über eine seitliche Öffnung **31** im äußeren Rohrelement **2** geführt, wobei das Zugelement **4** eine proximale Verdickung **32** aufweist, beispielsweise ein Knoten oder ein am Zugelement **4** mechanisch befestigtes Bauteil, die das Passieren des proximalen Endes **83** des Zugelements **4** durch die seitliche Öffnung **31** im äußeren Rohrelement **2** blockiert. Die proximale Verdickung liegt hierbei auf der Außenseite des äußeren Rohrelements **2** (siehe [Fig. 12a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der ersten mechanischen Verbindung **29** ist das Zugelement **4** über eine seitliche Öffnung **31** im äußeren Rohrelement **2** geführt, wobei das Zugelement **4** eine proximale Verdickung **32** aufweist, beispielsweise ein Knoten oder ein am Zugelement **4** mechanisch befestigtes Bauteil, die das Passieren des proximalen Endes **83** des Zugelements **4** durch die seitliche Öffnung **31** im äußeren Rohrelement **2** blockiert. Die proximale Verdickung liegt hierbei auf der Innenseite des äußeren Rohrelements **2** (siehe [Fig. 12b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der ersten mechanischen Verbindung **29** ist das proximale Ende **83** des Zugelements **4** in die Wand des äußeren Rohrelements **2** eingelassen (siehe [Fig. 12c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der ersten mechanischen Verbindung **29** ist das proximale Ende **83** des Zugelements **4** an der Außenseite des äußeren Rohrelements **2** mit dem äußeren Rohrelement **2** verbunden (siehe [Fig. 12d](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der ersten mechanischen Verbindung **29** ist das proximale Ende **83** des Zugelements **4** an der Innenseite des äußeren Rohrelements **2** mit dem äußeren Rohrelement **2** verbunden (siehe [Fig. 12e](#)).

[0033] Die zweite mechanische Verbindung **30** verbindet das distale Ende **82** des Zugelements **4** derart mit dem inneren Rohrelement **1**, dass bei einer Kraft auf das Zugelement **4** in Richtung des proximalen Endes **6** des Instruments **8** die Kraft auf das innere Rohrelement **1** übertragen wird. Wahlweise verbindet die zweite mechanische Verbindung **30** das distale Ende **82** des Zugelements **4** derart mit dem inneren Rohrelement **1**, dass bei einer Kraft auf das Zugelement in Richtung des distalen Endes **7** des Instruments **8** die Kraft auf das innere Rohrelement **1** übertragen wird.

[0034] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das Zugelement **4** über eine seitliche Öffnung **33** im inneren Rohrelement **1** geführt, wobei das Zugelement **4** eine distale Verdickung **34** aufweist, beispielsweise ein Knoten oder ein am Zugelement **4** mechanisch befestigtes Bauteil, die das Passieren des distalen Endes **82** des Zugelements **4** durch die seitliche Öffnung **33** im inneren Rohrelement **1** blockiert. Die distale Verdickung liegt hierbei auf der Innenseite des in-

neren Rohrelements **1** (siehe [Fig. 13a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das Zugelement **4** über eine seitliche Öffnung **33** im inneren Rohrelement **1** geführt, wobei das Zugelement **4** eine distale Verdickung **34** aufweist, beispielsweise ein Knoten oder ein am Zugelement **4** mechanisch befestigtes Bauteil, die das Passieren des distalen Endes **82** des Zugelements **4** durch die seitliche Öffnung **33** im inneren Rohrelement **1** blockiert. Die distale Verdickung liegt hierbei auf der Außenseite des inneren Rohrelements **1** (siehe [Fig. 13f](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das distale Ende **82** des Zugelements **4** an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** mit dem inneren Rohrelement **1** verbunden, wobei das Zugelement **4** vom proximalen Ende **6** des Instruments **8** an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** herangeführt wird (siehe [Fig. 13b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das distale Ende **82** des Zugelements **4** an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** mit dem inneren Rohrelement **1** verbunden, wobei das Zugelement **4** vom proximalen Ende **6** des Instruments **8** an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** herangeführt wird und über die Stirnfläche **15** des inneren Rohrelements **1** auf die Außenseite des inneren Rohrelements **1** geführt wird (siehe [Fig. 13g](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das distale Ende **82** des Zugelements **4** an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** mit dem inneren Rohrelement **1** verbunden, wobei das Zugelement **4** vom proximalen Ende **6** des Instruments **8** an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** herangeführt wird und durch die Wand des inneren Rohrelements **1** auf die Außenseite des inneren Rohrelements **1** geführt wird (siehe [Fig. 13h](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das distale Ende **82** des Zugelements **4** in die Wand des inneren Rohrelements **1** eingelassen (siehe [Fig. 13d](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das distale Ende **82** des Zugelements **4** an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** mit dem inneren Rohrelement **1** verbunden, wobei das Zugelement **4** vom proximalen Ende **6** des Instruments **8** an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** herangeführt wird (siehe [Fig. 13i](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist das distale Ende **82** des Zugelements **4** an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** mit dem inneren Rohrelement **1** verbunden, wobei das Zugelement **4** vom proximalen Ende **6** des Instruments **8** an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** herangeführt wird und über die Stirnfläche **15** des inneren Rohrelements **1** auf die Innenseite des inneren Rohrelements **1** geführt wird (siehe [Fig. 13c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** ist

das distale Ende **82** des Zugelements **4** an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** mit dem inneren Rohrelement **1** verbunden, wobei das Zugelement **4** vom proximalen Ende **6** des Instruments **8** an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** herangeführt wird und durch die Wand des inneren Rohrelements **1** auf die Innenseite des inneren Rohrelements **1** geführt wird (siehe [Fig. 13e](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten mechanischen Verbindung **30** weist das distale Ende **82** des Zugelements **4** eine Schlaufe **18** auf. Die Stirnfläche **15** des inneren Rohrelements **1** weist eine erste Zugelementführung **35** auf, in der die Schlaufe **18** des Zugelements **4** geführt wird, vorzugsweise um die distale Öffnung **10** des inneren Rohrelements **1** herum (siehe [Fig. 13j](#)).

[0035] Die Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** erfolgt über die ersten Strukturen **3**, die bei Betätigung des Zugelements **4** um eine, vorzugsweise aber um mehrere Achsen in die Vorzugsbiegerichtung **81** durch lokale Verformung des inneren Rohrelements **1** oder durch Scharnierelemente **17** abgewinkelt werden. Die zweite Zugelementführung **28** ist dabei derart gestaltet, dass eine auf das Zugelement **4** wirkende Kraft derart auf die ersten Strukturen **3** übertragen wird, dass eine gleichmäßige Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** erfolgt. Die zweite Zugelementführung **28** ist dabei derart gestaltet, dass das Zugelement **4** der bei der Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** erzeugten Beugung folgt (siehe [Fig. 14](#)). Demzufolge sind die zwischen den Einkerbungen an den Rohrsegmenten angebrachte Ösen **28** keilförmig oder derart dünnwandig ausgebildet, dass bei maximalem Abkrümmwinkel der ersten Strukturen die Flanken der Auskerbungen unbeeinflusst von den Ösen miteinander in Anlage stehen.

[0036] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die zweite Zugelementführung **28** ein Führungselement **36** auf, das einen röhrenförmigen Querschnitt hat, auf der Außenseite des inneren Rohrelements **1** angebracht ist und im Inneren des röhrenförmigen Querschnitts das Zugelement **4** führt (siehe [Fig. 15a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die zweite Zugelementführung **28** ein Führungselement **36** auf, das einen röhrenförmigen Querschnitt hat, auf der Innenseite des inneren Rohrelements **1** angebracht ist und im Inneren des röhrenförmigen Querschnitts das Zugelement **4** führt (siehe [Fig. 15d](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die zweite Zugelementführung **28** ein Führungselement **36** auf, das einen U-förmigen Querschnitt hat, derart an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** befestigt ist, dass die offene Seite des U-förmigen Querschnitts an der Außenseite des inneren Rohrelements **1** zu liegen kommt und im Inneren des U-förmigen Querschnitts das Zugelement **4** führt (siehe

Fig. 15b). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die zweite Zugelementführung **28** ein Führungselement **36** auf, das einen U-förmigen Querschnitt hat, derart an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** befestigt ist, dass die offene Seite des U-förmigen Querschnitts an der Innenseite des inneren Rohrelements **1** zu liegen kommt und im Inneren des U-förmigen Querschnitts das Zugelement **4** führt (siehe **Fig. 15e**). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die Außenseite des inneren Rohrelements **1** einen Nut **84** und ein Führungselement **36** auf, wobei das Zugelement **4** in der Nut **84** geführt wird und die offene Seite der Nut **84** zumindest teilweise von dem Führungselement **36** abgedeckt wird (siehe **Fig. 15c**). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die Wand des inneren Rohrelements **1** eine durchgehende, der Achse **9** des Instruments **8** parallele Bohrung **38** auf, in der das Zugelement **4** geführt wird (siehe **Fig. 16a**). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die Innenseite des inneren Rohrelements **1** eine Nut **37** auf, in der das Zugelement **4** geführt wird (siehe **Fig. 16b**). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** weist die Innenseite des inneren Rohrelements **1** eine Nut **37** auf, in der das Zugelement **4** geführt wird und die von einem Führungselement **36** zumindest teilweise abgedeckt wird (siehe **Fig. 16c**). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** wird das Zugelement **4** im Inneren des inneren Rohrelements **1** geführt (siehe **Fig. 16d**). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der zweiten Zugelementführung **28** wird das Zugelement **4** proximal der ersten Strukturen **3** durch eine zweite seitliche Bohrung **40** in der Wand des inneren Rohrelements **1** geführt (siehe **Fig. 17**).

[0037] Zur Übertragung der Kraft zur Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** von dem proximalen Ende **6** des Instruments **8** auf das Zugelement **4** werden das innere Rohrelement **1** und das äußere Rohrelement **2** parallel zur Achse **9** des Instruments **8** gegeneinander verschoben. Um einen achsensymmetrischen Querschnitt zu erzeugen, wird das innere Rohrelement **1** in dem äußeren Rohrelement **2** geführt. Die Außenseite **43** des inneren Rohrelements **1** steht dabei vorzugsweise in direktem Kontakt mit der Innenseite **42** des äußeren Rohrelements **2**. Es kann vorteilhaft sein, die Reibung zwischen der Außenseite **43** des inneren Rohrelements **1** und der Innenseite **42** des äußeren Rohrelements **2** durch Verkleinerung der Kontaktfläche zu reduzieren. Des Weiteren kann es vorteilhaft sein, die Querschnittsform des inneren Rohrelements **1** und die Querschnittsform des äußeren Rohrelements **2** derart zu gestalten, dass eine Rotation des inneren Rohrelements **1** relativ zum äußeren Rohrelement **2** um die Achse **9** des Instru-

ments **8** blockiert wird.

[0038] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des inneren Rohrelements **1** und des äußeren Rohrelements **2** weist die Außenseite **43** des inneren Rohrelements **1** und die Innenseite des äußeren Rohrelements **2** einen kreisrunden Querschnitt auf (siehe **Fig. 18a**). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des inneren Rohrelements **1** und des äußeren Rohrelements **2** weisen die Außenseite **43** des inneren Rohrelements **1** und die Innenseite des äußeren Rohrelements **2** Querschnittsformen auf, die eine Rotation des inneren Rohrelements **1** relativ zum äußeren Rohrelement **2** um die Achse **9** des Instruments **8** blockieren. Diese Querschnittsformen können beispielsweise ein Mehr-Eck sein, oder sie können sternenförmig sein. Wahlweise weisen diese Querschnittsformen Rundungen auf (siehe **Fig. 18b**).

[0039] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des inneren Rohrelements **1** und des äußeren Rohrelements **2** weist die Innenseite **42** des äußeren Rohrelements **2** einen kreisrunden Querschnitt auf und weist die Außenseite **43** des inneren Rohrelements **1** eine Querschnittsform auf, die nicht kreisrund ist, beispielsweise ein Mehr-Eck, oder der Querschnitt ist sternenförmig. Wahlweise weist diese Querschnittsform Rundungen auf (siehe **Fig. 18c**).

[0040] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des inneren Rohrelements **1** und des äußeren Rohrelements **2** weist die Außenseite **43** des inneren Rohrelements **1** einen kreisrunden Querschnitt auf und weist die Innenseite **42** des äußeren Rohrelements **2** eine Querschnittsform auf, die nicht kreisrund ist, beispielsweise ein Mehr-Eck oder sternenförmig. Wahlweise weist diese Querschnittsformen Rundungen auf (siehe **Fig. 18d**).

[0041] Das Instrument **8** dient zur Führung/Einführung einer zweiten medizinischen Vorrichtung **45**, die einen chirurgischen Effektor **48** aufweist. Der chirurgische Effektor **48** kann beispielsweise eine Faszange, eine Biopsiezange, ein Nadelhalter, ein Nähvorrichtung, ein Klammer-Applikator, eine Schere, eine Schlinge, ein Beutel, ein Clip-Applikator, eine Injektionsnadel, eine Klinge, eine Siebvorrichtung, eine Leuchteinheit, eine Hochfrequenzstrom-Schneidvorrichtung, eine Laser-Schneidvorrichtung, ein Ballonapplikator, ein Stentapplikator, eine Wasserstrahl-Dissektionsvorrichtung, eine Hochfrequenzstrom-Koagulationsvorrichtung, eine Argon-Plasma-Koagulationsvorrichtung, eine Laser-Koagulationsvorrichtung, eine Ultraschall-Koagulationsvorrichtung, eine Kameraeinheit, eine Hakenvorrichtung, eine Sprühvorrichtung, eine Spülvorrichtung, eine Saugvorrichtung, eine Elektrode, oder eine sensorische Sonde sein.

[0042] Ein Beispiel für eine zweite Vorrichtung **45** ist

ein chirurgisches Instrument **85**, das einen chirurgischen Effektor **48**, einen Schaft **47** und ein fünftes Bedienelement **46** aufweist. Das fünfte Bedienelement **46** ist dabei über den flexiblen Schaft **47** mit dem chirurgischen Effektor **48** verbunden (siehe [Fig. 39](#)). Durch Betätigung des fünften Bedienelements **46** kann die bestimmungsgemäße Funktion des chirurgischen Effektors **48** eingestellt werden. Das fünfte Bedienelement **46** befindet sich am proximalen Ende **49** des chirurgischen Instruments **85** und der chirurgische Effektor **48** befindet sich am distalen Ende **50** des chirurgischen Instruments **85**. Das chirurgische Instrument **85** wird vorzugsweise derart in dem Instrument **8** positioniert, dass der Schaft **47** des chirurgischen Instruments **85** in dem inneren Rohrelement **1** geführt wird und das distale Ende **50** des chirurgischen Instruments **85** wahlweise aus der Instrumentenspitze **80** herausgeführt werden kann (siehe [Fig. 19](#)).

[0043] Das chirurgische Instrument **85** ist parallel zur Achse **9** des Instruments **8** verschiebbar. Die Außenseite **51** des chirurgischen Instruments **85** und die Innenseite **44** des inneren Rohrelements **1** stehen dabei vorzugsweise in direktem Kontakt miteinander. Es kann vorteilhaft sein, die Reibung zwischen der Außenseite **51** des chirurgischen Instruments **85** und der Innenseite **44** des inneren Rohrelements **1** durch Verkleinerung der Kontaktfläche zu reduzieren. Des Weiteren kann es vorteilhaft sein, die Querschnittsform der Außenseite **51** des chirurgischen Instruments **85** und die Querschnittsform der Innenseite **44** des inneren Rohrelements **1** derart zu gestalten, dass eine Rotation des chirurgischen Instruments **85** relativ zum inneren Rohrelement **1** um die Achse **9** des Instruments **8** blockiert wird.

[0044] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des chirurgischen Instruments **85** und des inneren Rohrelements **1** weist die Außenseite **51** des chirurgischen Instruments **85** und die Innenseite **44** des inneren Rohrelements **1** einen kreisrunden Querschnitt auf (siehe [Fig. 20a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des chirurgischen Instruments **85** und des inneren Rohrelements **1** weisen die Außenseite **51** des chirurgischen Instruments **85** und die Innenseite **44** des inneren Rohrelements **1** Querschnittsformen auf, die eine Rotation des chirurgischen Instruments **85** relativ zum inneren Rohrelement **1** um die Achse **9** des Instruments **8** blockieren. Diese Querschnittsformen können beispielsweise ein Mehr-Eck sein oder sie können sternenförmig sein. Wahlweise weisen diese Querschnittsformen Rundungen auf siehe [Fig. 20b](#). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des chirurgischen Instruments **85** und des inneren Rohrelements **1** weist die Innenseite **44** des inneren Rohrelements **1** einen kreisrunden Querschnitt auf und weist die Außenseite **51** des chirurgischen Instruments **85** eine Querschnittsform auf, die nicht kreisrund ist, beispielsweise ein Mehr-Eck oder ster-

nenförmig. Wahlweise weist diese Querschnittsform Rundungen auf (siehe [Fig. 20c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des chirurgischen Instruments **85** und des inneren Rohrelements **1** weist die Außenseite **51** des chirurgischen Instruments **85** einen kreisrunden Querschnitt auf, und weist die Innenseite **44** des inneren Rohrelements keine Querschnittsform auf, die nicht kreisrund ist, beispielsweise ein Mehr-Eck oder sternenförmig. Wahlweise weist diese Querschnittsform Rundungen auf (siehe [Fig. 20d](#)).

[0045] Ein weiteres Beispiel für eine zweite Vorrichtung **45** ist ein chirurgischer Effektor **86**, der an der Instrumentenspitze **80** befestigt ist. Der chirurgische Effektor **86** kann beispielsweise eine Faszange, eine Biopsiezange, ein Nadelhalter, ein Nähvorrichtung, ein Klammer-Applikator, eine Schere, eine Schlinge, ein Beutel, ein Clip-Applikator, eine Injektionsnadel, eine Klinge, eine Siebvorrichtung, eine Leuchteinheit, eine Hochfrequenzstrom-Schneidvorrichtung, eine Laser-Schneidvorrichtung, ein Ballonapplikator, ein Stentapplikator, eine Wasserstrahl-Dissektionsvorrichtung, eine Hochfrequenzstrom-Koagulationsvorrichtung, eine Argon-Plasma-Koagulationsvorrichtung, eine Laser-Koagulationsvorrichtung, eine Ultraschall-Koagulationsvorrichtung, eine Kameraeinheit, eine Hakenvorrichtung, eine Sprühvorrichtung, eine Spülvorrichtung, eine Saugvorrichtung, eine Elektrode, oder eine sensorische Sonde sein. Bei einer Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** folgt der chirurgische Effektor **86** der Abwinkelung. Auf diese Weise kann der chirurgische Effektor **86** ausgerichtet werden (siehe [Fig. 21a](#)).

[0046] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des chirurgischen Effektors **86** ist dieser über eine vierte Vorrichtung **52** mit der Instrumentenspitze **80** verbunden. Diese vierte Vorrichtung **52** ermöglicht eine Rotation des chirurgischen Effektors **86** um die Achse **9** des Instruments **8**.

[0047] Eine beispielhafte Ausführung der vierten Vorrichtung **52** weist mechanische Getriebeelemente **39** auf, die derart gestaltet sind, dass die Rotation des chirurgischen Effektors **86** über ein Kraftübertragungselement **87** beispielsweise in Form einer biegeflexiblen Drehwelle eingestellt werden kann. Das Kraftübertragungselement **87** führt dabei von der vierten Vorrichtung **52** bis zum proximalen Ende **6** des Instruments **8**. Die vierte Vorrichtung **52** ist derart gestaltet, dass durch Kraft- oder Drehmoment-Einleitung in das Kraftübertragungselement **87** die Rotation des chirurgischen Effektors **86** eingestellt werden kann (siehe [Fig. 21b](#)).

[0048] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vierten Vorrichtung **52** weist das Kraftübertragungselement **87** ein sechstes Bedienelement **112** auf, das

derart mit dem Kraftübertragungselement **87** verbunden ist, dass bei Betätigung des sechsten Bedienelements **112** die Rotation des chirurgischen Effektors **86** eingestellt werden kann (siehe [Fig. 38b](#)).

[0049] Eine vorteilhafte Ausgestaltung der mechanischen Getriebeelemente **39** und des Kraftübertragungselements **87** weist zwei Stirnzahnräder auf, von denen ein erstes Stirnzahnrad **88** um die Achse **9** des Instruments **8** drehbar gelagert ist und mit dem chirurgischen Effektor **86** drehfest verbunden ist, und von denen ein zweites Stirnzahnrad **89** derart drehbar gelagert ist, dass es mit dem ersten Stirnzahnrad **88** eine Getriebeeinheit bildet, und mit dem Kraftübertragungselement **87** drehfest verbunden ist. Das Kraftübertragungselement **87** ist dabei in Form einer Welle derart gestaltet, dass es ein am proximalen Ende **6** des Instruments **8** in das Kraftübertragungselement **87** eingeleitetes Drehmoment auf das zweite Stirnzahnrad **89** überträgt. Vorzugsweise weist das erste Stirnzahnrad **88** einen größeren Durchmesser als das zweite Stirnzahnrad **89** auf, um ein Übersetzungsverhältnis zwischen der Rotationsgeschwindigkeit des Kraftübertragungselements **87** und des chirurgischen Effektors **86** von größer eins einzustellen (siehe [Fig. 31a](#)).

[0050] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der mechanischen Getriebeelemente **39** und des Kraftübertragungselements **87** weist zwei Kegelzahnrad auf, von denen ein erstes Kegelzahnrad **90** um die Achse **9** des Instruments **8** drehbar gelagert ist und mit dem chirurgischen Effektor **86** drehfest verbunden ist, und von denen ein zweites Kegelzahnrad **91** derart drehbar gelagert ist, dass es mit dem ersten Kegelzahnrad **90** eine Getriebeeinheit bildet, und mit dem Kraftübertragungselement **87** wirkverbunden ist. Das Kraftübertragungselement **87** ist dabei in Form eines Riemenantriebs derart gestaltet, dass es eine am proximalen Ende **6** des Instruments **8** in das Kraftübertragungselement **87** eingeleitete Zugkraft auf das zweite Kegelzahnrad **91** derart überträgt, dass das zweite Kegelzahnrad **91** in Rotation versetzt wird. Vorzugsweise ist das Kraftübertragungselement **87** als Seilzug ausgeführt, wobei die Drehachse des zweiten Kegelzahnrad **91** im Wesentlichen senkrecht zur Instrumentenachse steht. Vorzugsweise weist das erste Kegelzahnrad **90** einen größeren Durchmesser als das zweite Kegelzahnrad **91** auf, um ein Übersetzungsverhältnis zwischen der Rotationsgeschwindigkeit des zweiten Kegelzahnrad **91** und des ersten Kegelzahnrad **90** von größer eins einzustellen und damit die für ein bestimmtes Drehmoment des chirurgischen Effektors **86** erforderliche Zugkraft im Kraftübertragungselement **87** zu reduzieren (siehe [Fig. 31b](#)).

[0051] Der chirurgische Effektor **86** weist wahlweise ein erstes Steuerelement **53** und ein siebtes Bedienelement **111** auf. Das siebte Bedienelement **111** ist

derart mit dem ersten Steuerelement **53** verbunden, dass bei Betätigung des siebten Bedienelements **111** die bestimmungsgemäße Funktion des chirurgischen Effektors **86**, vorzugsweise vom proximalen Ende **6** des Instruments **8** aus, eingestellt werden kann (siehe [Fig. 38a](#)).

[0052] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Steuerelements **53** kann das erste Steuerelement wahlweise derart eingestellt werden, dass die Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion des chirurgischen Effektors **86** blockiert ist. Dadurch kann eine bevorzugte Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion des chirurgischen Effektors **86** ohne Betätigung des siebten Bedienelements **111** beibehalten werden. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Steuerelements **53** ist das erste Steuerelement **53** ein Metalldraht, über den wahlweise eine lineare Kraft oder ein Drehmoment vom siebten Bedienelement **111** zum chirurgischen Effektor **86** übertragen werden kann. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Steuerelements **53** ist das erste Steuerelement **53** ein Faden, über den eine Zugkraft vom siebten Bedienelement **111** zum chirurgischen Effektor **86** übertragen werden kann. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Steuerelements **53** besteht das erste Steuerelement **53** aus mindestens einem stromleitenden Kabel, über das elektrische Signale vom siebten Bedienelement **111** zum chirurgischen Effektor **86** übertragen werden können. Dies können beispielsweise analoge Messsignale wie Spannungen oder Ströme, digitale Daten oder Hochfrequenzstrom zum Betreiben eines Hochfrequenz-Effektors sein.

[0053] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der vierten Vorrichtung **52** kann die Einstellung der Rotation des chirurgischen Effektors **86** wahlweise blockiert werden. Dadurch kann eine bevorzugte Ausrichtung der vierten Vorrichtung **52** ohne Betätigung des sechsten Bedienelements **112** beibehalten werden.

Steuervorrichtung

[0054] Die Steuervorrichtung **55** dient zur manuellen Steuerung des Instruments **8** in verschiedenen Ausführungen. Die Steuervorrichtung **55** dient im Einzelnen zur manuellen Einstellung der Abwinkelung der Instrumentenspitze **80**, wahlweise zur manuellen Einstellung des Vorschubs eines chirurgischen Instruments **85** parallel zur Achse **9** des Instruments **8**, wahlweise zur manuellen Einstellung der Rotation eines chirurgischen Instruments **85** um die Achse **9** des Instruments **8**, wahlweise zur manuellen Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion eines chirurgischen Effektors **48**, wahlweise zur manuellen Einstellung der Rotation eines chirurgischen Effektors **86**, wahlweise zur manuellen Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion eines chirurgischen Effektors **86**, wahlweise zur manuellen Einstellung

des Vorschubs des Instruments **8** parallel zur Achse **9** des Instruments **8** und wahlweise zur manuellen Einstellung der Rotation des Instruments **8** um die Achse **9** des Instruments **8**.

[0055] Die Steuervorrichtung **55** weist eine siebte Vorrichtung **57** zur Einleitung einer Schubkraft in das innere und äußere Rohrelement des Instruments und ein erstes Bedienelement **59** zur manuellen/elektromotorischen Aufbringung einer Schubkraft auf. Die siebte Vorrichtung **57** hat zwei Verbindungselemente vorzugsweise in Form von Klemmschellen, Steckringen etc., wobei das erste Verbindungselement **54** eine Verbindung zwischen dem ersten Bedienelement **59** und dem äußeren Rohrelement **2** des Instruments **9** herstellt, und das zweite Verbindungselement **92** eine Verbindung zwischen dem ersten Bedienelement **59** und dem inneren Rohrelement **1** des Instruments **8** herstellt. Das erste Verbindungselement **54** und das zweite Verbindungselement **92** sind derart gestaltet, dass sie sich relativ zueinander parallel zur Achse **9** des Instruments **8** verschieben lassen. Das erste Verbindungselement **54** und das zweite Verbindungselement **92** sowie das erste Bedienelement **59** sind dabei derart mit miteinander gekoppelt, dass durch Betätigung des ersten Bedienelements **59** eine Verschiebung des ersten Verbindungselements **54** relativ zum zweiten Verbindungselement **92** eingestellt werden kann. Das erste Verbindungselement **54** und das zweite Verbindungselement **92** sind dabei derart mit dem Instrument **8** verbunden, dass bei einem Verschieben des ersten Verbindungselements **54** relativ zum zweiten Verbindungselement **92** auch das innere Rohrelement **1** relativ zum äußeren Rohrelement **2** verschoben wird und dadurch eine Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** eingestellt werden kann.

[0056] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Bedienelements **59** besteht das erste Bedienelement **59** aus zwei stab- oder abzugsförmigen Griffen **93**, von denen einer mit dem ersten Verbindungselement **54** fest verbunden ist und der andere mit dem zweiten Verbindungselement **92** fest verbunden ist. Durch Verschieben der Griffen **93** relativ zueinander kann das erste Verbindungselement **54** relativ zum zweiten Verbindungselement **92** verschoben werden. Dadurch kann eine Einstellung der Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** vorgenommen werden. Wahlweise kann die Verschiebung der Griffen **93** von einem Führungselement **94** geführt werden, siehe [Fig. 22](#). Dieses besteht beispielsweise aus einer Führungsstange, die sich längs der Bewegungsrichtung der beiden Griffen erstreckt, und die an einem Griff befestigt sowie in/an dem anderen Griff gleitend gelagert ist.

[0057] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Bedienelements **59** weist das erste Bedienelement **59** zwei stabförmige Griffen **93** auf, von de-

nen einer mit dem ersten Verbindungselement **54** fest verbunden ist und der andere mit dem zweiten Verbindungselement **92** fest verbunden ist. Die beiden Griffen **93** sind zusätzlich untereinander über einen Bolzen oder Zapfen **95** drehbar nach dem Scherenprinzip miteinander verbunden. Durch Drehen der beiden Griffen **93** relativ zueinander um den Zapfen **95** kann das erste Verbindungselement **54** relativ zum zweiten Verbindungselement **92** verschoben werden. Dadurch kann eine Einstellung der Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** vorgenommen werden (siehe [Fig. 32](#)).

[0058] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Bedienelements **59** weist das erste Bedienelement **59** einen Griff **93** in Form eines Abzugs auf, der über einen Schwenkzapfen **95** einseitig mit dem ersten Verbindungselement **57** schwenkbar verbunden ist. Des Weiteren ist der Griff **93** über ein zweites Kraftübertragungselement **96** in Form eines Seilzugs mit dem anderen Verbindungselement wirkverbunden, derart, dass bei Drehung des Griffes **93** um den Schwenkzapfen **95** in eine Schwenkrichtung **97** das erste Verbindungselement **54** an das zweite Verbindungselement **92** herangezogen wird. Hierfür ist das Zugseil **96** in einem Mittenabschnitt des Abzugs oder Hebels **59** fixiert und über eine Umlenkung **106** geführt, welche an dem den Schwenkzapfen **95** tragenden Verbindungselement angeordnet ist (siehe [Fig. 33](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Bedienelements **59** weist das erste Bedienelement **59** Getriebeelemente, beispielsweise ein Zahnrad, eine Zahnstange oder einen Zahnriemen auf. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des ersten Bedienelements **59** weist das erste Bedienelement **59** mindestens einen Hebelmechanismus auf.

[0059] In einer beispielhaften Ausführung der Umlenkung **106** besteht die Umlenkung **106** aus einer drehbar an dem ersten Verbindungselement gelagerten Umlenkrolle, in der das Kraftübertragungselement **96** geführt ist. In einer weiteren beispielhaften Ausführung der Umlenkung **106** besteht die Umlenkung **106** aus einer statischen mechanischen Barriere, die das Kraftübertragungselement **96** verformt. In einer weiteren beispielhaften Ausführung der Umlenkung **106** besteht die Umlenkung **106** aus einem Rohrelement, in dem das Kraftübertragungselement **96** geführt wird.

[0060] In einer beispielhaften Ausführung des Kraftübertragungselements **96** ist das Kraftübertragungselement **96** ein Zugfaden oder ein Zugseil. In einer weiteren beispielhaften Ausführung des Kraftübertragungselements **96** ist das Kraftübertragungselement **96** ein Draht.

[0061] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der siebten Vorrichtung **57** weist die siebte Vorrichtung ein

Federelement **98** auf, das zwischen den beiden Verbindungselementen angeordnet ist und bei Annäherung des ersten Verbindungselements **54** an das zweite Verbindungselement **92** gestaucht wird (siehe [Fig. 34](#)).

[0062] Die Steuervorrichtung **55** weist wahlweise eine achte Vorschubvorrichtung **62** und ein zweites Bedienelement **63** auf. Die achte Vorschubvorrichtung **62** hat ein drittes, vorzugsweise Klemmring-artiges Verbindungselement **99**, das mit dem chirurgischen Instrument **85** verbunden ist. Die Verbindung zwischen dem dritten Verbindungselement **99** und dem chirurgischen Instrument **85** ist derart gestaltet, dass eine Verschiebung des dritten Verbindungselements **99** längs der Achse **9** des Instruments **8** eine Verschiebung des chirurgischen Instruments **85** längs der Achse **9** des Instruments **8** bewirkt. Das zweite Bedienelement **63** dient dabei zur Längsverschiebung des dritten Verbindungselements **99** und damit zur Längsverschiebung des chirurgischen Instruments **8**.

[0063] In einer vorteilhaften Ausführung des zweiten Bedienelements **63** weist das zweite Bedienelement **63** eine Zugstange oder Seilzug jeweils mit Griff **100** auf, der an dem dritten Verbindungselement **99** über einen Bolzen angelenkt ist, derart, dass durch Verschieben der Zugstange **100** das dritte Verbindungselement **99** parallel zur Achse **9** des Instruments **8** verschoben werden kann. Dadurch kann das chirurgische Instrument **85** relativ zum Instrument **8** verschoben werden. Wahlweise kann die Zugstange mit Griff **100** von einem Führungselement **101** beispielsweise in Form einer Öse oder Hülse geführt werden, die vorzugsweise am Verbindungselement des inneren Rohrelements des Instruments befestigt ist (siehe [Fig. 23](#)).

[0064] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung des zweiten Bedienelements **63** weist das zweite Bedienelement **63** einen hebelförmigen Griff **100** auf, der in einer Drehvorrichtung **104** schwenkbar mit dem dritten Verbindungselement **99** verbunden ist. An einem Mittenabschnitt des Griffes **100**, ist ein Kraftübertragungselement **103** vorzugsweise in Form eines Zugseils befestigt. Das Kraftübertragungselement **103** ist des Weiteren mit dem dritten Verbindungselement **99** derart verbunden, dass bei Verschwenken des Griffes **100** in die Vorzugsrichtung **105** das dritte Verbindungselement **99** relativ zum Verbindungselement des inneren Rohrelements parallel zur Achse **9** des Instruments **8** verschoben werden kann. Das Kraftübertragungselement **103** kann wahlweise über ein oder mehrere Umlenkungen **102** umgelenkt werden, die am Verbindungselement des inneren Rohrelements angeordnet sind (siehe [Fig. 35](#)).

[0065] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung

des zweiten Bedienelements **63** weist das zweite Bedienelement **63** Getriebeelemente, beispielsweise ein Zahnrad, eine Zahnstange oder einen Zahnriemen auf. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Bedienelements **63** weist das zweite Bedienelement **63** mindestens einen Hebelmechanismus auf.

[0066] In einer beispielhaften Ausführung der Umlenkung **102** besteht die Umlenkung **102** aus einer drehbar am Verbindungselement des inneren Rohrelements gelagerten Umlenkrolle, in der das zugseilförmige Kraftübertragungselement **103** geführt ist. In einer weiteren beispielhaften Ausführung der Umlenkung **102** besteht die Umlenkung **102** aus einer statischen mechanischen Barriere, die das Kraftübertragungselement **103** verformt. In einer weiteren beispielhaften Ausführung der Umlenkung **102** besteht die Umlenkung **102** aus einem Rohrelement, in dem das Kraftübertragungselement **103** geführt wird.

[0067] In einer beispielhaften Ausführung des Kraftübertragungselements **103** ist das Kraftübertragungselement **103** ein Zugfaden oder ein Zugseil. In einer weiteren beispielhaften Ausführung des Kraftübertragungselements **103** ist das Kraftübertragungselement **103** ein Draht.

[0068] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung des ersten Bedienelements **59** und des zweiten Bedienelements **63** weist das erste Bedienelement **59** einen hebelförmigen Griff **93** auf, der an dem zweiten Verbindungselement **92** des inneren Rohrelements des Instruments anscharniert ist. Des Weiteren ist der Griff **93** über das zweite zugseilartige Kraftübertragungselement **96** sowie der am zweiten Verbindungselement angeordneten Umlenkung mit dem ersten Verbindungselement **54** des äußeren Rohrelements des Instruments derart wirkverbunden, dass bei Verschwenken des Griffes **3** um das Scharnier **95** in die bevorzugte Drehrichtung **97** das erste Verbindungselement **54** an das zweite Verbindungselement **92** herangezogen wird. Das Kraftübertragungselement **96** kann, wie bereits angedeutet wurde, wahlweise über eine oder mehrere Umlenkvorrichtungen **106** umgelenkt werden. In das erste Bedienelement **59** ist gemäß dieser Ausführungsform das zweite Bedienelement integriert. Hierfür weist das erste Bedienelement des Weiteren eine Führung längs des hebelförmigen ersten Bedienelements auf, die derart gestaltet ist, dass sie den Griff **100** des zweiten Bedienelements **63** aufnehmen kann. Die Führung **107**, vorliegend in Form eines Längsschlitzes erlaubt eine Verschiebung des Griffes **100** des zweiten Bedienelements **63**, vorzugsweise entlang des Griffes **93** des ersten Bedienelements **59**. An einem Punkt des Griffes **100** des zweiten Bedienelements ist ein seilzugartiges Kraftübertragungselement **103** angeschlossen. Das Kraftübertragungselement **103** ist des Weiteren mit dem dritten Verbindungselement **99** des chi-

chirurgischen Instruments derart verbunden, dass bei Verschieben des Griffes **100** des zweiten Bedienelements **63** in die Vorzugsrichtung **105** das dritte Verbindungselement **99** parallel zur Achse **9** des Instruments **8** relativ zum zweiten Verbindungselement **92** verschoben werden kann. Das Kraftübertragungselement **103** wird hierfür über ein oder mehrere Umlenkungen **102** umgelenkt, welche an dem zweiten Verbindungselement **92** angeordnet sind (siehe [Fig. 36](#)).

[0069] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der achten Vorrichtung **62** weist die achte Vorrichtung **62** ein Federelement **108** auf, das zwischen dem zweiten und dritten Verbindungselement angeordnet ist und durch das bei Verschieben des dritten Verbindungselements **99** bezüglich des zweiten Verbindungselements **92** eine Rückstellkraft auf das dritte Verbindungselement **99** ausgeübt werden kann (siehe [Fig. 37](#)).

[0070] Die Steuervorrichtung **55** weist wahlweise eine neunte Vorrichtung **65** und ein drittes Bedienelement **66** zur Betätigung des chirurgischen Instruments auf. Die neunte Vorrichtung **65** hat hierfür ein viertes Verbindungselement vorzugsweise in Form eines Klemmrings **109**, das mit dem chirurgischen Instrument **85** verbunden ist. Die mechanische Verbindung zwischen dem vierten Verbindungselement **109** und dem chirurgischen Instrument **85** ist dabei derart gestaltet, dass eine Rotation des vierten Verbindungselements **109** um die Achse **9** des Instruments **8** eine Rotation des chirurgischen Instruments **85** um die Achse **9** des Instruments **8** bewirkt. Das dritte Bedienelement **66** ist des Weiteren derart mit dem vierten Verbindungselement **109** wirkverbunden, dass eine Betätigung des dritten Bedienelements **66** eine Rotation des vierten Verbindungselements **109** um die Achse **9** des Instruments **8** bewirken kann.

[0071] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des dritten Bedienelements **66** weist das dritte Bedienelement **66** einen stabförmigen Griff **110** auf, der mit dem vierten Verbindungselement **99** derart wirkverbunden ist, dass durch Rotieren des Griffes **110** das vierte Verbindungselement **109** um die Achse **9** des Instruments **8** gedreht werden kann. Dadurch kann das chirurgische Instrument **85** um die Achse **9** des Instruments **8** rotiert werden. Die Achse des Griffes **110** muss dabei nicht zwingend mit der Achse **9** des Instruments **8** übereinstimmen (siehe [Fig. 24](#)) sondern kann bei Zwischenfügen eines Umlenkgetriebes auch einem Winkel zur Längsachse des Instruments **8** ausgerichtet sein. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des dritten Bedienelements **66** weist das dritte Bedienelement **66** hierfür Getriebeelemente, beispielsweise ein Zahnrad, eine Zahnstange oder einen Zahnriemen auf. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des dritten Bedienelements **66** weist das dritte Bedienelement **66** mindestens einen Hebelmechanismus auf. Es kann dabei vorteilhaft

sein, die achte Vorrichtung **62** und die neunte Vorrichtung **65** derart miteinander zu kombinieren, dass die Steuerung der Rotation des chirurgischen Instruments **85** um die Achse **9** des Instruments **8** und der Verschiebung des chirurgischen Instruments **85** parallel zur Achse **9** des Instruments **8** über ein einziges Verbindungselement gesteuert wird, das derart mit dem chirurgischen Instrument **85** verbunden werden kann, dass sowohl eine Rotation um die Achse **9** des Instruments **8** als auch eine Verschiebung parallel zur Achse **9** des Instruments **8** auf das chirurgische Instrument **85** übertragen werden kann.

[0072] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der siebten Vorrichtung **57** kann die siebte Vorrichtung **57** wahlweise vom ersten Bedienelement **59** entkoppelt werden. Dadurch ist eine Arbeitspunkteinstellung des ersten Bedienelements **59** möglich. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der siebten Vorrichtung **57** kann die Einstellung des Abstandes des ersten Verbindungselements **54** zum zweiten Verbindungselement **92** wahlweise blockiert werden. Dadurch kann eine bevorzugte Abwinkelung der Instrumentenspitze **80** ohne Betätigung des ersten Bedienelements **59** beibehalten werden.

[0073] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der achten Vorrichtung **62** kann die achte Vorrichtung **62** wahlweise von dem zweiten Bedienelement **63** entkoppelt werden. Dadurch ist eine Arbeitspunkteinstellung des zweiten Bedienelements **63** möglich. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der achten Vorrichtung **62** kann die Einstellung der Verschiebung der achten Vorrichtung **62** parallel zur Achse **9** des Instruments **8** wahlweise blockiert werden. Dadurch kann eine bevorzugte Position des chirurgischen Instruments **85** ohne Betätigung des zweiten Bedienelements **63** beibehalten werden.

[0074] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der neunten Vorrichtung **65** kann die neunte Vorrichtung **65** wahlweise von dem dritten Bedienelement **66** entkoppelt werden. Dadurch ist eine Arbeitspunkteinstellung des dritten Bedienelements **66** möglich. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der neunten Vorrichtung **65** kann die Einstellung der Rotation der neunten Vorrichtung **65** um die Achse **9** des Instruments **8** wahlweise blockiert werden. Dadurch kann eine bevorzugte Position des chirurgischen Instruments **85** ohne Betätigung des dritten Bedienelements **66** beibehalten werden.

[0075] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Steuervorrichtung **55** bei Verwendung eines chirurgischen Instruments **85** als zweite Vorrichtung **45** ist das fünfte Bedienelement **46** mit der Steuervorrichtung **55** verbunden. Durch diese Ausgestaltung ist die Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion des chirurgischen Instruments **85** über das fünfte Bedienelement **46** zusammen mit der Bedienung des In-

struments **8** über das erste Bedienelement **59**, wahlweise das zweite Bedienelement **63** und wahlweise das dritte Bedienelement **66** in demselben Bezugssystem möglich. Dies ermöglicht bei entsprechender Ausgestaltung der Steuervorrichtung **55** die manuelle Bedienung des Instruments **8** und der Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion des chirurgischen Instruments **85** beispielsweise mit einer Hand.

[0076] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuervorrichtung **55** bei Verwendung eines chirurgischen Effektors **86** als zweite Vorrichtung **45** ist das siebte Bedienelement **111** mit der Steuervorrichtung **55** verbunden. Durch diese Ausgestaltung ist die Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion des chirurgischen Effektors **86** über das siebte Bedienelement **111** zusammen mit der Bedienung des Instruments **8** über zumindest das erste Bedienelement **59** in demselben Bezugssystem möglich. Dies ermöglicht bei entsprechender Ausgestaltung der Steuervorrichtung **55** die manuelle Bedienung des Instruments **8** und der Einstellung der bestimmungsgemäßen Funktion des chirurgischen Effektors **86** beispielsweise mit einer Hand.

[0077] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Steuervorrichtung **55** bei Verwendung eines chirurgischen Effektors **86** in Verbindung mit einer vierten Vorrichtung **52** als zweite Vorrichtung **45** ist das sechste Bedienelement **112** mit der Steuervorrichtung **55** verbunden. Durch diese Ausgestaltung ist die Einstellung der Rotation des chirurgischen Effektors **86** über das sechste Bedienelement **112** zusammen mit der Bedienung des Instruments **8** über zumindest das erste Bedienelement **59** in demselben Bezugssystem möglich. Dies ermöglicht bei entsprechender Ausgestaltung der Steuervorrichtung **55** die manuelle Bedienung des Instruments **8** und der Einstellung der Rotation des chirurgischen Effektors **86** beispielsweise mit einer Hand.

Overtube

[0078] Der Overtube **68** dient zur Aufnahme und Einführung mindestens einer elften Vorrichtung **71**, vorzugsweise eines Instruments **8**, in den menschlichen Körper. Der Overtube **68** dient im Einzelnen zur Platzierung mindestens einer elften Vorrichtung und eines Kamerasystems oder visueller Einrichtung in einem röhrenförmigen Hohlorgan, beispielsweise dem Verdauungstrakt. Vorzugsweise können zwei Instrumente **8** in dem Overtube **68** platziert werden. Das Kamerasystem kann wahlweise aus einem flexiblen Endoskop **113** oder aus einer in dem Overtube integrierten Kameraeinheit **79** bestehen. Der Overtube **68** weist am distalen Ende **69** distale Öffnungen **76** auf, aus denen die eingeführten Instrumente **8** und wahlweise das eingeführte flexible Endoskop **113** austreten können. Ein distales Endelement **73** des Overtube **68** stellt dabei das Bezugssystem der In-

strumente **8** und des Kamerasystems dar.

[0079] Zur Einführung des Overtube **68** in ein röhrenförmiges Hohlorgan wie beispielsweise den Verdauungstrakt ist eine gute Flexibilität des Overtube **68** vorteilhaft, insbesondere bei der Passage stark gekrümmter röhrenförmiger Hohlorgane wie beispielsweise den Dickdarm. Gleichzeitig ist wiederum eine gute Kontrolle des durch das distale Endelement **73** des Overtube **68** dargestellten Bezugssystems im Sinne einer Kontrolle über Ausrichtung und Position des distalen Endelements **73** des Overtube **68** vorteilhaft. Die Verbindung einer guten Flexibilität des Overtube mit einer guten Kontrollierbarkeit des distalen Endelements **73** des Overtube **68** vom proximalen Ende **70** des Overtube **68** aus stellte sich bislang als problematisch dar.

[0080] Zur Lösung dieses Problems weist der Overtube **68**, der Gegenstand dieser Erfindung ist, ein zweites wellen- oder kabelförmiges Steuerelement **74** auf, das mit dem distalen Endelement **73** des Overtube **68** verbunden ist und bis zum proximalen Ende **70** des Overtube **68** reicht. Das zweite Steuerelement **74** stellt somit eine mechanische Einflussmöglichkeit auf das distale Endelement **73** des Overtube **68** vom proximalen Ende **70** des Overtube **68** dar. Zur Erhöhung der Flexibilität des Overtube **68** können wahlweise Rohrelemente **72** des Overtube **68**, in denen die elfte Vorrichtung **71**, beispielsweise ein Instrument **8**, geführt werden kann, von dem zweiten Steuerelement **74** derart entkoppelt werden, dass eine lokale Verschiebung eines Rohrelements **72** relativ zum zweiten Steuerelement **74** parallel zur Achse **78** des Overtube **68** möglich ist. Eine Krümmung des Overtube **68** führt damit nicht zu einer Stauchung in Richtung der Krümmung liegender Rohrelemente **72** bzw. Dehnung in Gegenrichtung der Krümmung liegender Rohrelemente **72**, wodurch gegen die Krümmung wirkende Reaktionskräfte entstehen können, sondern zu einer lokalen Verschiebung der Rohrelemente **72** relativ zum zweiten Steuerelement **74**, (siehe [Fig. 41](#)).

[0081] Der Overtube **68** weist konkreter beschrieben am distalen Ende **69** des Overtube **68** das distale Endelement **73** in Form einer Endkappe auf, das mit dem zweiten Steuerelement **74** verbunden ist. Das zweite Steuerelement **74** ist in der Form einer Welle oder eines Kabels ausgebildet und reicht bis zum proximalen Ende **70** des Overtube **68**. Des Weiteren weist der Overtube mindestens ein Rohrelement **72** auf, das mit dem distalen Endelement **73** verbunden ist (siehe [Fig. 40](#)).

[0082] Ein Beispiel für die Anwendung des Overtube **68** ist die Einführung eines Instruments **8** in das Rohrelement **72**. Das Instrument **8** stellt hierbei die elfte Vorrichtung **71** dar. Die Instrumentenspitze **80** des Instruments **8** schaut dabei vorzugsweise aus

dem distalen Ende **69** des Overtube **68** heraus (siehe [Fig. 25](#)).

[0083] Die elfte Vorrichtung **71** ist parallel zur Achse **78** des Overtube verschieblich. Die Außenseite **116** der elften Vorrichtung **71** und die Innenseite **114** des Rohrelements **72** stehen dabei vorzugsweise in direktem Kontakt miteinander. Es kann vorteilhaft sein, die Reibung zwischen der Außenseite **116** der elften Vorrichtung **71** und der Innenseite **114** des Rohrelements **72** durch Verringerung der Kontaktfläche zu reduzieren. Des weiteren kann es vorteilhaft sein, die Querschnittsform der Außenseite **116** der elften Vorrichtung **71** und die Querschnittsform der Innenseite **114** des Rohrelements **72** derart zu gestalten, dass eine Rotation der elften Vorrichtung **71** im Rohrelement **72** blockiert wird.

[0084] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Rohrelements **72** und der elften Vorrichtung **71** weist die Außenseite **116** der elften Vorrichtung **71** und die Innenseite **114** des Rohrelements **72** einen kreisrunden Querschnitt auf (siehe [Fig. 42a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Rohrelements **72** und der elften Vorrichtung **71** weisen die Außenseite **116** der elften Vorrichtung **71** und die Innenseite **114** des Rohrelements **72** Querschnittsformen auf, die eine Rotation der elften Vorrichtung **71** im Rohrelement **72** blockieren. Diese Querschnittsformen können beispielsweise ein Mehr-Eck sein oder sie können sternenförmig sein. Wahlweise weisen diese Querschnittsformen Rundungen auf (siehe [Fig. 42b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Rohrelements **72** und der elften Vorrichtung **71** weist die Innenseite **114** des Rohrelements **72** einen kreisrunden Querschnitt auf und weist die Außenseite **116** der elften Vorrichtung **71** eine Querschnittsform auf, die nicht kreisrund ist, beispielsweise ein Mehr-Eck oder sternenförmig. Wahlweise weist diese Querschnittsform Rundungen auf, (siehe [Fig. 42c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Rohrelements **72** und der elften Vorrichtung **71** weist die Außenseite **116** der elften Vorrichtung **71** einen kreisrunden Querschnitt auf, und weist die Innenseite **114** des Rohrelements **72** eine Querschnittsform auf, die nicht kreisrund ist, beispielsweise ein Mehr-Eck oder sternenförmig. Wahlweise weist diese Querschnittsform Rundungen auf (siehe [Fig. 42d](#)).

[0085] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Overtube **68** weist der Overtube **68** eine Führungsvorrichtung **117** auf. Diese Führungsvorrichtung **117** ist im vorliegenden Fall hülsenförmig ausgebildet, erstreckt sich längs des Overtube und ist mit dem mindestens einem Rohrelement **72** über die gesamte Rohrlänge fest verbunden. Innerhalb der hülsenförmigen Führungsvorrichtung ist das zweiten Steuerelement **74** axialverschieblich gelagert, so dass sich das Rohrelement **72** relativ zum zweiten Steuerelement **74** parallel zur Achse **78** des Overtube **68** lokal

verschieben lässt. Vorzugsweise ist die Führungsvorrichtung **117** derart gestaltet, dass sich der Abstand zwischen der zweiten Steuervorrichtung **74** und dem Rohrelement **72** nicht verändern kann.

[0086] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Führungsvorrichtung **117** besteht diese aus mindestens einem rohr- oder hülsenförmigen Führungssegment **119**. Das Führungselement **119** muss nicht notwendiger Weise durchgehend über die gesamte Länge des Overtube verlaufen. Vorzugsweise können mehrere Führungssegmente oder Hülsen **119** in regelmäßigen Abständen längs des Overtube angeordnet sein (siehe [Fig. 44](#)) die alle mit dem jeweiligen Rohrelement fest verbunden sind. In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung des Führungssegments **119** ist dieses fest mit dem zweiten Steuerelement **74** verbunden und weist eine geschlossene Ringstruktur auf, in der das Rohrelement **72** verschiebbar geführt ist (siehe [Fig. 43a](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Führungssegments **119** ist dieses fest mit dem Rohrelement **72** verbunden und weist eine geschlossene Ringstruktur auf, in der das zweite Steuerelement **74** verschiebbar geführt ist (siehe [Fig. 43b](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Führungssegments **119** ist dieses fest mit dem zweiten Steuerelement **74** verbunden und weist eine Ringstruktur auf, die eine seitliche Öffnung **118** aufweist und in der das Rohrelement **72** verschiebbar geführt ist (siehe [Fig. 43c](#)). In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Führungssegments **119** ist dieses fest mit dem Rohrelement **72** verbunden und weist eine Ringstruktur auf, die eine seitliche Öffnung **118** aufweist und in der das zweite Steuerelement **74** verschiebbar geführt ist (siehe [Fig. 43d](#)).

[0087] In einem Beispiel für die Ausführung des Overtube **68** weist der Overtube **68** drei Rohrelemente **72** auf. Das distale kapfenförmige Endelement **73** weist drei distale Öffnungen **76** auf, die jeweils eine Verbindung zu einem der Rohrelemente **72** herstellen. Die Rohrelemente **72** sind mit dem distalen Endelement **73** verbunden und werden durch dieses zusammengehalten. Zwei der Rohrelemente **72** sind dabei vorzugsweise für die Aufnahme jeweils eines Instruments **8** vorgesehen, ein weiteres Rohrelement **72** ist dabei vorzugsweise für die Aufnahme eines flexiblen Endoskops **113** vorgesehen (siehe [Fig. 26](#)).

[0088] In einem weiteren Beispiel für die Ausführung des Overtube **68** weist der Overtube **68** zwei Rohrelemente **72** auf. Das distale Endelement **73** weist zwei distale Öffnungen **76** auf, die jeweils eine Verbindung zu einem der Rohrelemente **72** herstellen. Die Rohrelemente sind mit dem distalen Endelement **73** verbunden und werden durch dieses zusammengehalten. Die zwei Rohrelemente **72** sind dabei vorzugsweise für die Aufnahme jeweils eines Instruments **8** vorgesehen. Das distale Endelement **73** weist eine integral darin angeordnete Kameraeinheit

79 auf (siehe [Fig. 29](#)).

[0089] In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Kameraeinheit 79 weist die Kameraeinheit 79 eine mechanische Vorrichtung oder Antrieb auf, über die eine Einstellung des Blickwinkels der Kameraeinheit 79 erfolgen kann.

[0090] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Overtube 68 weist der Overtube 68 eine äußere Hülle 75 auf, welche die jeweiligen parallel laufenden Rohrelemente 72 bündelt (siehe [Fig. 27](#)).

[0091] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten kabelförmigen Steuerelements 74 ist das zweite Steuerelement 74 am proximalen Ende mit einem vierten Bedienelement 77 verbunden. Das kabelförmige Steuerelement 74 weist hierbei ein vorbestimmte Torsions- und Biegesteifigkeit ähnlich einer Bowdenzugeinrichtung auf. Die Verbindung zwischen dem zweiten Steuerelement 74 und dem vierten Bedienelement 77 ist dabei derart gestaltet, dass eine Rotation des vierten Bedienelements 77 eine Rotation des zweiten Steuerelements 74 bewirkt und eine Verschiebung des vierten Bedienelements 77 eine Verschiebung des zweiten Steuerelements 74 bewirkt. Durch Betätigen des vierten Bedienelements 77 kann damit die Ausrichtung und Position des distalen Endelements 73 kontrolliert werden (siehe [Fig. 28](#)).

[0092] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des distalen Endelements 73 weist dieses mindestens eine distale Öffnung 76 sowie eine Aktuierungsvorrichtung 120 auf, durch die die Position oder die Ausrichtung oder sowohl die Position als auch die Ausrichtung der distalen Öffnung 76 eingestellt werden kann. Die Aktuierungsvorrichtung 120 weist ein drittes Steuerelement 121 und ein achttes Bedienelement 122 auf, wobei das dritte Steuerelement 121 mit dem achten Bedienelement 122 verbunden ist (siehe [Fig. 45](#)).

[0093] In einer vorteilhaften Weiterbildung der Aktuierungsvorrichtung 120 weist die Aktuierungsvorrichtung 120 einen pneumatischen Aktuator auf, der bei Beaufschlagung mit Druckluft die Position oder die Ausrichtung oder sowohl die Position als auch die Ausrichtung einer distalen Öffnung 76 einstellen kann. Die Beaufschlagung mit Druckluft erfolgt über das dritte Steuerelement 121. Die Steuerung der Beaufschlagung mit Druckluft erfolgt über das achte Bedienelement 122.

[0094] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Aktuierungsvorrichtung 120 weist die Aktuierungsvorrichtung 120 einen hydraulischen Aktuator auf, der bei Einpumpen bzw. Abpumpen eines flüssigen Mediums die Position oder die Ausrichtung oder sowohl die Position als auch die Ausrichtung einer distalen Öffnung 76 einstellen kann. Das Einpumpen

bzw. Abpumpen eines flüssigen Mediums erfolgt über das dritte Steuerelement 121. Die Steuerung des Einpumpens bzw. Abpumpens eines flüssigen Mediums erfolgt über das achte Bedienelement 122.

[0095] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Aktuierungsvorrichtung 120 weist die Aktuierungsvorrichtung 120 ein mechanisches Getriebe auf, das bei Einkoppelung einer Kraft bzw. eines Drehmoments die Position oder die Ausrichtung oder sowohl die Position als auch die Ausrichtung einer distalen Öffnung 76 einstellen kann. Die Einkoppelung einer Kraft bzw. eines Drehmoments erfolgt über das dritte Steuerelement 121. Die Steuerung der Einkoppelung einer Kraft bzw. eines Drehmoments erfolgt über das achte Bedienelement 122.

[0096] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Rohrelements 72 weist das Rohrelement 72 einen Mechanismus auf, der eine Verschiebung einer in dem Rohrelement 72 befindlichen elften Vorrichtung 71, vorzugsweise eines Instruments 8 oder eines flexiblen Endoskops 113, blockieren kann. Dadurch kann eine bevorzugte Position der elften Vorrichtung 71 in dem Rohrelement 72 von dem Rohrelement 72 festgehalten werden.

[0097] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Rohrelements 72 weist das Rohrelement 72 einen Mechanismus auf, der eine Rotation einer in dem Rohrelement 72 befindlichen elften Vorrichtung 71, vorzugsweise eines Instruments 8 oder eines flexiblen Endoskops 113, blockieren kann. Dadurch kann eine bevorzugte Ausrichtung der elften Vorrichtung 71 in dem Rohrelement 72 von dem Rohrelement 72 festgehalten werden.

[0098] In einer beispielhaften Gestaltung der distalen Öffnung 76 des distalen Endelements 73 weist die distale Öffnung 76 ein Schlauchelement 123 auf. Das Schlauchelement 123 ist derart an dem distalen Endelement 73 befestigt, dass eine in ein Rohrelement 72 eingeführte elfte Vorrichtung 71 am distalen Ende 69 des Overtube 68 aus der distalen Öffnung 76 austreten kann. Durch die Verwendung eines Schlauchelements aus einem flexiblen Material, beispielsweise einer Kunststoffolie, kann der Gesamtquerschnitt des distalen Endes 69 des Overtube 68 reduziert werden, denn das Lumen der distalen Öffnung 76 kann, sofern sich keine elfte Vorrichtung 71 in der distalen Öffnung befindet, kollabieren und den Querschnitt des distalen Endes 69 des Overtube 68 damit reduzieren. Dies ist insbesondere bei der Einführung des Overtube 68 in ein röhrenförmiges Hohlorgan sinnvoll, da ein kleiner Querschnitt eine einfache und schonende Einführung des Overtube 68 begünstigen kann. Das Lumen der distalen Öffnung 76 kann durch Einführung einer elften Vorrichtung 71 aufgeweitet werden.

[0099] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Schlauchelements **123** weist das Schlauchelement **123** einen geschlossenen Querschnitt auf und ist an einem Abschnitt der Außenfläche **124** des Schlauchelements **123** mit dem distalen Endelement **73** verbunden, (siehe [Fig. 46a](#)).

[0100] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Schlauchelements **123** weist das Schlauchelement **123** einen offenen Querschnitt auf und ist derart mit dem distalen Endelement **73** verbunden, dass die entstehende distale Öffnung **76** einen geschlossenen Querschnitt aufweist, (siehe [Fig. 46b](#)).

[0101] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Rohrelements **72** besteht das Rohrelement **72** ganz oder teilweise aus einem flexiblen Material, beispielsweise einer Kunststoffolie, die das Kollabieren des Lumens des Rohrelements **72** zulässt, sofern sich keine elfte Vorrichtung **71** in dem Rohrelement **72** befindet. Dadurch kann eine Reduzierung des Querschnitts des Overtube **68** erreicht werden. Dies ist insbesondere bei der Einführung des Overtube **68** in ein röhrenförmiges Hohlorgan sinnvoll, da ein kleiner Querschnitt eine einfache und schonende Einführung des Overtube **68** begünstigen kann. Das Lumen des Rohrelements **72** kann durch Einführung einer elften Vorrichtung **71** aufgeweitet werden.

[0102] Die Flexibilität des Overtube **68** wird teilweise bestimmt durch das zweite Steuerelement **74**. Während der Einführung des Overtube **68** in ein Hohlorgan ist eine möglichst hohe Flexibilität wünschenswert. Hat das distale Ende den Interventionsort erreicht, kann dagegen eine geringe Flexibilität des Overtube **68** wünschenswert sein, um eine gute Kontrollierbarkeit des distalen Endelements **73** zu erreichen.

[0103] In einer vorteilhaften Weiterbildung des zweiten Steuerelements **74** weist das zweite Steuerelement **74** einen Mechanismus auf, durch den die Flexibilität des gesamten zweiten Steuerelements **74** wahlweise eingestellt werden kann.

[0104] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des zweiten Steuerelements **74** weist das zweite Steuerelement **74** einen Mechanismus auf, durch den die Flexibilität mindestens eines Abschnittes des zweiten Steuerelements **74** wahlweise eingestellt werden kann.

[0105] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des zweiten Steuerelements **74** weist das zweite Steuerelement **74** ein Steuerungssegment **125** auf. Das Steuerungssegment **125** des zweiten Steuerelements **74** weist ein viertes Steuerelement **126** und ein neuntes Bedienelement **127** auf. Das neunte Bedienelement **127** befindet sich vorzugsweise am proximalen Ende **70** des Overtube **68** und ist über das

vierte Steuerelement **126** mit dem Steuerungssegment **125** verbunden. Das Steuerungssegment **125** des zweiten Steuerelements **74** befindet sich vorzugsweise am distalen Ende **69** des Overtube **68**, (siehe [Fig. 47](#)).

[0106] Das Steuerungssegment **125** ist derart ausgeführt, dass bei Betätigung des neunten Bedienelements **127** über das vierte Steuerelement **126** eine Einstellung der Beugung des Steuerungssegments **125** erfolgen kann. Durch die Einstellung der Beugung des Steuerungssegments **125** kann vorzugsweise die Ausrichtung des distalen Endelements **73** des Overtube **68** eingestellt werden.

[0107] Des Weiteren ist eine Stabilisierung des distalen Endes **69** des Overtube **68** vorteilhaft, insbesondere bei Manipulation des Zielgewebes mit chirurgischen Instrumenten, die aus den distalen Öffnungen **76** des Overtube **68** herausgeführt sind. Eine solche Stabilisierung kann durch Abstützen des Overtube **68** an der Hohlorganwand **129** erfolgen. Insbesondere in einem röhrenförmigen Hohlorgan mit geringen Schwankungen der Querschnittsfläche wie dem Dickdarm kann eine solche Stabilisierung des distalen Endes **69** des Overtube **68** erfolgen.

[0108] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Overtube **68** weist der Overtube **68** an der Außenseite mindestens eine erste Fluidkammer **128** auf. Über eine Fluidzuführung **129** kann ein Fluid in die erste Fluidkammer **128** eingebracht bzw. aus der ersten Fluidkammer **128** entlassen werden. Durch Einbringen eines Fluids in die erste Fluidkammer **128** kann der Querschnitt des Overtube **68** selektiv vergrößert werden, (siehe [Fig. 49](#)).

[0109] Durch die Einbringung eines Fluids in die erste Fluidkammer **128** kann eine Stabilisierung des distalen Endes **69** des Overtube **68** in einem Hohlorgan durch Abstützen des Overtube **68** an der Hohlorganwand **129** erreicht werden, (siehe [Fig. 50](#)).

[0110] In einer vorteilhaften Weiterbildung der äußeren Hülle **75** weist die äußere Hülle **75** mindestens eine erste Fluidkammer **128** auf, (siehe [Fig. 48](#)).

[0111] In einer vorteilhaften Weiterbildung des Overtube **68** weist der Overtube eine kollabierbare Struktur auf. Hierzu können beispielsweise die Rohrelemente **72** und die äußere Hülle **75** aus einem flexiblen Material bestehen, vorzugsweise einer Kunststoffolie. Dies kann die Einführung des Overtube **68** in den menschlichen Körper einfacher und schonender gestalten.

[0112] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Overtube **68** bei der der Overtube **68** eine kollabierbare Struktur aufweist, weist der Overtube **68** ein Fluidkammersystem **131** bestehend aus mindestens

einer zweiten Fluidkammer **130** auf, das bei Befüllen mit einem Fluid eine stützende Struktur darstellt. Diese stützende Struktur kann dazu dienen, den kollabierten Querschnitt des Overtube **68** aufzurichten und beispielsweise die Einführung eines Instruments **8** in die Rohrelemente **72** zu erleichtern. Wenn das Fluidkammersystem **131** unzureichend mit Fluid befüllt ist, kann die Struktur kollabieren, (siehe [Fig. 51b](#)). Wenn das Fluidkammersystem **131** ausreichend mit Fluid befüllt, wird die Einstellung einer bevorzugten Querschnittsform des Overtube **68** begünstigt, (siehe [Fig. 51a](#)).

[0113] Das Fluid kann hierbei wahlweise ein Gas oder eine Flüssigkeit sein.

[0114] In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Overtube **68** bei der der Overtube **68** ein Fluidkammersystem **131** zur Stützung einer kollabierbaren Struktur bestehend aus mindestens einer zweiten Fluidkammer **130** aufweist, ist das Fluidkammersystem **131** in Segmente unterteilt, die vorzugsweise in regelmäßigen Abständen entlang des Overtube **68** angeordnet sind.

[0115] Wahlweise können die Segmente des Fluidkammersystems **131** selektiv mit Fluid befüllt werden. Durch die segmentweise Ausführung des Fluidkammersystems **131** kann bei Befüllen des Fluidkammersystems **131** mit einem Fluid eine Aufrechterhaltung einer Biegung des Overtube **68** begünstigt werden. Das Fluid kann hierbei wahlweise ein Gas oder eine Flüssigkeit sein.

[0116] Der Overtube **68** kann einen symmetrischen, aber auch einen asymmetrischen Querschnitt aufweisen. Insbesondere in dem Fall, dass die in die Rohrelementen **72** einzuführenden medizinischen Instrumente unterschiedliche Durchmesser aufweisen, ist eine asymmetrische Ausgestaltung des Querschnitts des Overtube durch die Verwendung unterschiedlich großer Rohrelemente **72** sinnvoll.

Bezugszeichenliste

| | | | |
|-----------|--|-----------|--|
| 1 | Inneres Rohrelement | 14 | Schnittflächen des Freiraums |
| 2 | Äußeres Rohrelement | 15 | Stirnfläche des inneren Rohrelements |
| 3 | Erste Strukturen | 16 | Segment |
| 4 | Zugelement | 17 | Scharnierelement |
| 5 | Schaft/Instrumentenschaft | 18 | Schlaufe des Zugelements |
| 6 | Proximales Ende der ersten Vorrichtung/Proximales Ende des Instruments | 19 | Durchgehende Öffnung des Segments |
| 7 | Distales Ende der ersten Vorrichtung | 20 | Rotationsachse des Scharnierelements |
| 8 | Erste Vorrichtung/Instrument | 21 | Linie tangential zur Außenseite des Segments |
| 9 | Achse der ersten Vorrichtung/Achse des Instruments | 22 | Achse des Segments |
| 10 | Distale Öffnung des inneren Rohrelements | 23 | Biegeelement |
| 11 | Seitliche Aussparung | 24 | Schaft des inneren Rohrelements |
| 12 | Außenseite der seitlichen Aussparung | 25 | Freiraum |
| 13 | Innenseite der seitlichen Aussparung | 26 | Biegebereich |
| | | 27 | Verjüngung |
| | | 28 | Zweite Zugelementführung |
| | | 29 | Erste mechanische Verbindung |
| | | 30 | Zweite mechanische Verbindung |
| | | 31 | Seitliche Öffnung im äußeren Rohrelement |
| | | 32 | Proximale Verdickung im Zugelement |
| | | 33 | Seitliche Öffnung im inneren Rohrelement |
| | | 34 | Distale Verdickung im Zugelement |
| | | 35 | Erste Zugelementführung |
| | | 36 | Führungselement |
| | | 37 | Nut in der Innenseite des inneren Rohrelements |
| | | 38 | Durchgehende Bohrung in der Außenwand des inneren Rohrelements |
| | | 39 | Mechanisches Getriebeelement |
| | | 40 | Zweite seitliche Öffnung in der Außenwand des inneren Rohrelements |
| | | 41 | Außenseite des äußeren Rohrelements |
| | | 42 | Innenseite des äußeren Rohrelements |
| | | 43 | Außenseite des Schaftes des inneren Rohrelements |
| | | 44 | Innenseite des Schaftes des inneren Rohrelements |
| | | 45 | Zweite Vorrichtung |
| | | 46 | Fünftes Bedienelement der zweiten Vorrichtung |
| | | 47 | Schaft der zweiten Vorrichtung |
| | | 48 | Chirurgischer Effektor |
| | | 49 | Proximales Ende des flexiblen chirurgischen Instruments |
| | | 50 | Distales Ende des flexiblen chirurgischen Instruments |
| | | 51 | Außenseite der zweiten Vorrichtung |
| | | 52 | Vierte Vorrichtung |
| | | 53 | Erstes Steuerelement |
| | | 54 | Erstes Verbindungselement |
| | | 55 | Fünfte Vorrichtung/Steuervorrichtung |
| | | 56 | Sechste Vorrichtung |
| | | 57 | Siebte Vorrichtung |
| | | 58 | Endelement |
| | | 59 | Erstes Bedienelement |
| | | 60 | Erstes Element der sechsten Vorrichtung |
| | | 61 | Zweites Element der sechsten Vorrichtung |
| | | 62 | Achte Vorrichtung |
| | | 63 | Zweites Bedienelement |
| | | 64 | Drittes Element der sechsten Vorrichtung |

| | | | |
|------------|--|---------------|--|
| 65 | Neunte Vorrichtung | 123 | Schlauchelement |
| 66 | Drittes Bedienelement | 124 | Außenfläche des Schlauchelements |
| 67 | Achse der sechsten Vorrichtung | 125 | Steuerungssegment des zweiten Steuerelements |
| 68 | Zehnte Vorrichtung/Overtube | 126 | Viertes Steuerelement |
| 69 | Distales Ende der zehnten Vorrichtung | 127 | Neuntes Bedienelement |
| 70 | Proximales Ende der zehnten Vorrichtung | 128 | Erste Fluidkammer |
| 71 | Elfte Vorrichtung | 129 | Hohlorganwand |
| 72 | Rohrelement/Instrumentenkanal | 130 | Zweite Fluidkammer |
| 73 | Distales Endelement | 131 | Fluidkammersystem |
| 74 | Zwölfte Vorrichtung/Zweites Steuerelement | | |
| 75 | Äußere Hülle | [0117] | Fig. 1: Erste Vorrichtung |
| 76 | Distale Öffnungen | [0118] | Fig. 2: Erste Strukturen bestehend aus seitlichen Aussparungen |
| 77 | Viertes Bedienelement | [0119] | Fig. 3: Vorteilhafte Weiterbildungen der seitlichen Aussparungen |
| 78 | Achse der zehnten Vorrichtung | [0120] | Fig. 4: Vorteilhafte Weiterbildungen der ersten Strukturen |
| 79 | Kameraeinheit | [0121] | Fig. 5: Erste Strukturen bestehend aus Segmenten und Scharnierelementen |
| 80 | Instrumentenspitze | [0122] | Fig. 6: Vorteilhafte Positionierungen des Scharnierelements |
| 81 | Vorzugsrichtung | [0123] | Fig. 7: Erste Strukturen bestehend aus Segmenten und einem Biegeelement |
| 82 | Distales Ende des Zugelements | [0124] | Fig. 8: Biegebereich des Biegeelements |
| 83 | Proximales Ende des Zugelements | [0125] | Fig. 9: Vorteilhafte Anordnung des/der Biegeelements/e |
| 84 | Nut in der Außenseite des inneren Rohrelements | [0126] | Fig. 10: Vorteilhafte Querschnittsformen des Biegeelements |
| 85 | Chirurgisches Instrument | [0127] | Fig. 11: Funktion des Zugelements |
| 86 | Chirurgischer Effektor | [0128] | Fig. 12: Vorteilhafte Weiterbildungen der ersten mechanischen Verbindung |
| 87 | Zweites Steuerelement/Kraftübertragungselement | [0129] | Fig. 13: Vorteilhafte Weiterbildungen der zweiten mechanischen Verbindung |
| 88 | Erstes Stirnzahnrad | [0130] | Fig. 14: Zweite Führung des Zugelements |
| 89 | Zweites Stirnzahnrad | [0131] | Fig. 15: Vorteilhafte Weiterbildungen des Führungselements |
| 90 | Erstes Kegelzahnrad | [0132] | Fig. 16: Vorteilhafte Weiterbildungen der zweiten Führung des Zugelements |
| 91 | Zweites Kegelzahnrad | [0133] | Fig. 17: Vorteilhafte Weiterbildung der zweiten Führung des Zugelements |
| 92 | Zweites Verbindungselement | [0134] | Fig. 18: Vorteilhafte Weiterbildungen des Querschnitts des inneren und äußeren Rohrelements |
| 93 | Griff | | |
| 94 | Führungselement | | |
| 95 | Drehvorrichtung | | |
| 96 | Zweites Kraftübertragungselement | | |
| 97 | Bevorzugte Drehrichtung | | |
| 98 | Federelement | | |
| 99 | Drittes Verbindungselement | | |
| 100 | Griff | | |
| 101 | Führungselement | | |
| 102 | Umlenkvorrichtung | | |
| 103 | Kraftübertragungselement | | |
| 104 | Drehvorrichtung | | |
| 105 | Vorzugsrichtung | | |
| 106 | Umlenkvorrichtung | | |
| 107 | Führung | | |
| 108 | Federelement | | |
| 109 | Viertes Verbindungselement | | |
| 110 | Griff | | |
| 111 | Siebtes Bedienelement | | |
| 112 | Sechstes Bedienelement | | |
| 113 | Flexibles Endoskop | | |
| 114 | Innenseite des Rohrelements | | |
| 115 | Außenseite des Rohrelements | | |
| 116 | Außenseite der elften Vorrichtung | | |
| 117 | Führungsvorrichtung | | |
| 118 | Seitliche Öffnung der Führungsvorrichtung | | |
| 119 | Führungssegmente | | |
| 120 | Aktuierungsvorrichtung | | |
| 121 | Drittes Steuerelement | | |
| 122 | Achtes Bedienelement | | |

- [0135] [Fig. 19](#): Ausführung der zweiten Vorrichtung
- [0136] [Fig. 20](#): Vorteilhafte Weiterbildungen des Querschnitts der zweiten Vorrichtung und des inneren Rohrelements
- [0137] [Fig. 21](#): Vorteilhafte Weiterbildungen der zweiten Vorrichtung
- [0138] [Fig. 22](#): Vorteilhafte Ausführung der fünften Vorrichtung
- [0139] [Fig. 23](#): Vorteilhafte Ausführung der fünften Vorrichtung
- [0140] [Fig. 24](#): Vorteilhafte Ausführung der fünften Vorrichtung
- [0141] [Fig. 25](#): Zehnte Vorrichtung
- [0142] [Fig. 26](#): Vorteilhafte Ausführung der zehnten Vorrichtung
- [0143] [Fig. 27](#): Querschnittsdarstellung einer vorteilhaften Ausführung der zehnten Vorrichtung
- [0144] [Fig. 28](#): Vorteilhafte Ausführung der zehnten Vorrichtung mit viertem Bedienelement
- [0145] [Fig. 29](#): Vorteilhafte Ausführung des distalen Endelements der zehnten Vorrichtung mit integrierter Kameraeinheit
- [0146] [Fig. 30](#): Vorteilhafte Ausführung der ersten Strukturen
- [0147] [Fig. 31](#): Vorteilhafte Ausführungen der vierten Vorrichtung
- [0148] [Fig. 32](#): Vorteilhafte Ausführung des ersten Bedienelements
- [0149] [Fig. 33](#): Vorteilhafte Ausführung des ersten Bedienelements
- [0150] [Fig. 34](#): Vorteilhafte Ausführung der siebten Vorrichtung
- [0151] [Fig. 35](#): Vorteilhafte Ausführung des zweiten Bedienelements
- [0152] [Fig. 36](#): Vorteilhafte Ausführung des ersten Bedienelements und des zweiten Bedienelements
- [0153] [Fig. 37](#): Vorteilhafte Ausführung der achten Vorrichtung
- [0154] [Fig. 38](#): Vorteilhafte Ausführungen der zweiten Vorrichtung
- [0155] [Fig. 39](#): Beispielhafte Ausführung der zweiten Vorrichtung
- [0156] [Fig. 40](#): Overtube
- [0157] [Fig. 41](#): Funktion des zweiten Steuerelements bei Biegung des Overtube
- [0158] [Fig. 42](#): Vorteilhafte Ausführungen des Rohrelements und der elften Vorrichtung
- [0159] [Fig. 43](#): Vorteilhafte Ausführungen der Führungsvorrichtung
- [0160] [Fig. 44](#): Vorteilhafte Ausführungen der Führungssegmente
- [0161] [Fig. 45](#): Aktuierungsvorrichtung
- [0162] [Fig. 46](#): Vorteilhafte Ausführungen des Schlauchelements
- [0163] [Fig. 47](#): Vorteilhafte Ausführung des zweiten Steuerelements
- [0164] [Fig. 48](#): Vorteilhafte Ausführung der äußeren Hülle
- [0165] [Fig. 49](#): Vorteilhafte Ausführung des Overtube
- [0166] [Fig. 50](#): Vorteilhafte Anwendung der Fluidkammern
- [0167] [Fig. 51](#): Funktion des Fluidkammersystems

Patentansprüche

1. Einführhilfe für medizinische Instrumente bestehend aus einem Schaft mit einem proximalen und einem distalen Ende, an welchem ein Abwinkelstück mit einer Abwinklung in zumindest eine Vorzugsrichtung begünstigenden Strukturen unterschiedlich zum Schaft angeordnet ist und einem Zugelement zur Betätigung des Abwinkelstücks, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaft ein äußeres Rohrelement sowie ein im äußeren Rohrelement axial verschiebbar gelagertes inneres Rohrelement hat, wobei an dem einen Rohrelement das Zugelement angelenkt ist und das andere Rohrelement an seinem distalen Ende das Abwinkelstück aufweist.

2. Einführhilfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Abwinkelstück am inneren Rohrelement angeordnet ist, wohingegen das Zugelement am äußeren Rohrelement zur Betätigung des Abwinkelstücks angelenkt ist.

3. Einführhilfe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Abwinkelstück über das dis-

tale Ende des äußeren Rohrelements axial vorragt.

4. Einführhilfe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen des Abwinkelstücks aus einer Anzahl von längs beabstandeten äußeren Einkerbungen oder Spalte in der Wand des einen Rohrelements besteht.

5. Einführhilfe nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Strukturen durch eine Anzahl längs beabstandeter Rohrstücke oder Glieder gebildet wird, die über Scharniere miteinander sowie mit dem einen Rohrelement derart verbunden sind, dass eine fortlaufende Kette aus Rohrstücken oder Gliedern entsteht.

6. Einführhilfe nach einem der vorstehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das Zugelement mit dem distalen Ende des Abwinkelstücks dezentral verbunden ist und durch an den Rohrstücken oder Gliedern ausgebildeten Führungsbohrungen hindurchführend zum distalen Ende des anderen Rohrelements für eine Zug- und/oder Druckkraftübertragung auf das distale Ende des Abwinkelstücks zurückgeführt ist.

7. Einführhilfe nach einem der vorstehenden Ansprüche gekennzeichnet durch eine Handhabe zur manuellen Relativverschiebung der beiden Rohrelemente, um entsprechend dem Relativverschiebungsmaß ein Abwinkeln der Abwinkelstücks um einem bestimmten Winkel zu bewirken.

8. Einführhilfe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Handhabe oder der Schaft eine Arretierung hat, um eine bestimmte Winkelposition des Abwinkelstücks zu halten.

9. Handhabe zur Betätigung des Abwinkelstücks einer Einführhilfe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 mit zwei Abzugsbügeln oder -griffen, die an ihren einen Enden mit jeweils einem der distalen Enden des inneren und äußeren Rohrelements für eine Relativverschiebung der beiden Rohrelemente in axialer Richtung verbindbar sind.

10. Handhabe nach Anspruch 9 gekennzeichnet durch eine Arretiervorrichtung zur Arretierung der aktuellen Betätigungsposition der Handhabe und damit der Winkelstellung des Abwinkelstücks.

11. Handhabe nach einem der Ansprüche 9 und 10 gekennzeichnet durch eine Nullpunktseinstellung zur Einstellung einer Ausgangsrelativlage der beiden Rohrelemente in einer Ausgangsstellung der Handhabe.

12. Handhabe nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Abzugsbügel oder -griff aufweist, der mit einem in der Ein-

führhilfe liegenden oder an der Einführhilfe befestigten medizinischen Instrument für eine axiale Verschiebung des medizinischen Instruments verbindbar ist.

13. Handhabe nach Anspruch 12 gekennzeichnet durch eine Arretiervorrichtung zur Arretierung der aktuellen Betätigungsposition der Handhabe und damit der Position des medizinischen Instruments.

14. Handhabe nach einem der Ansprüche 12 und 13 gekennzeichnet durch eine Nullpunktseinstellung zur Einstellung einer Ausgangslage des medizinischen Instruments in einer Ausgangsstellung der Handhabe.

15. Handhabe nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen Drehrad oder -griff aufweist, der mit einem in der Einführhilfe liegenden oder an der Einführhilfe befestigten medizinischen Instrument für eine Rotation des medizinischen Instruments verbindbar ist.

16. Handhabe nach Anspruch 15 gekennzeichnet durch eine Arretiervorrichtung zur Arretierung der aktuellen Betätigungsposition der Handhabe und damit der Ausrichtung des medizinischen Instruments

17. Handhabe nach einem der Ansprüche 15 und 16 gekennzeichnet durch eine Nullpunktseinstellung zur Einstellung einer Ausgangsausrichtung des medizinischen Instruments in einer Ausgangsstellung der Handhabe.

18. Overtube für das Einführen einer oder mehrerer Einführhilfen vorzugsweise gemäß einem der Ansprüche 1 bis 17 gekennzeichnet durch ein schlauchartiges Rohrelement mit einem oder mehreren Rohrschächten zur gleitenden Aufnahme der Einführhilfen und/oder einer Optik und einem distalen Endstück, welches mit einem Torsionskraft-Übertragungsmechanismus verbunden ist, um zumindest das distale Ende des Overtube um dessen Längsachse zu tordieren.

19. Overtube gemäß Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Torsionskraft-Übertragungsmechanismus mit mindestens einem Rohrschacht axial verschieblich gekoppelt ist.

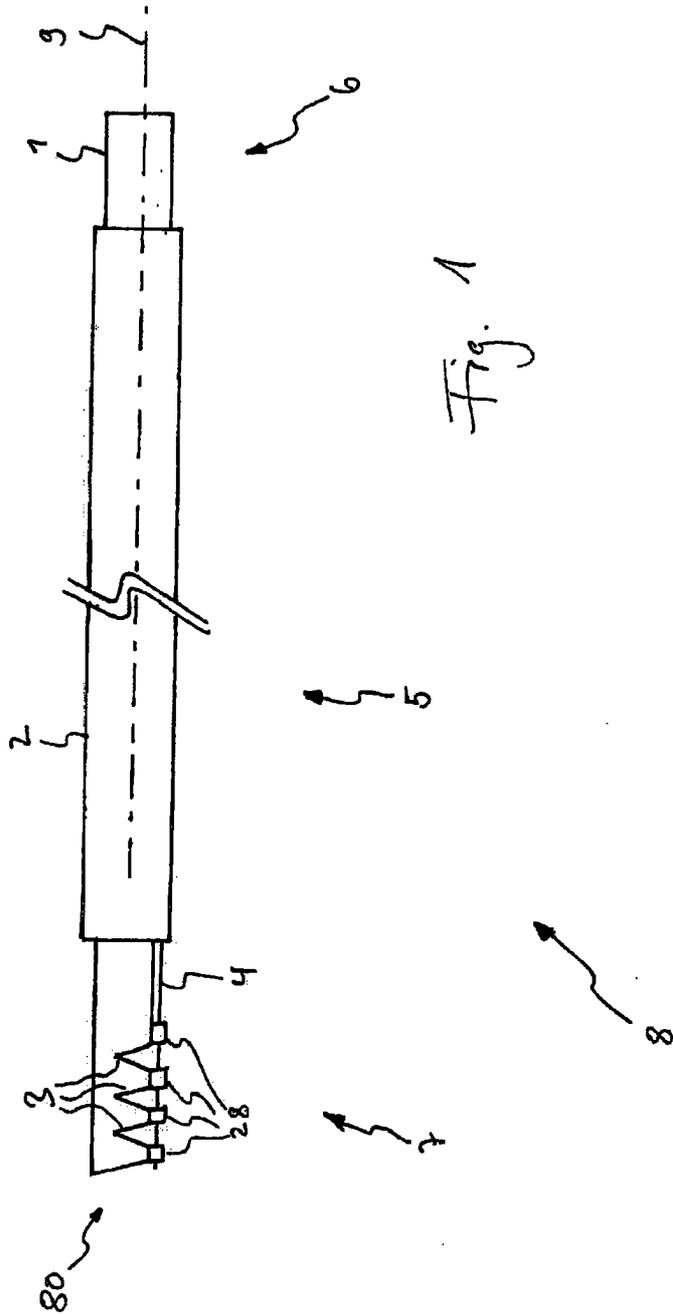
20. Overtube gemäß einem der Ansprüche 18 und 19, dadurch gekennzeichnet, dass er eine Fluidkammer aufweist, die bei Befüllen mit einem Fluid lokal den Querschnitt des Overtube vergrößern kann.

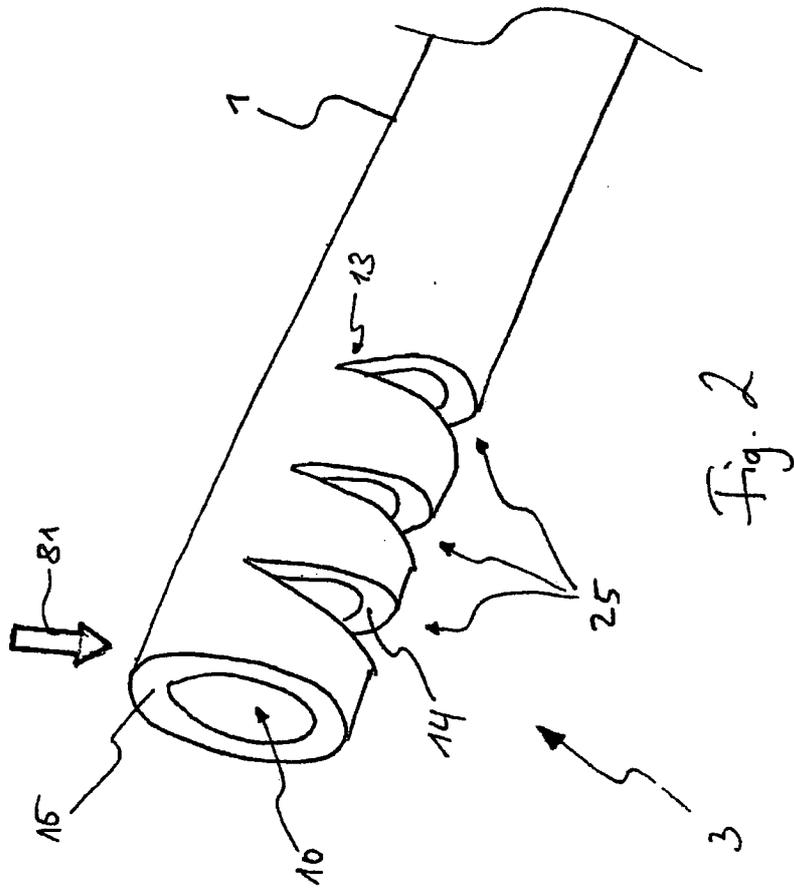
21. Overtube gemäß einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohrschächte aus einem leicht deformierbaren Material bestehen, vorzugsweise einer Kunststoffolie, die ein Kollabieren des Querschnitts des Overtube erlauben.

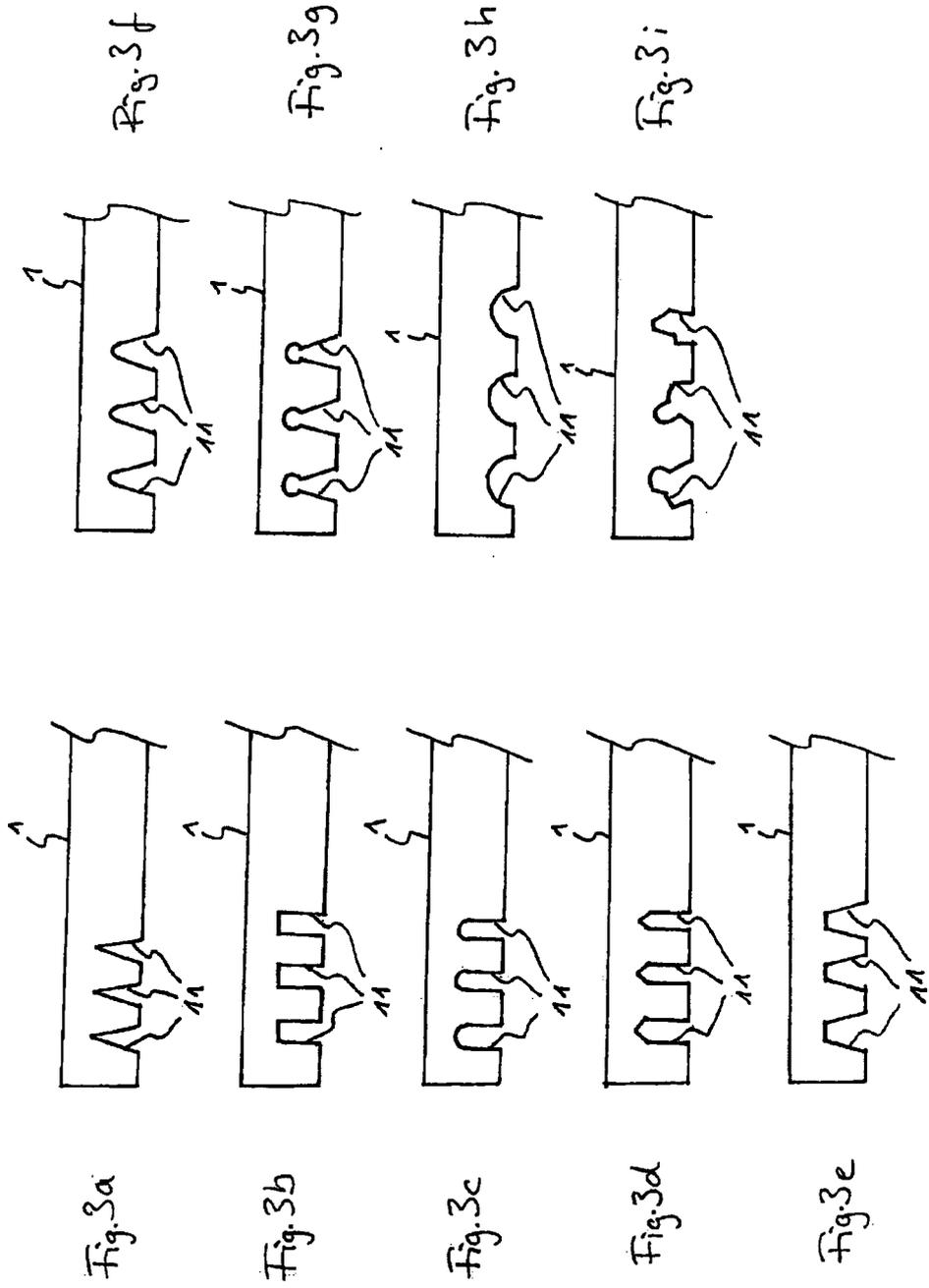
22. Overtube gemäß Anspruch 21 gekennzeichnet durch ein Fluidkammersystem, das durch Befüllen mit einem Fluid die Einstellung einer bevorzugte Querschnittsform des Overtube begünstigt.

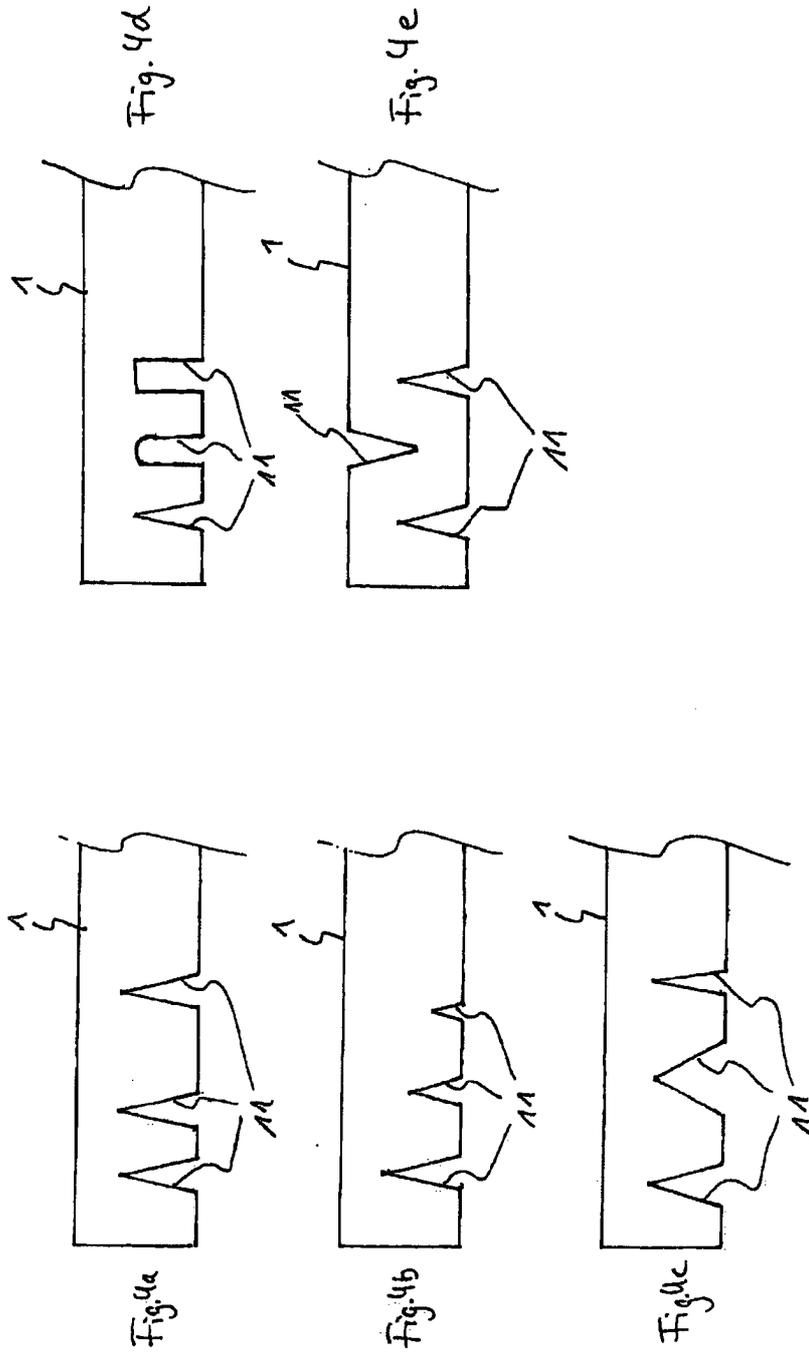
Es folgen 61 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen









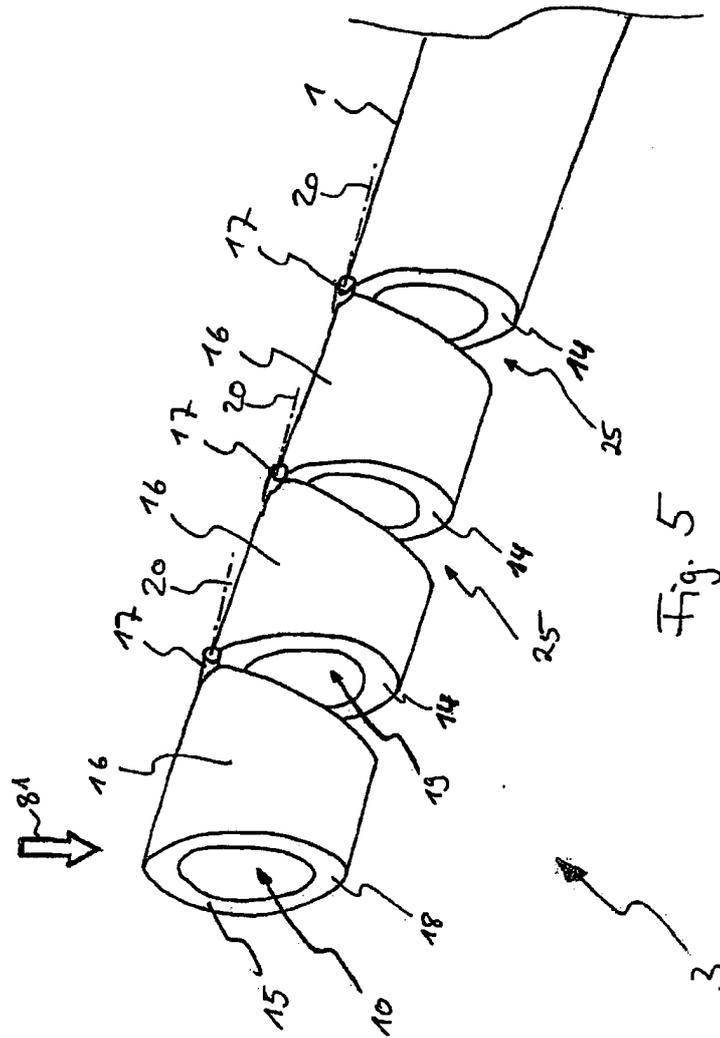
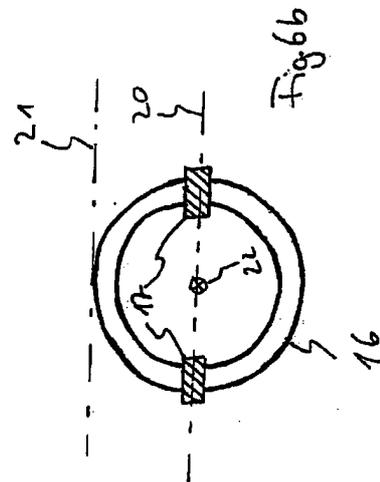
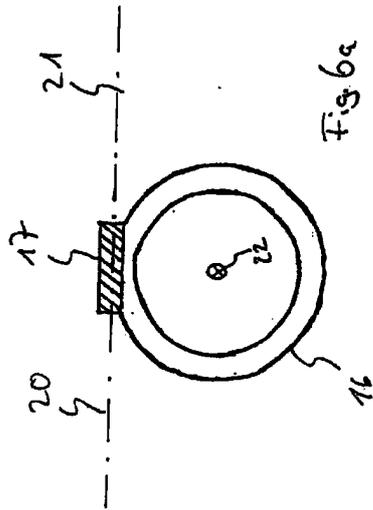
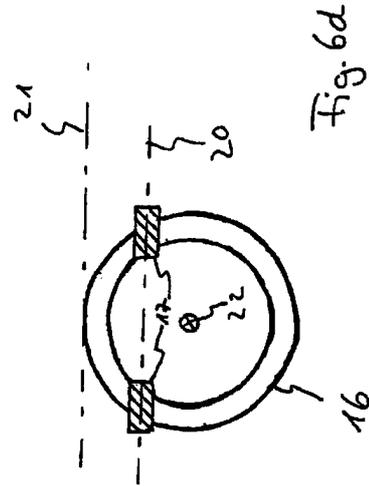
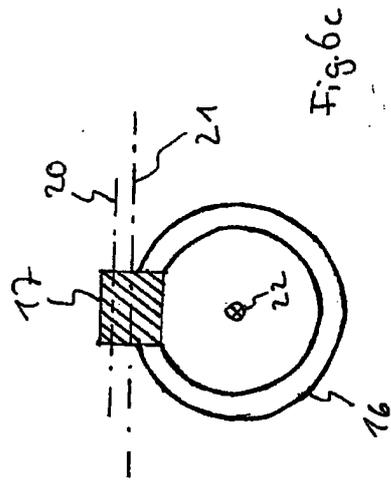


Fig. 5



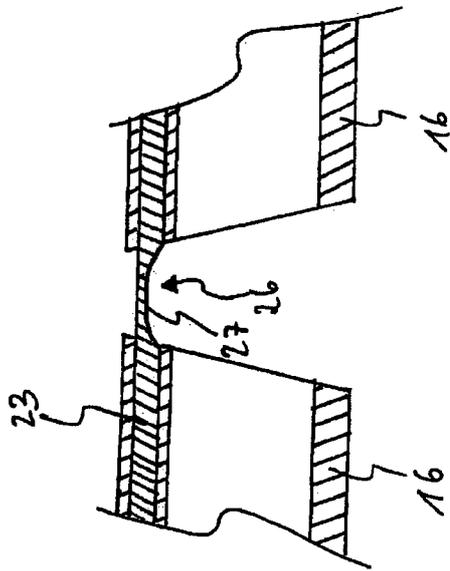


Fig. 8

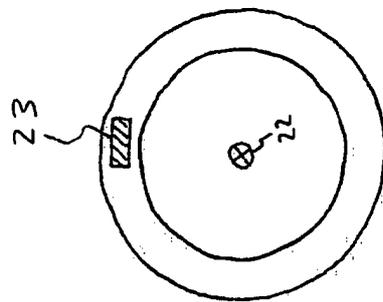


Fig. 9a

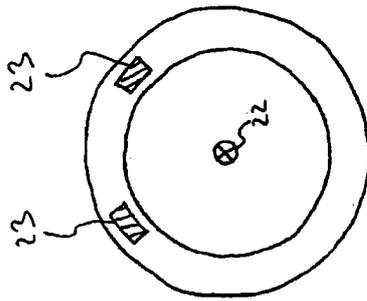


Fig. 9b

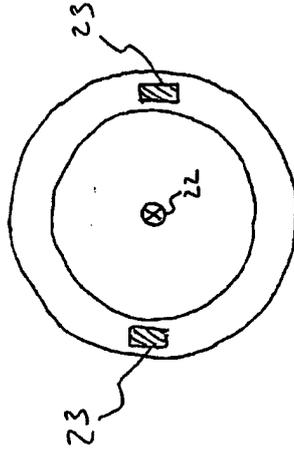
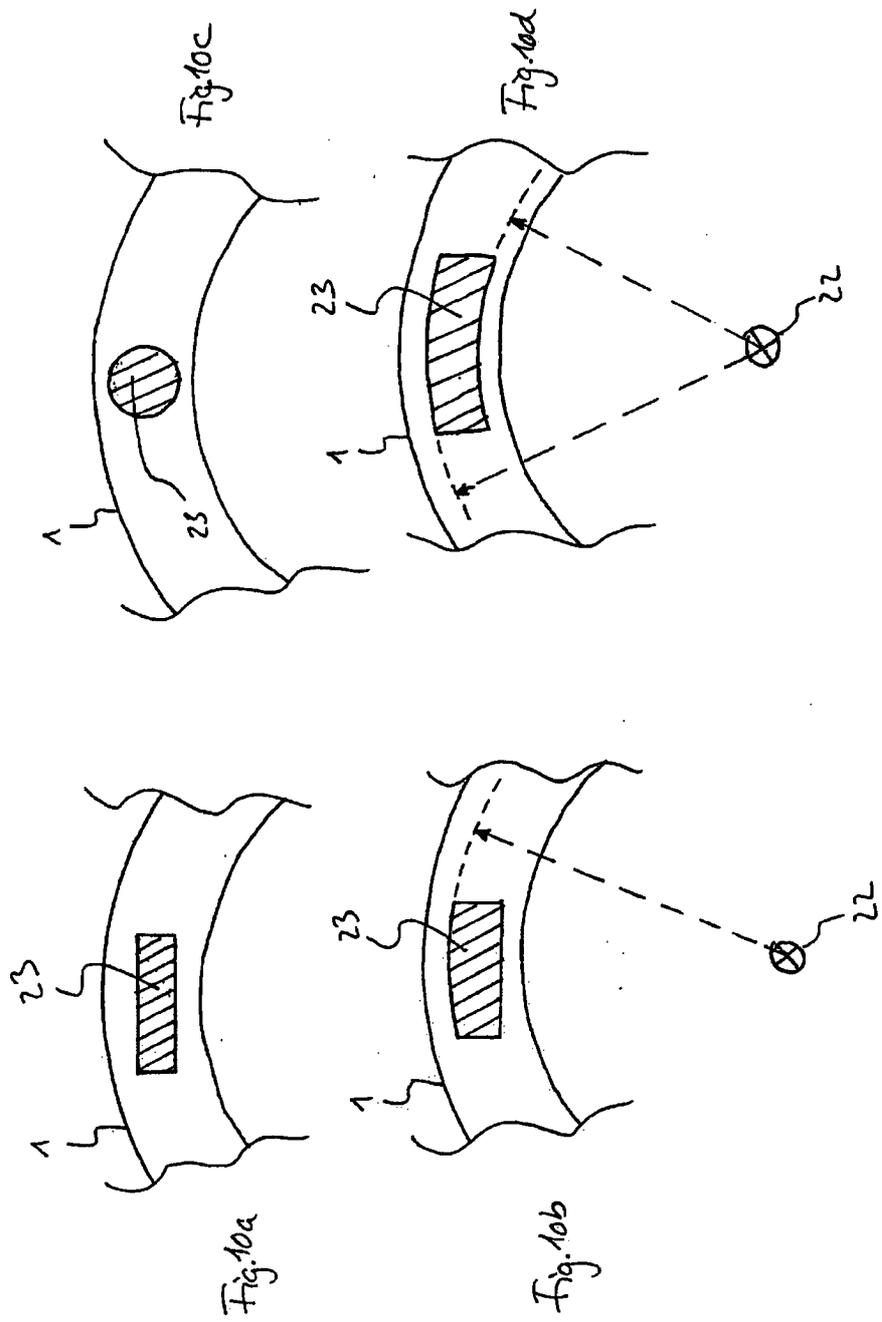


Fig. 9c



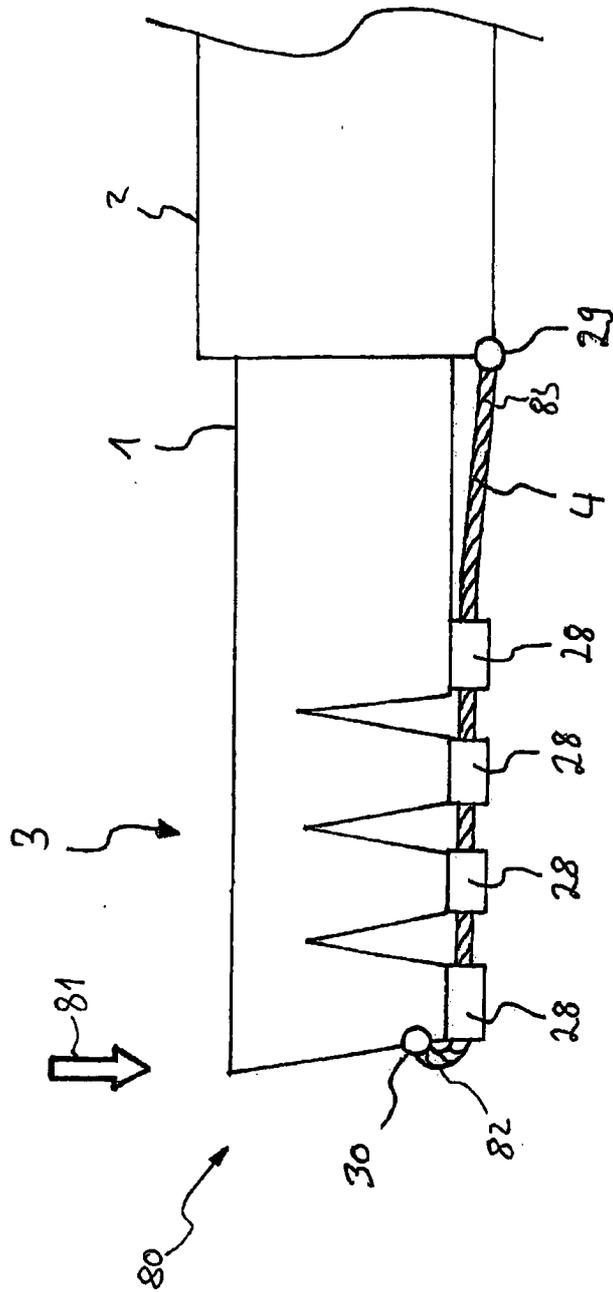


Fig. 11a

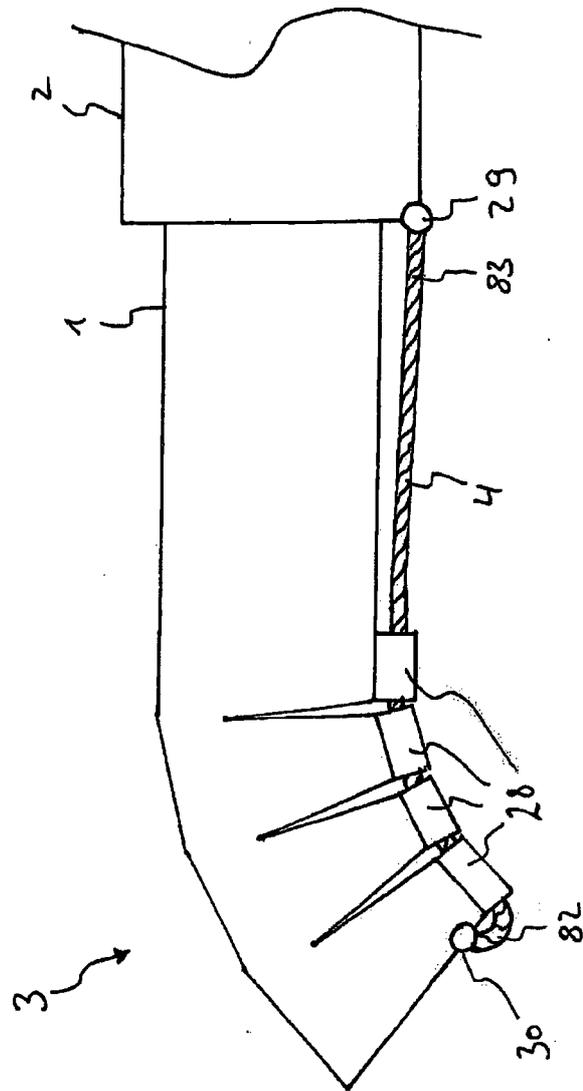


Fig. 11b

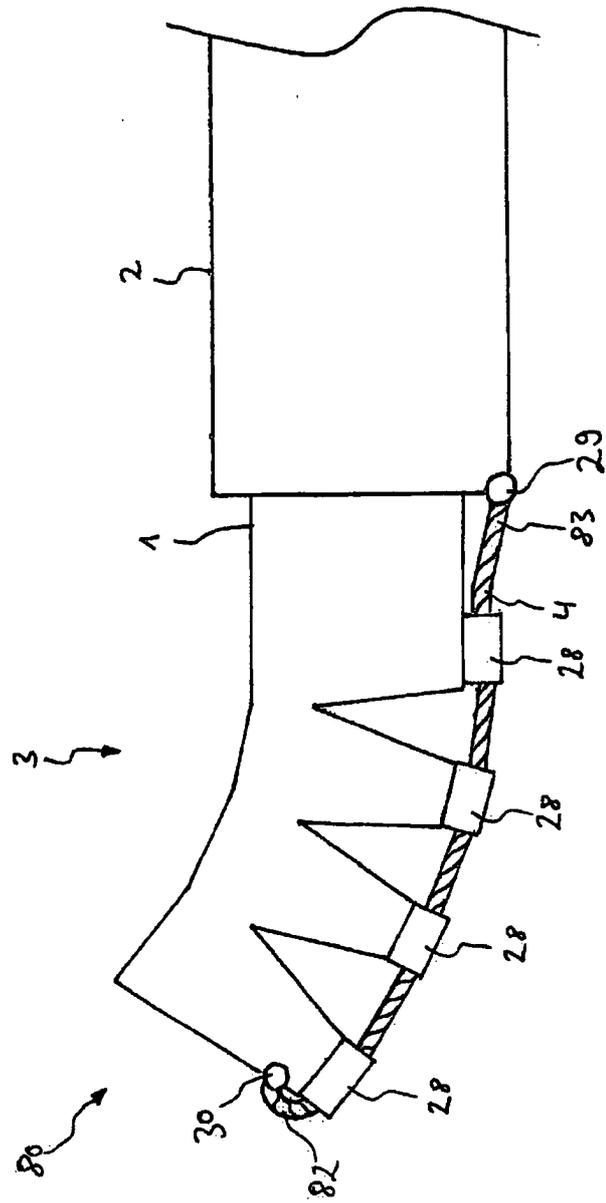
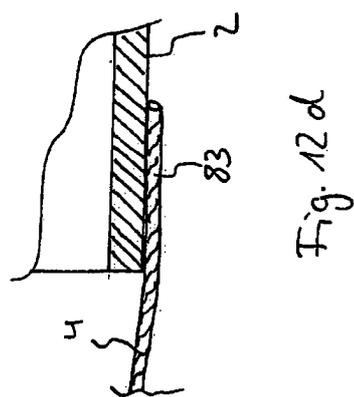
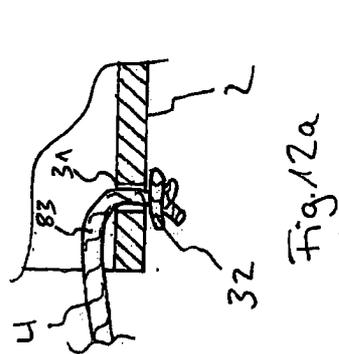
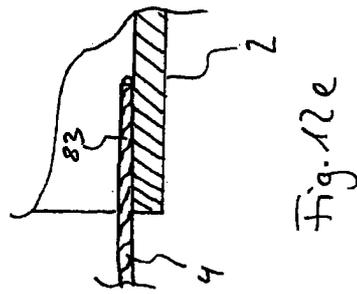
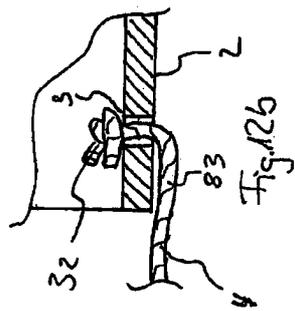
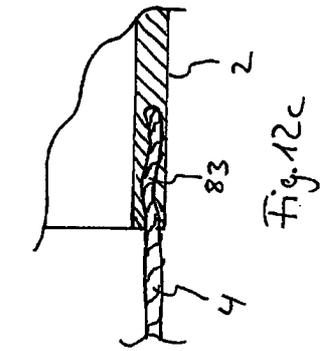
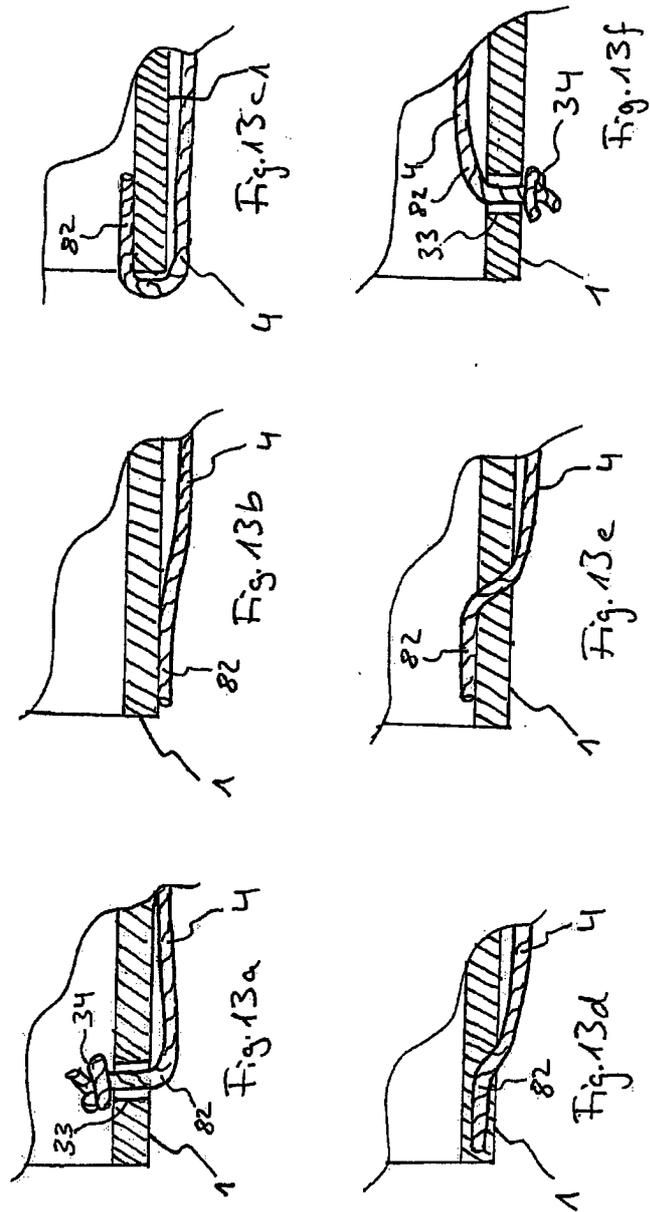
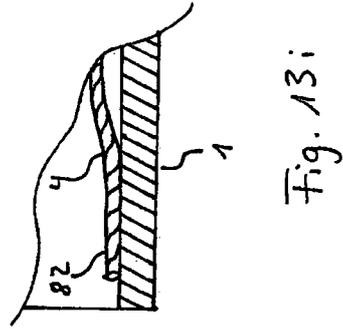
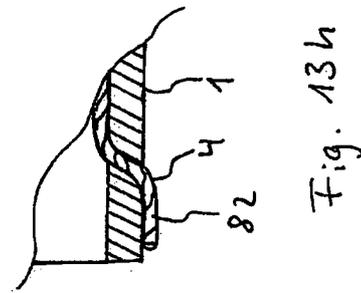
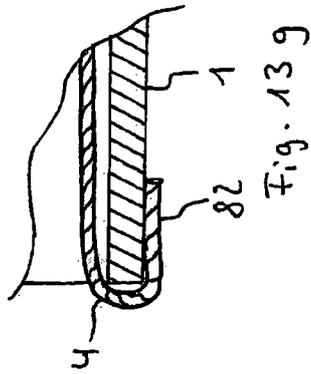


Fig. 1c







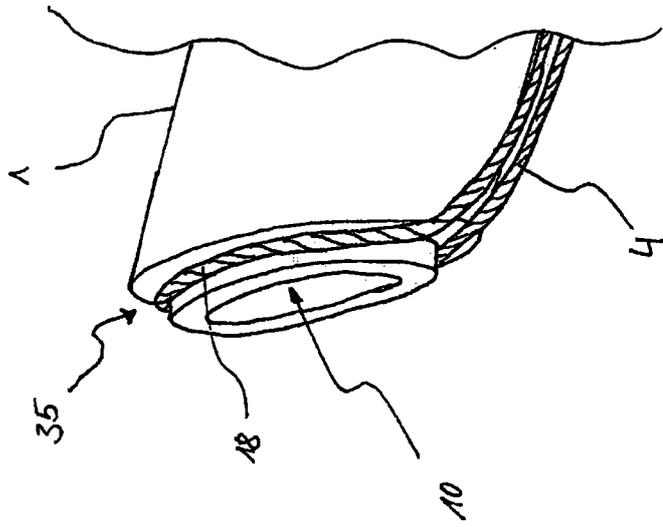


Fig. 13j

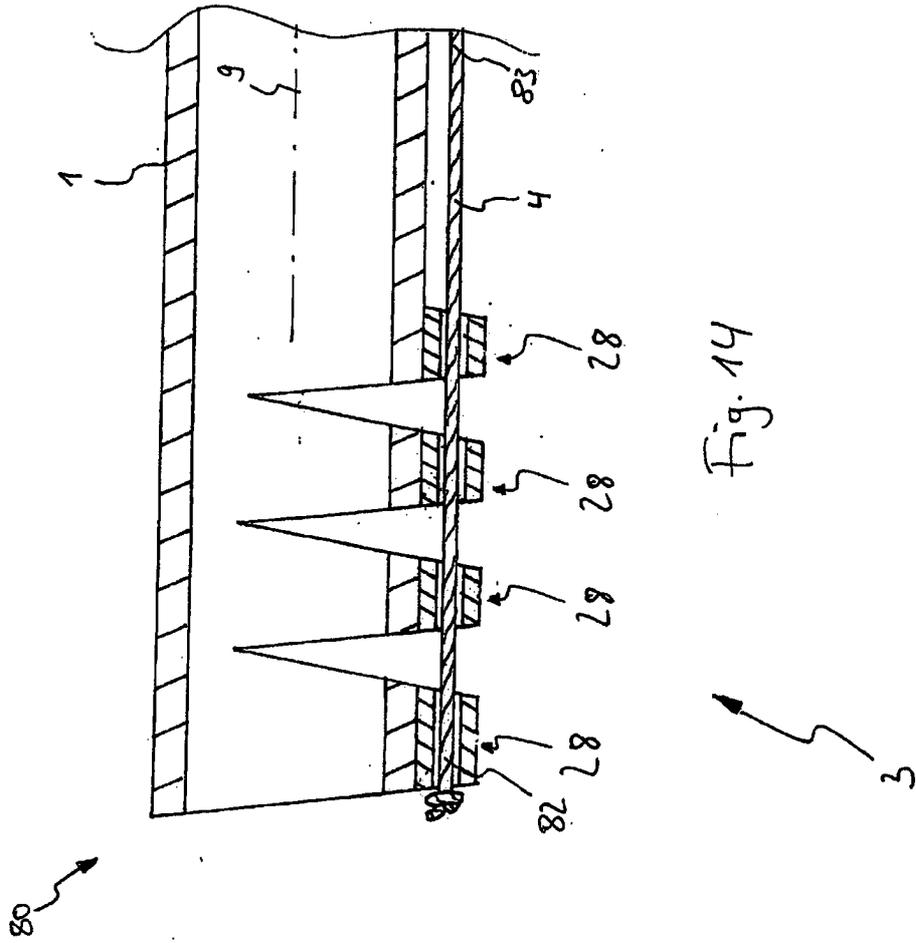
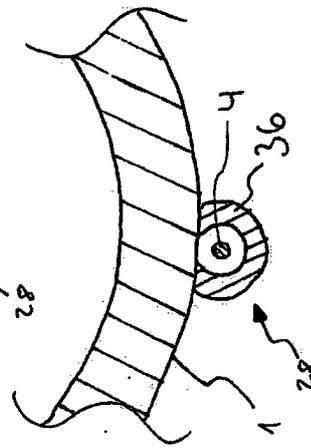
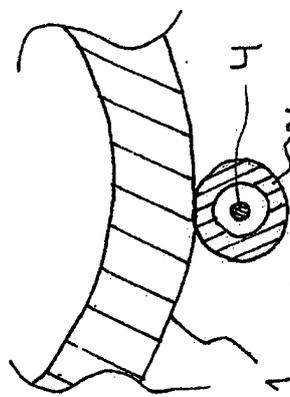
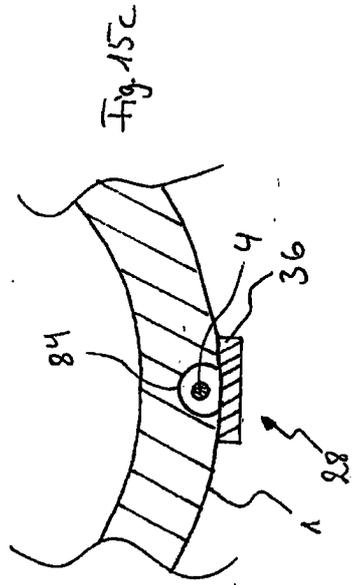
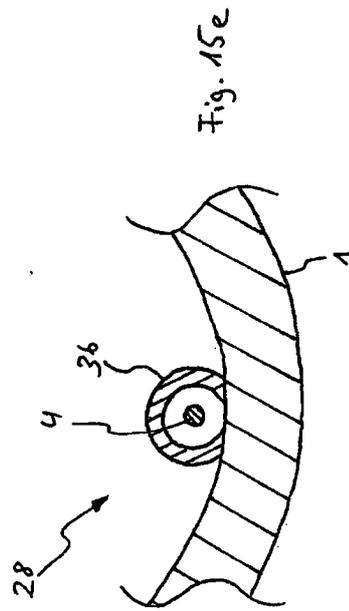
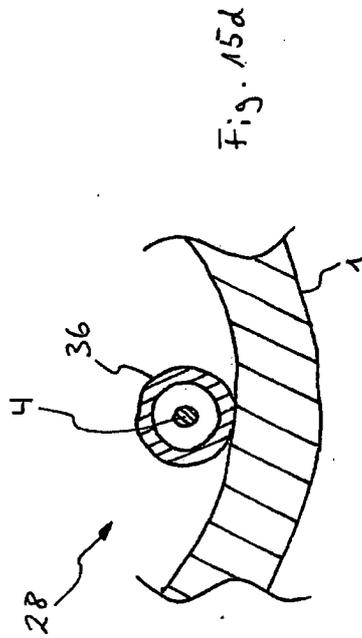
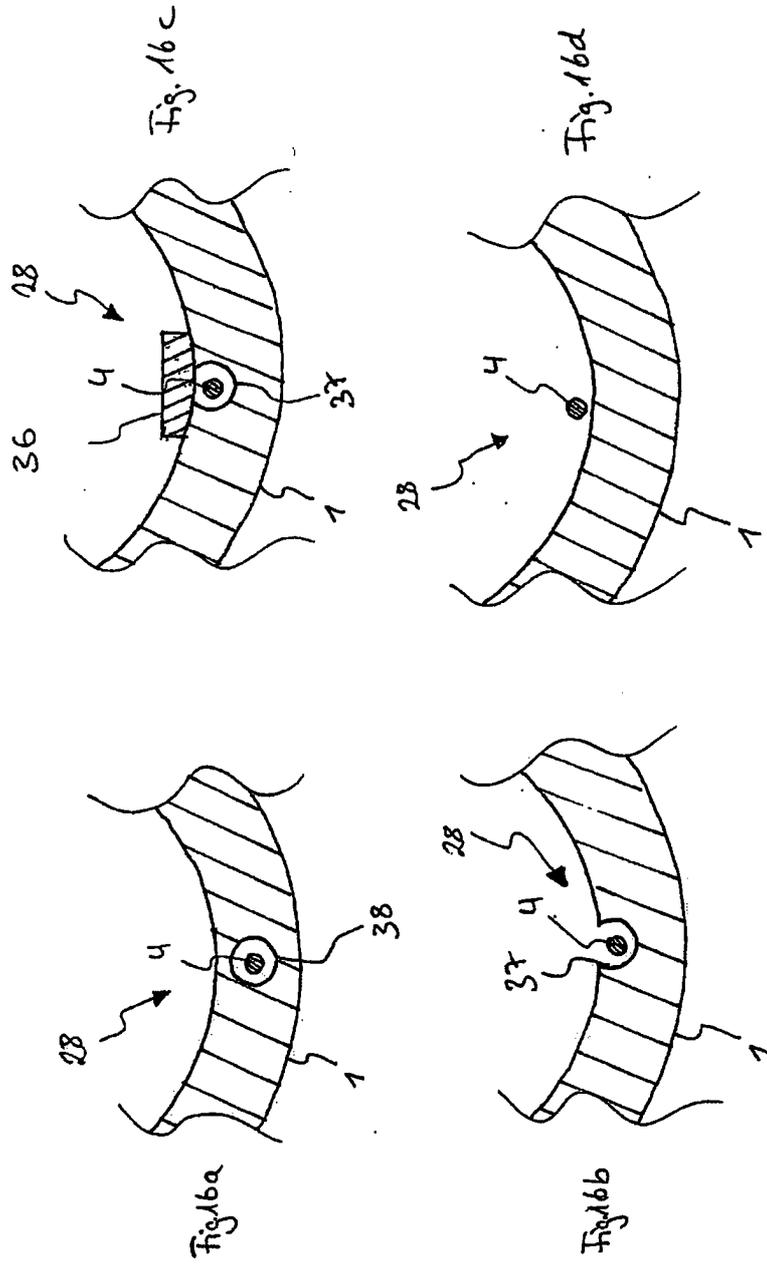


Fig. 14







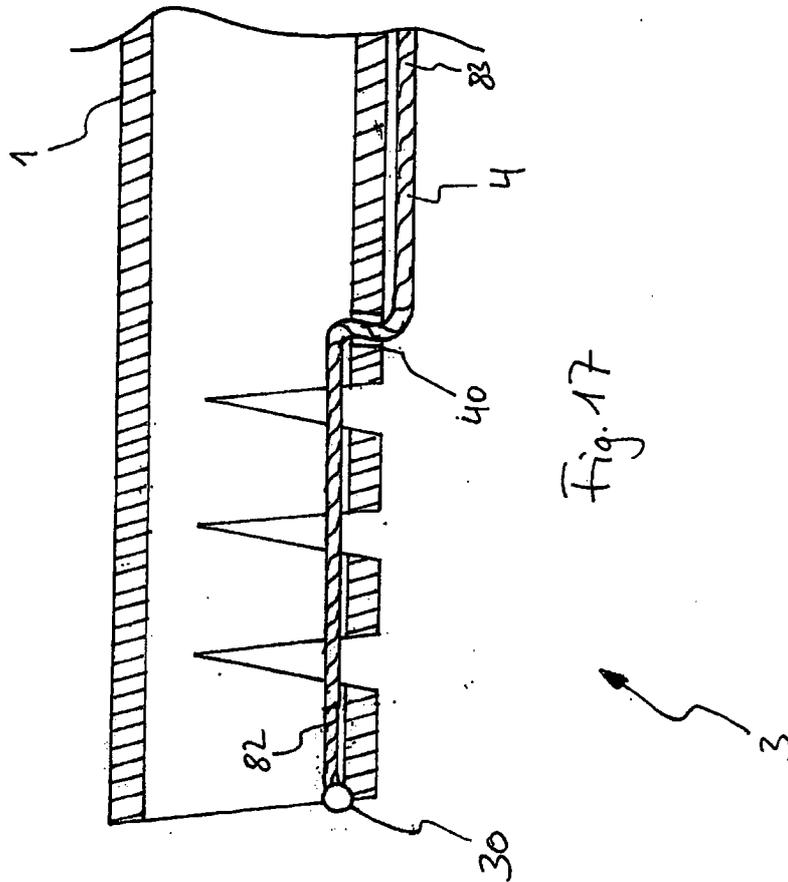
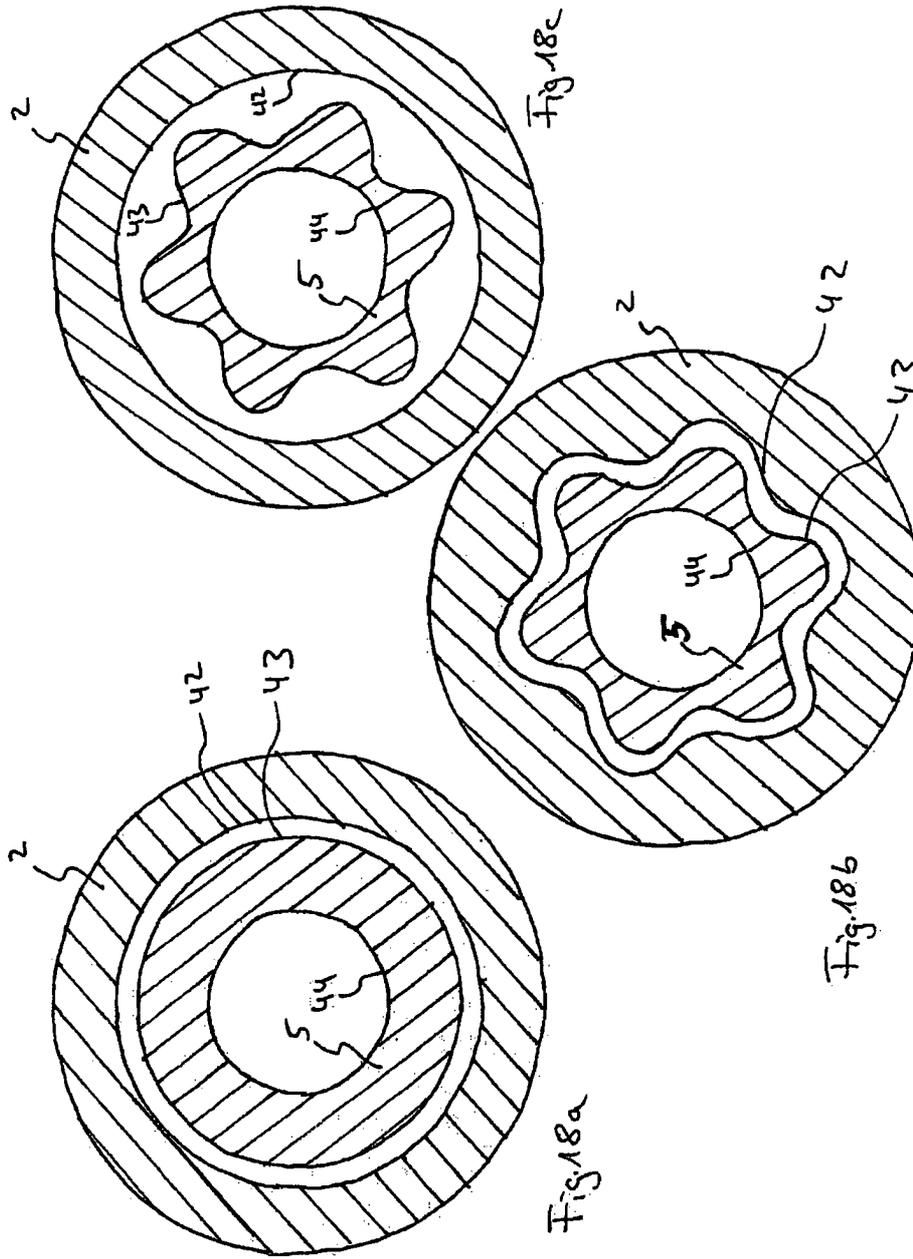
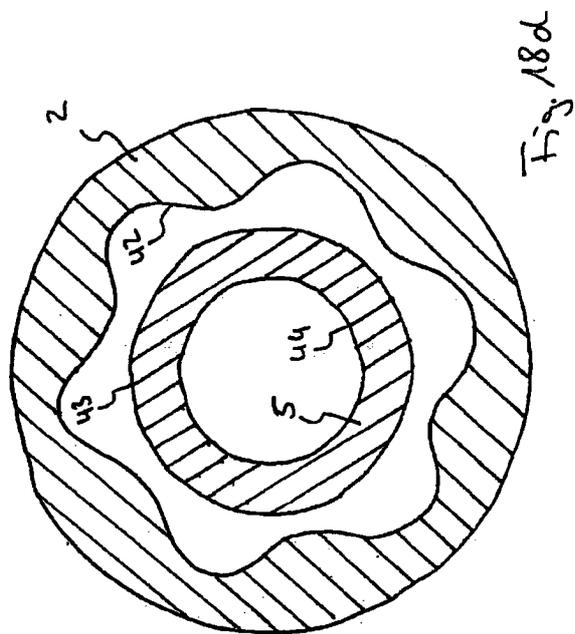


Fig. 17





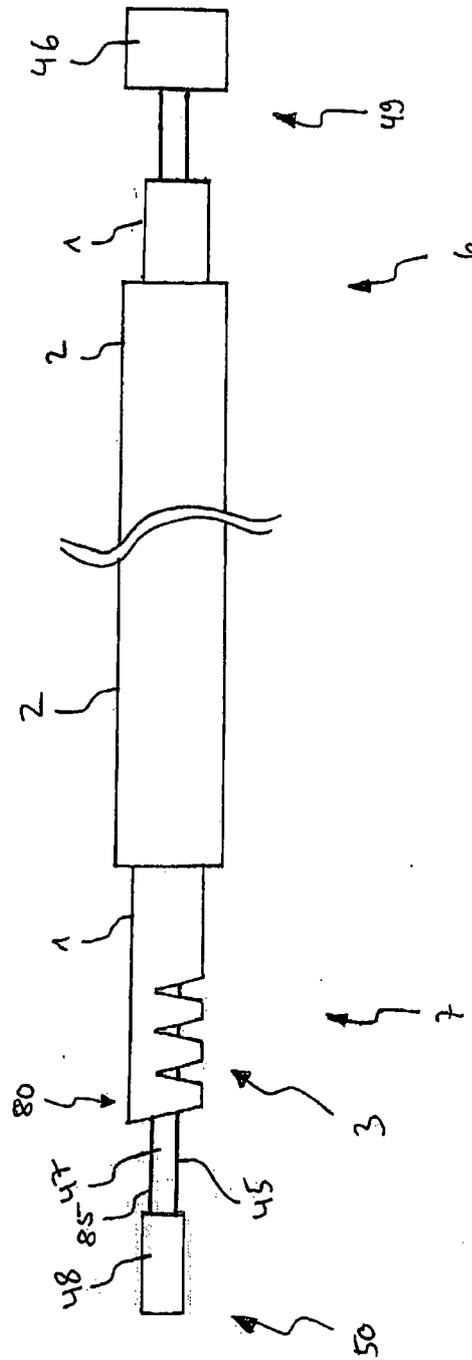
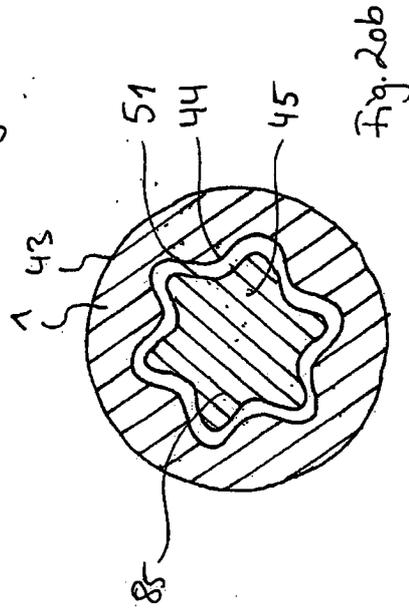
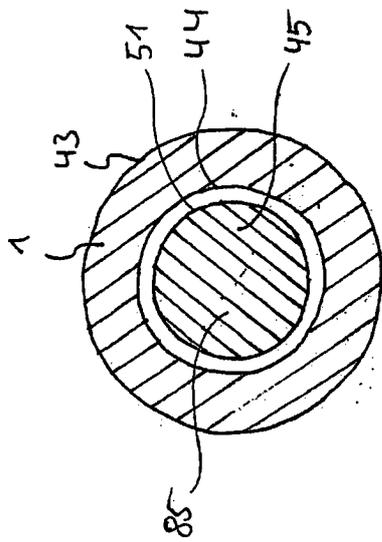
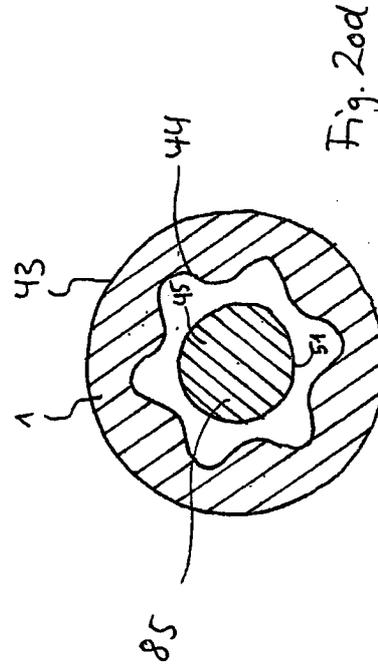
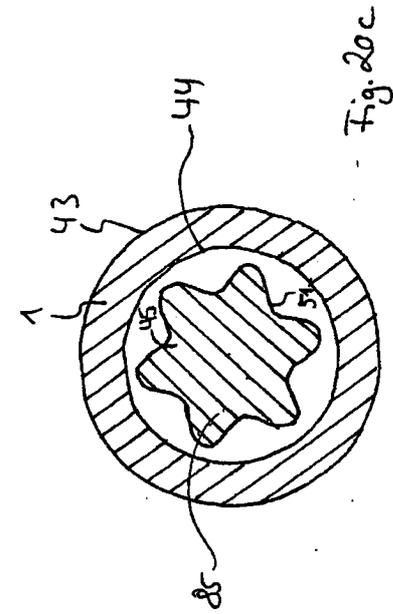


Fig. 19



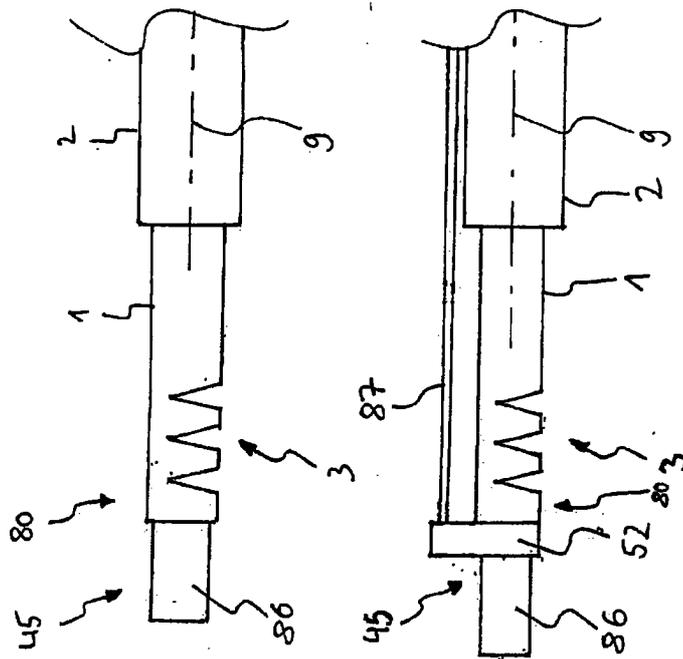
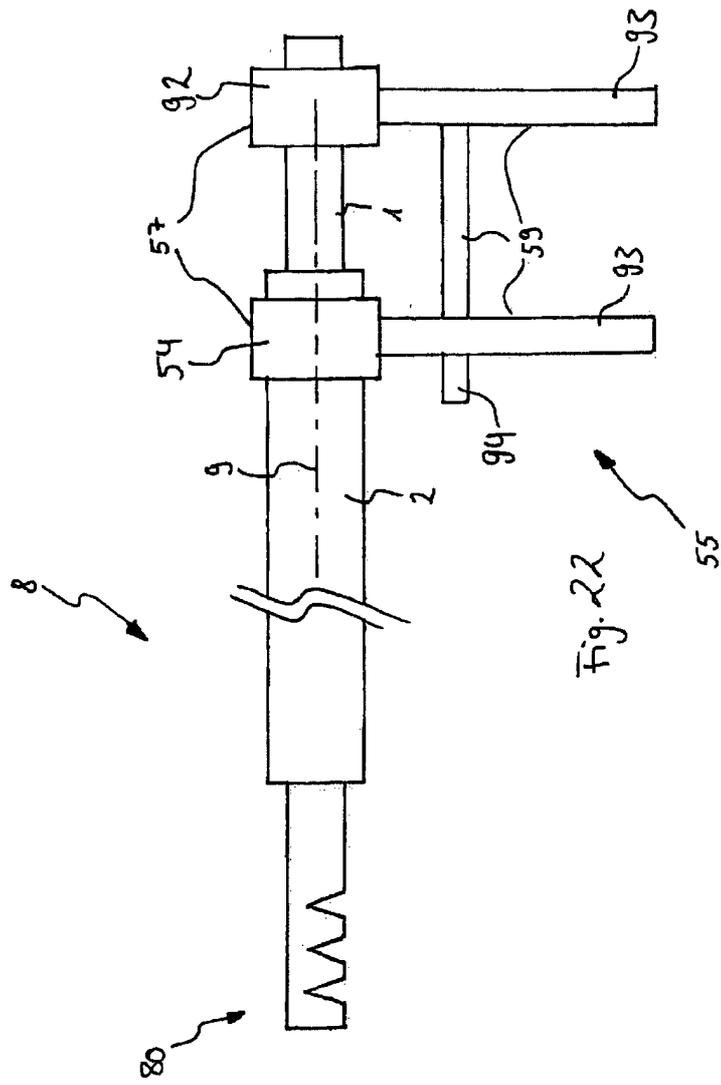
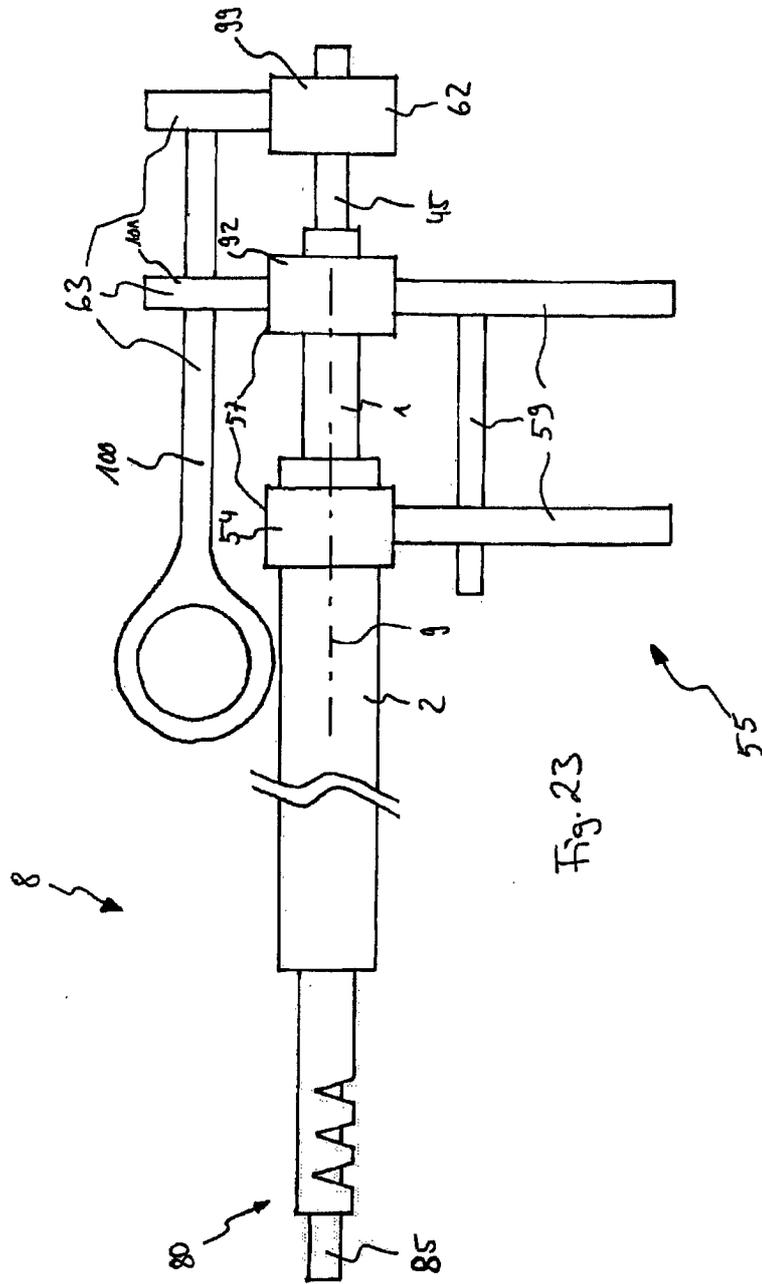
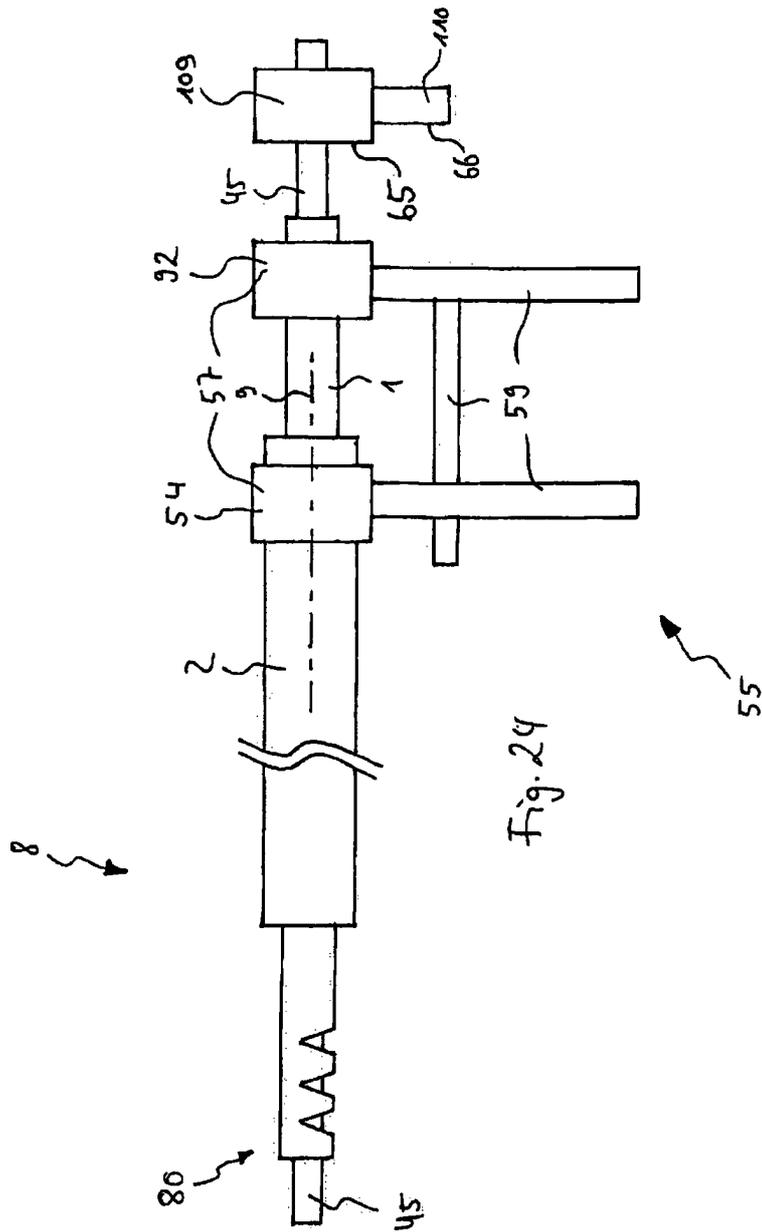


Fig. 21a

Fig. 21b







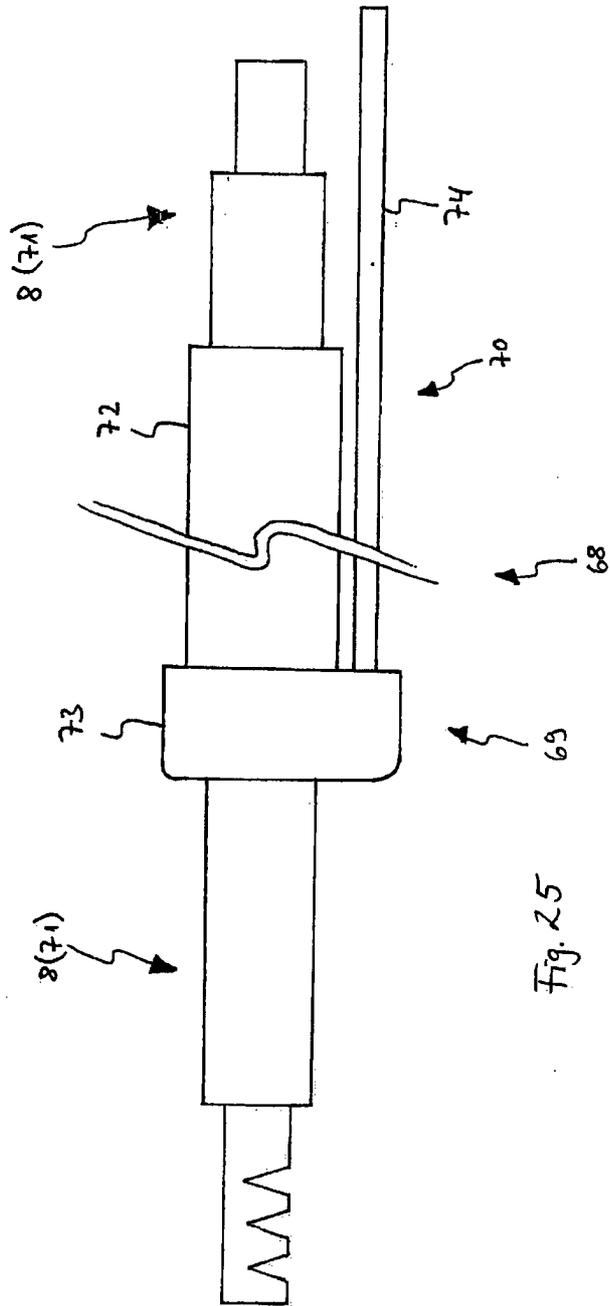


Fig. 25

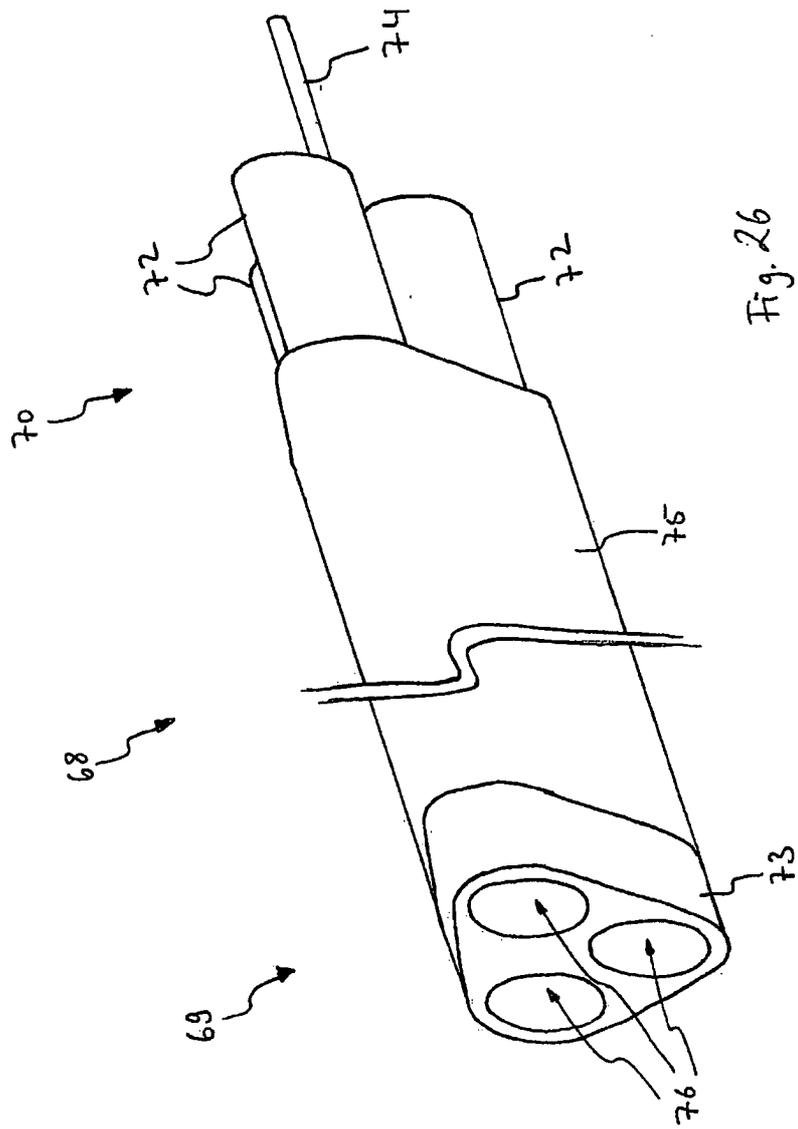
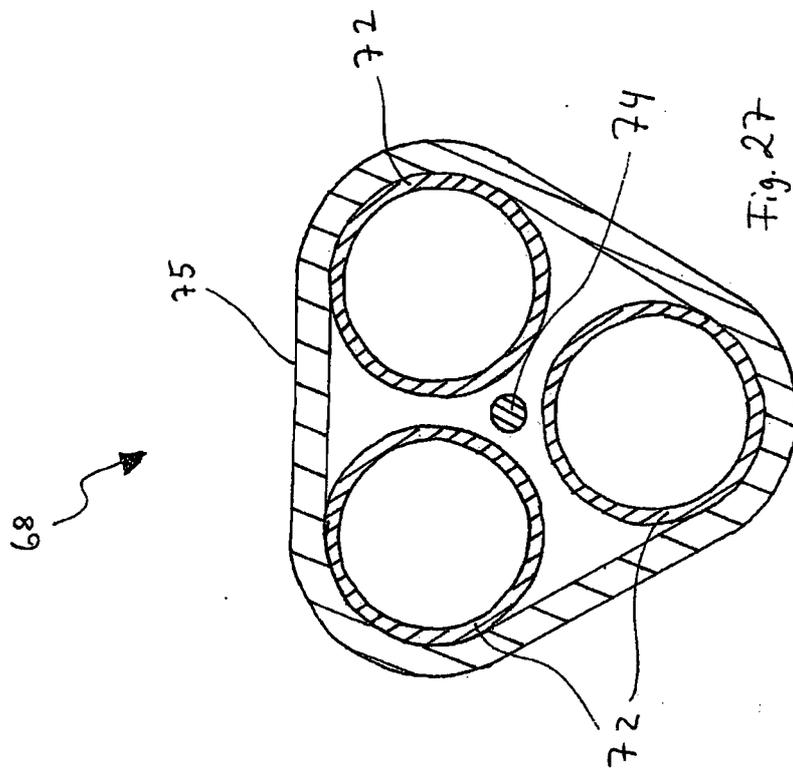
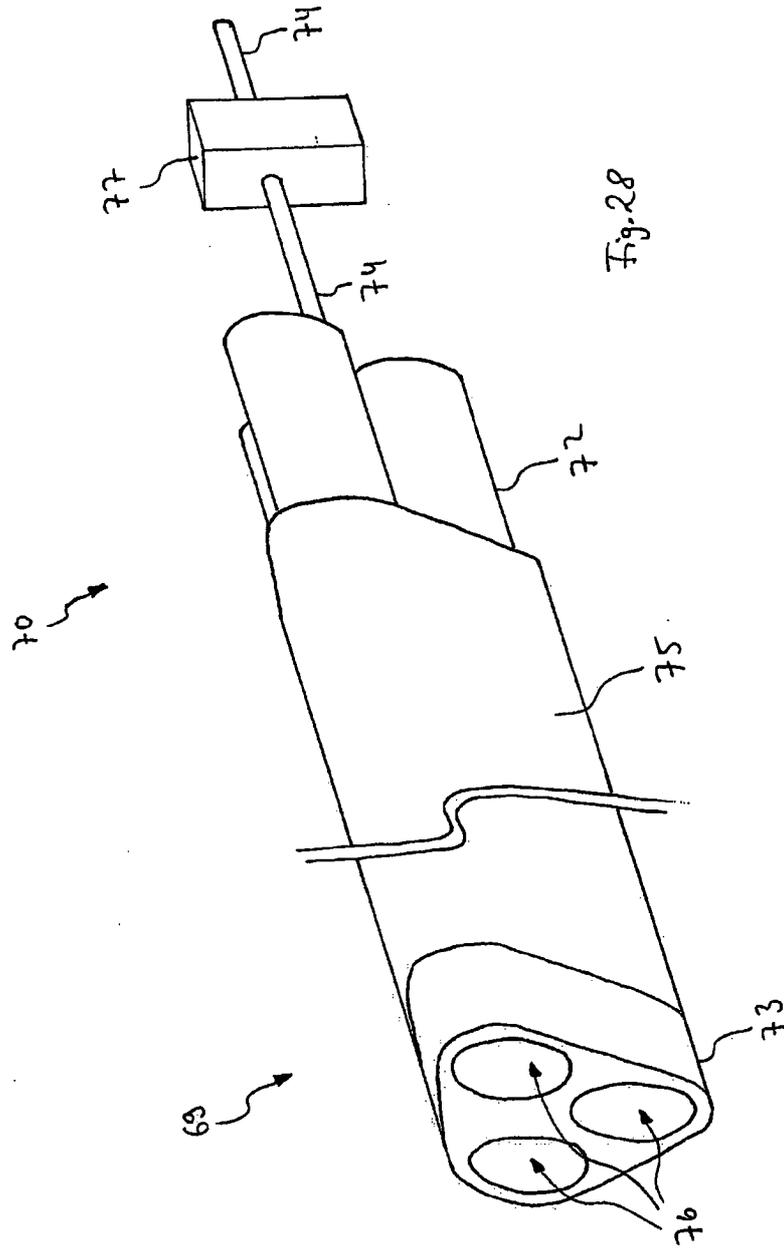
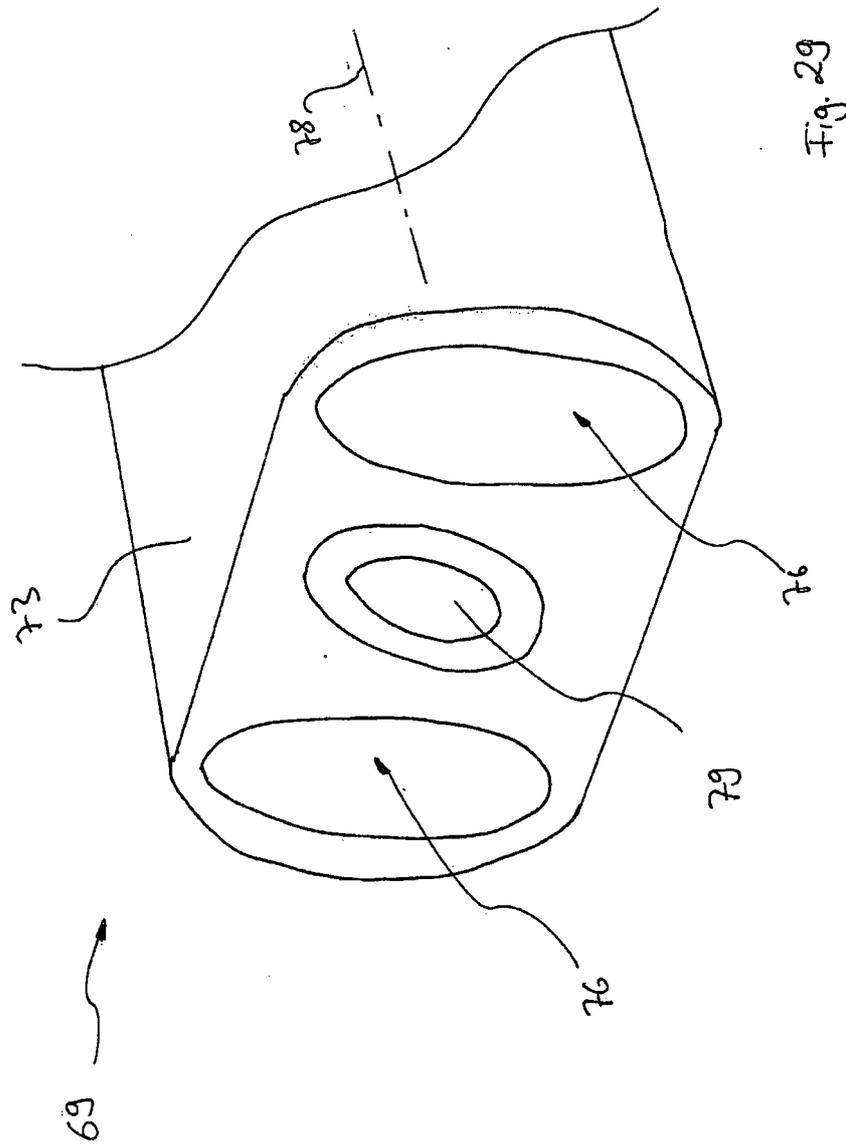
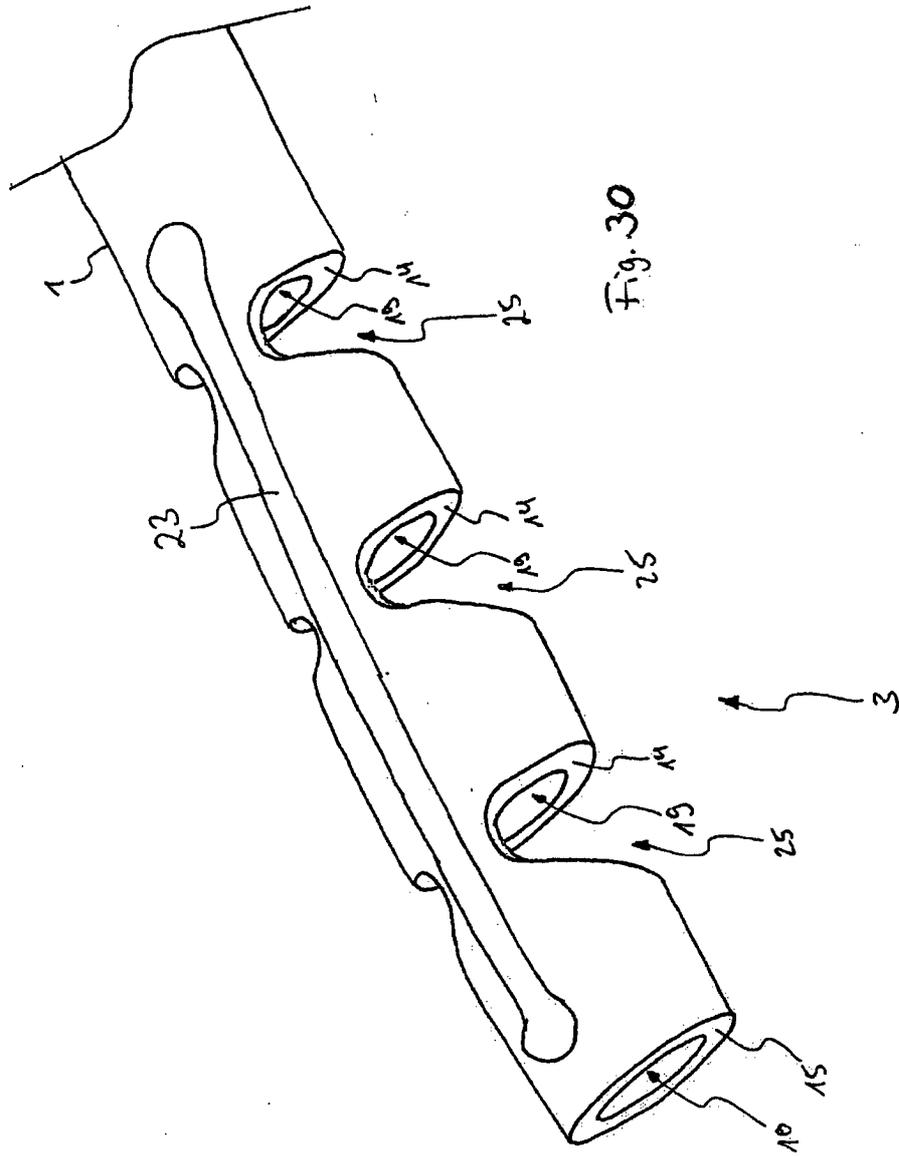


Fig. 26









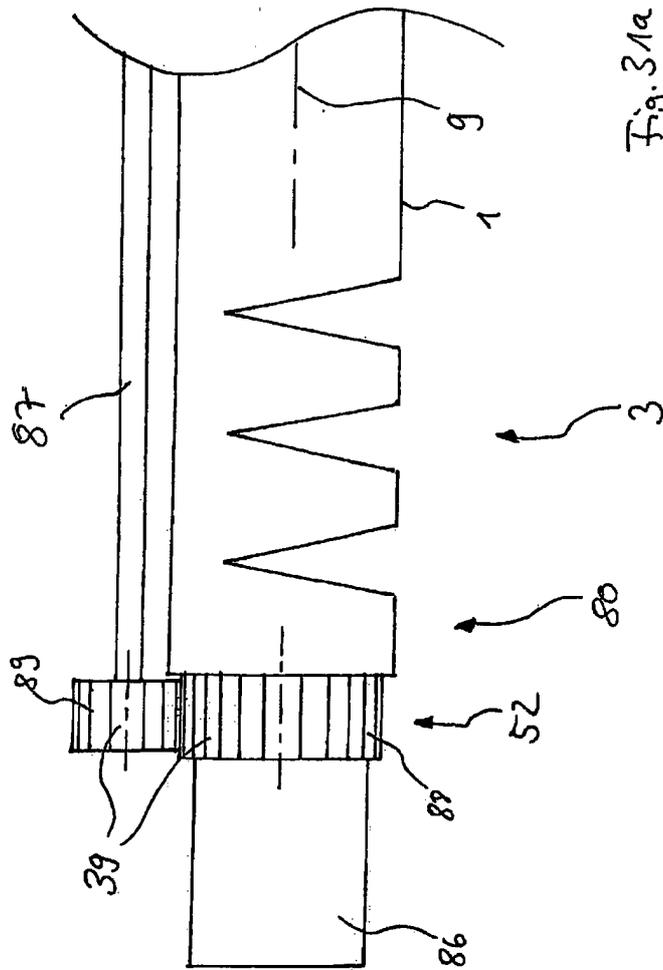


Fig. 31a

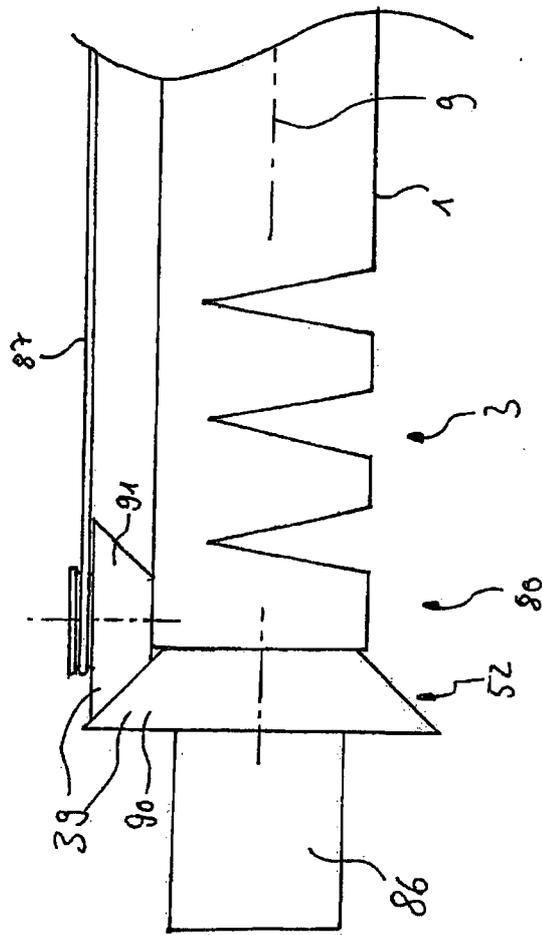


Fig. 31b

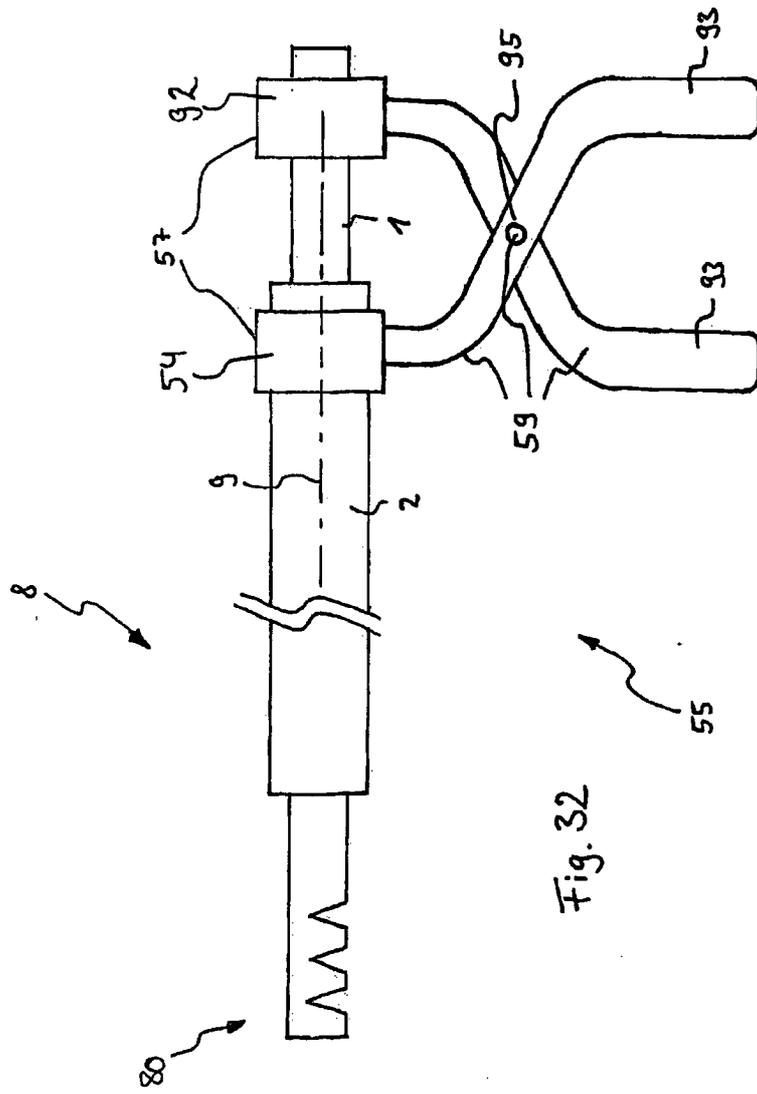


Fig. 32

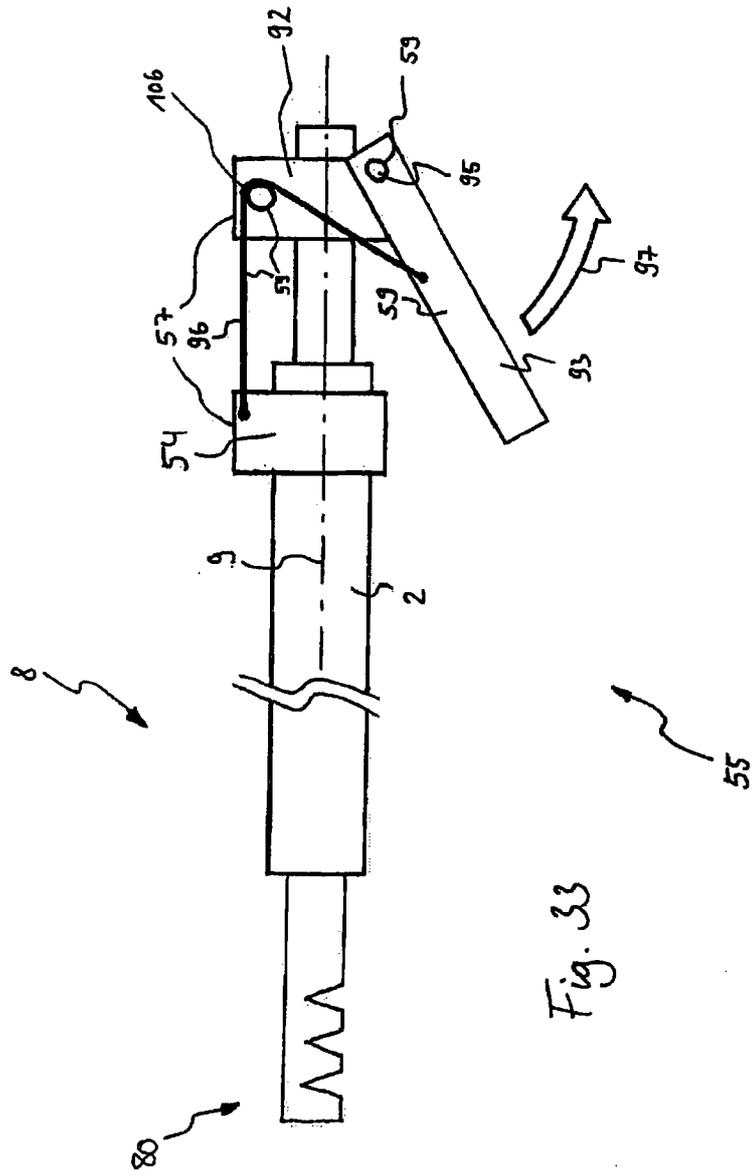


Fig. 33

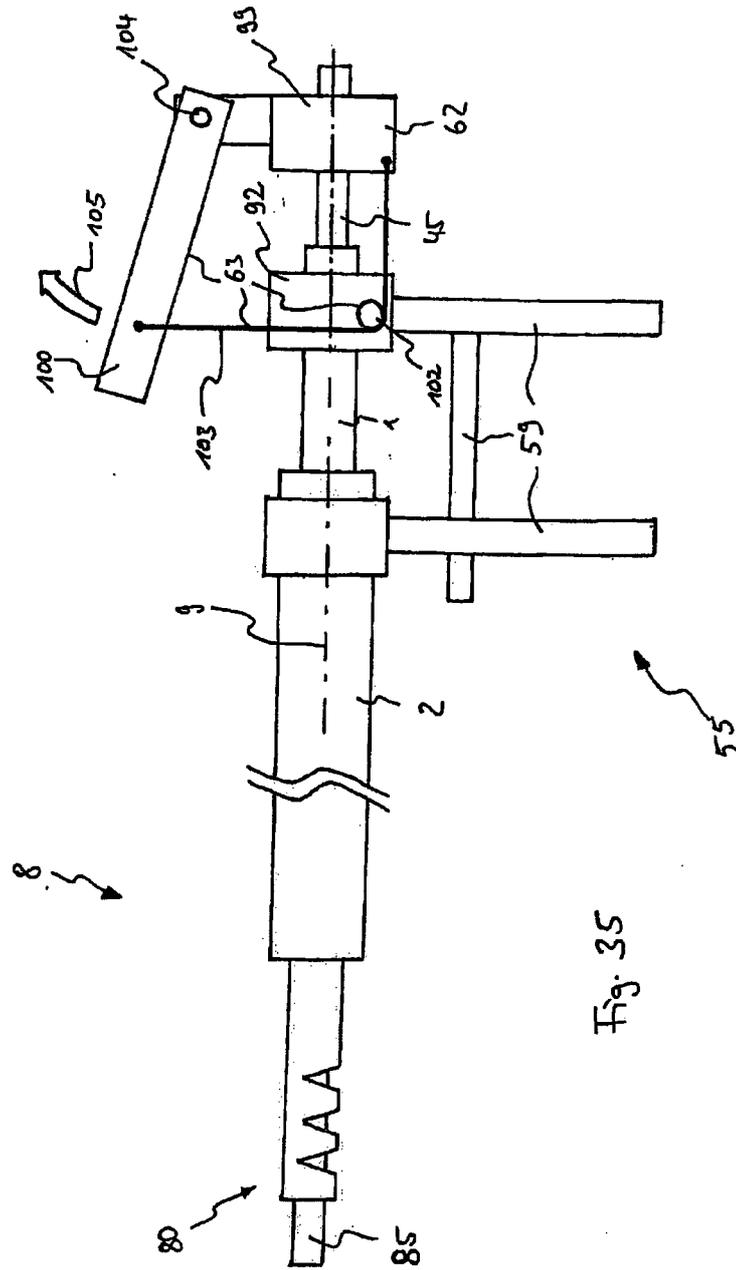
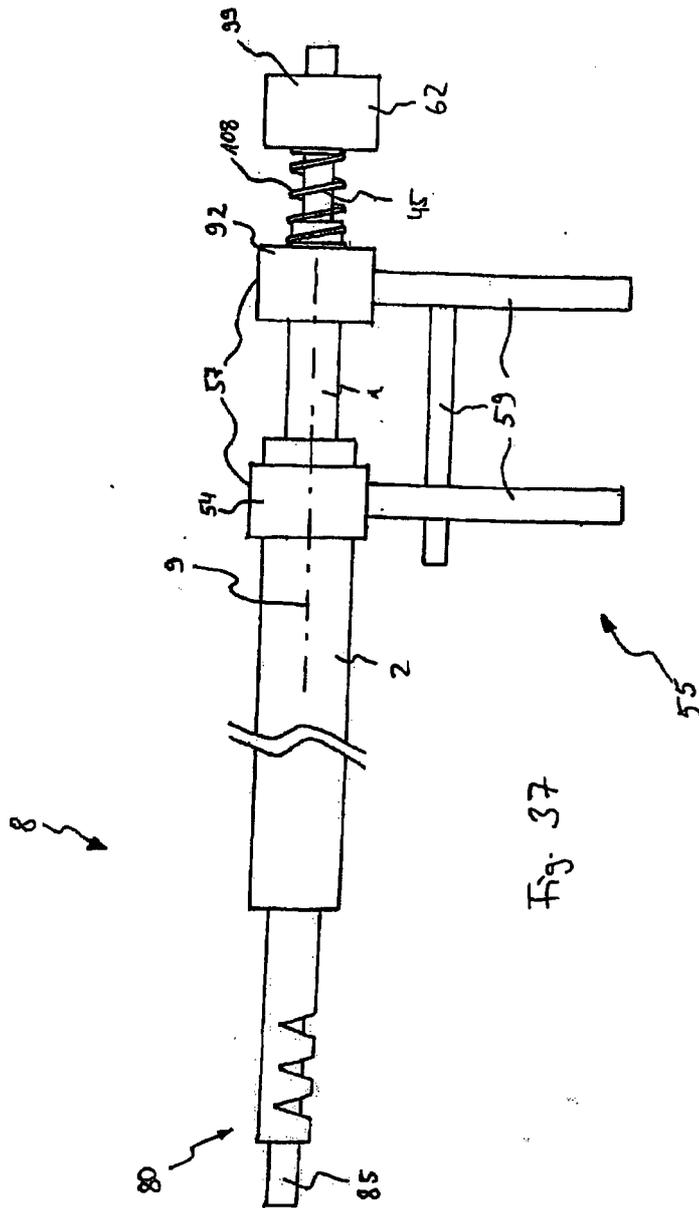


Fig. 35



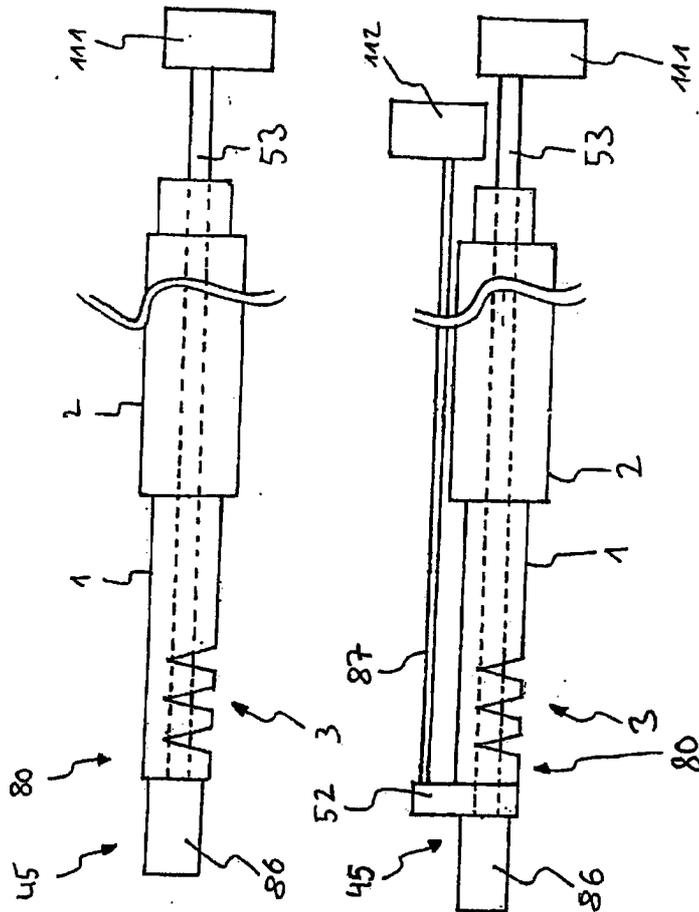


Fig. 38a

Fig. 38b

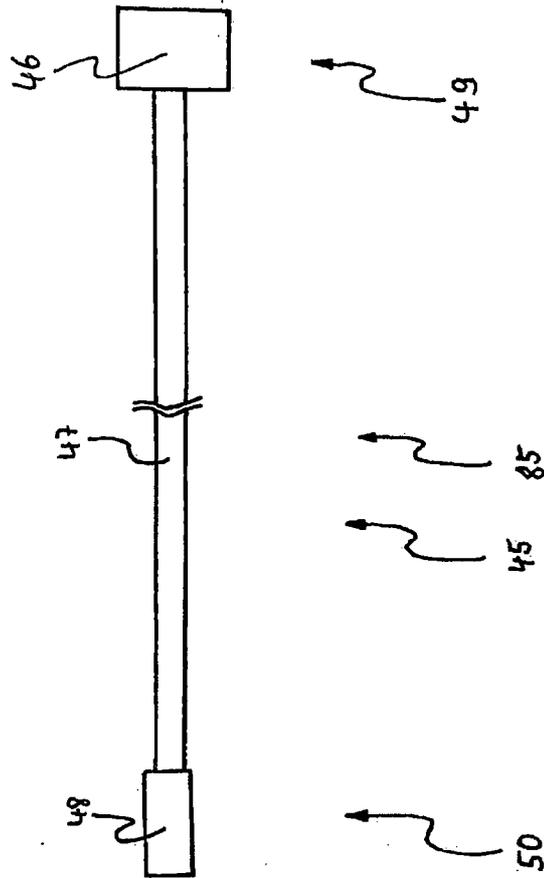


Fig. 39

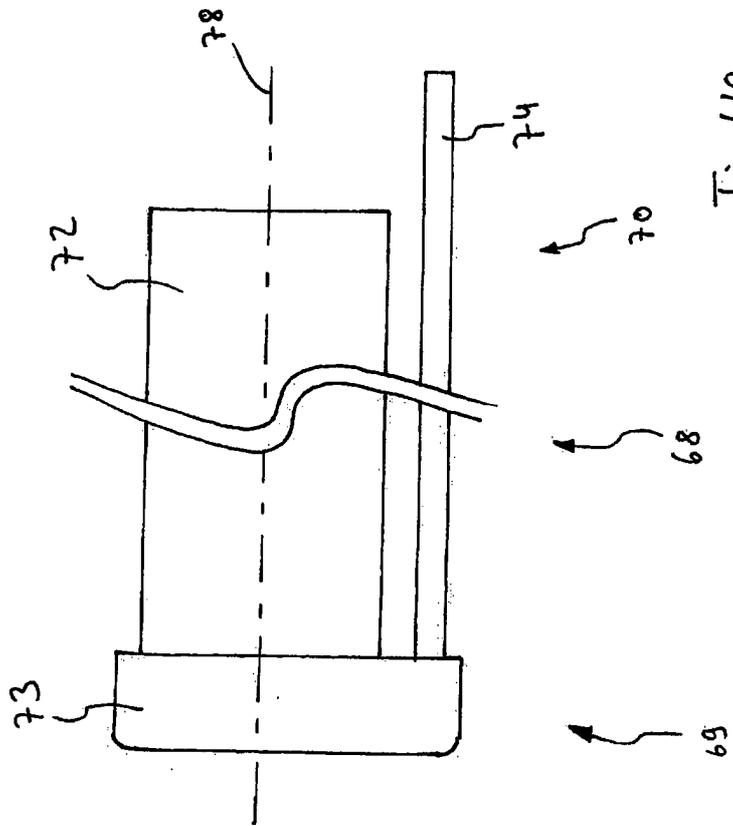


Fig. 40

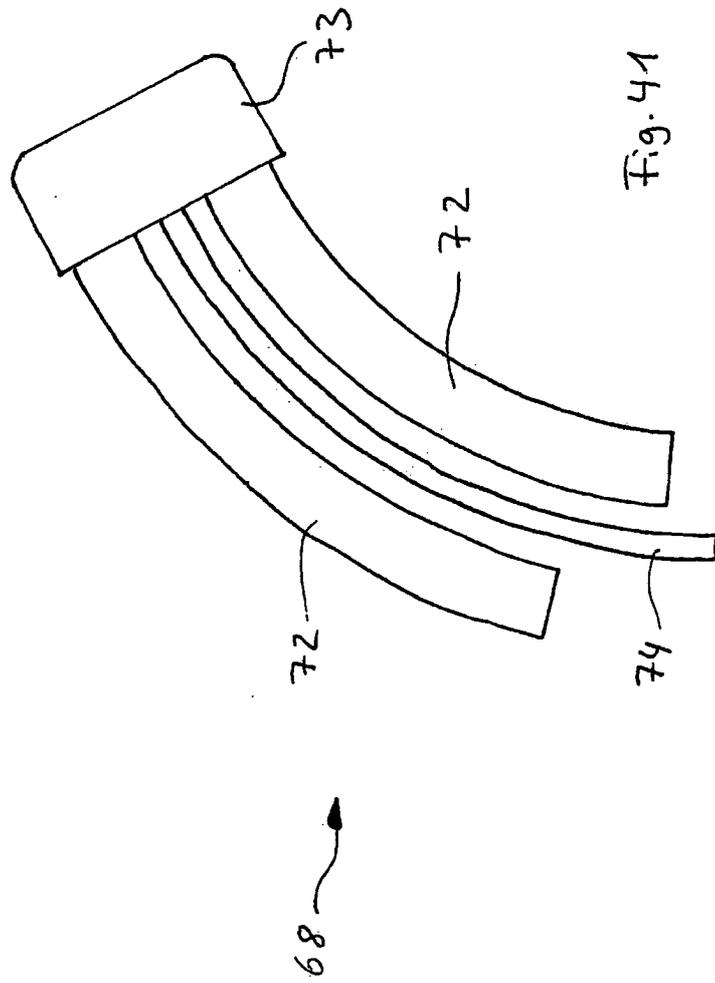
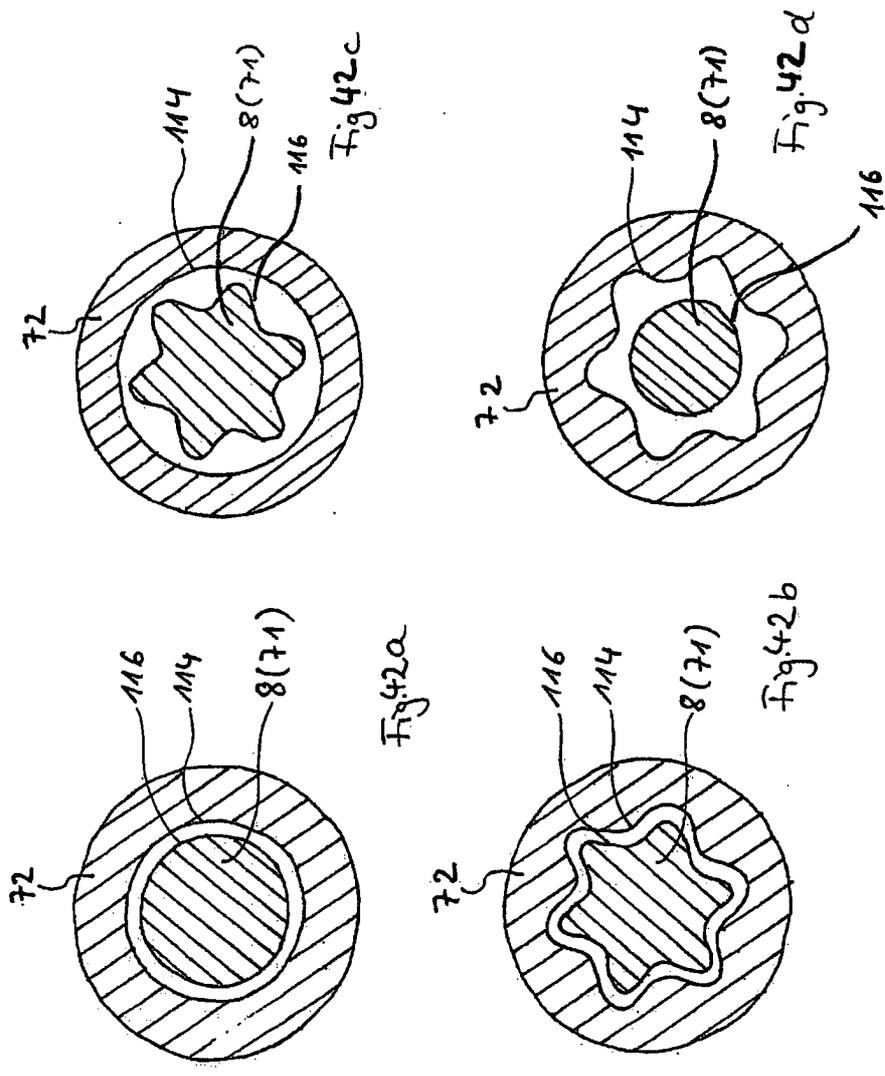


Fig. 41



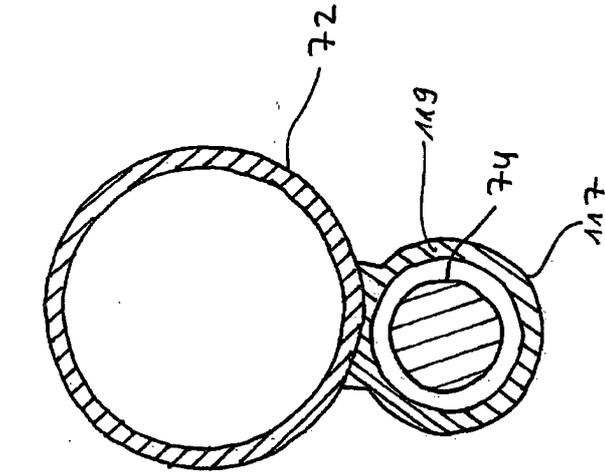


Fig. 43b

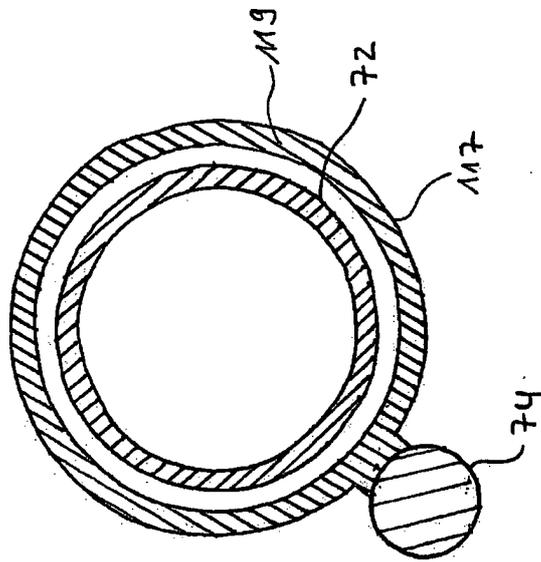


Fig. 43a

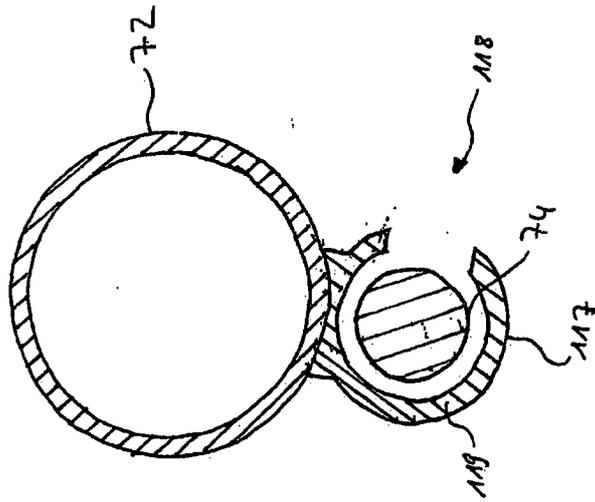


Fig. 43d

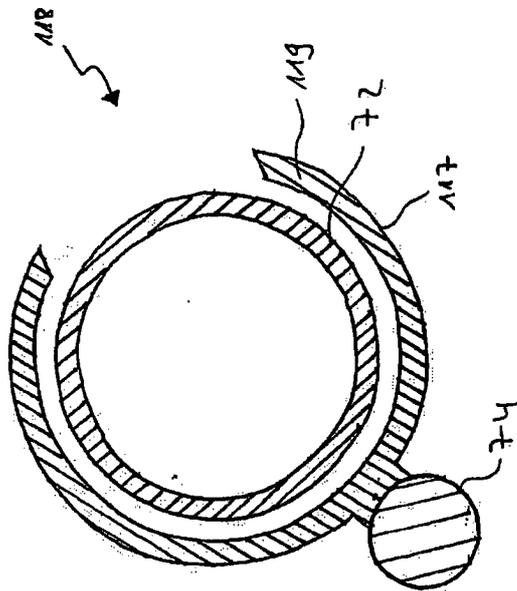


Fig. 43c

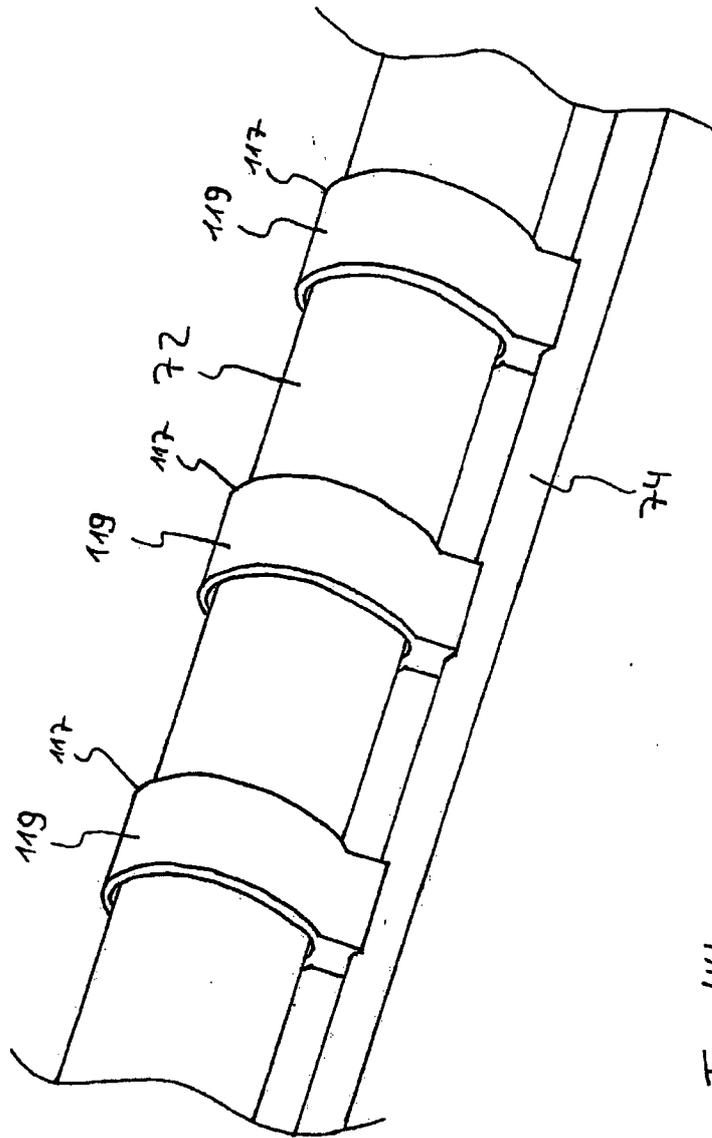
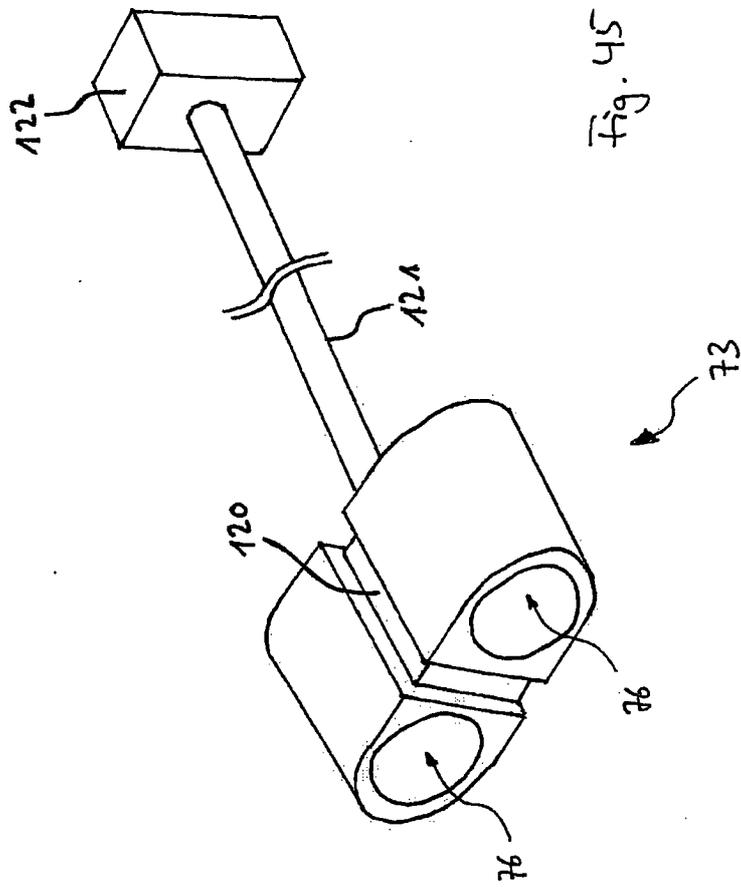


Fig. 44



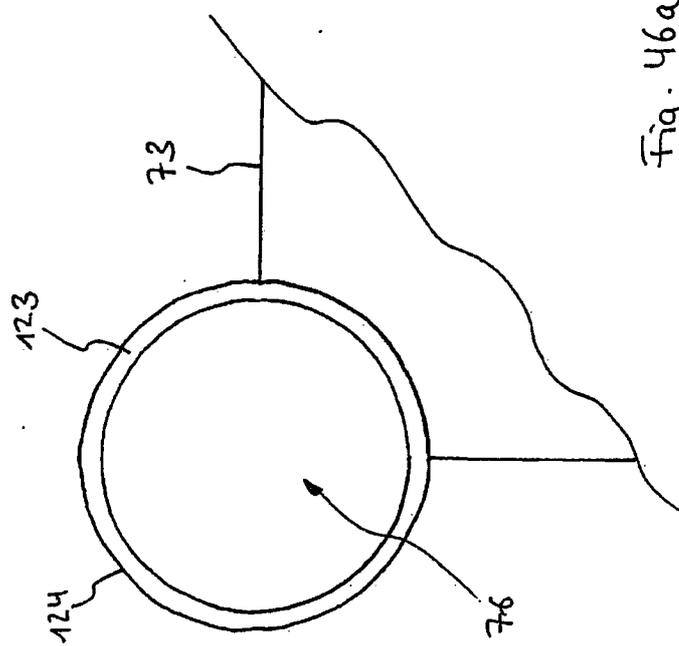


Fig. 46a

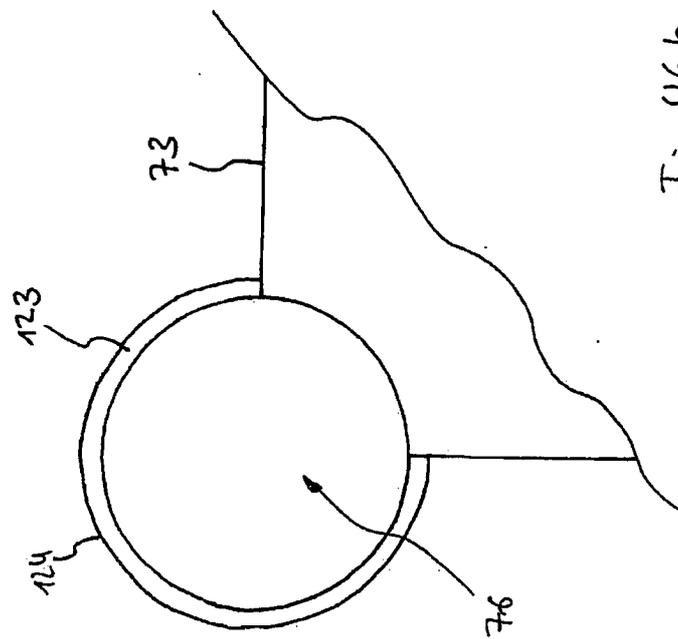


Fig. 46b

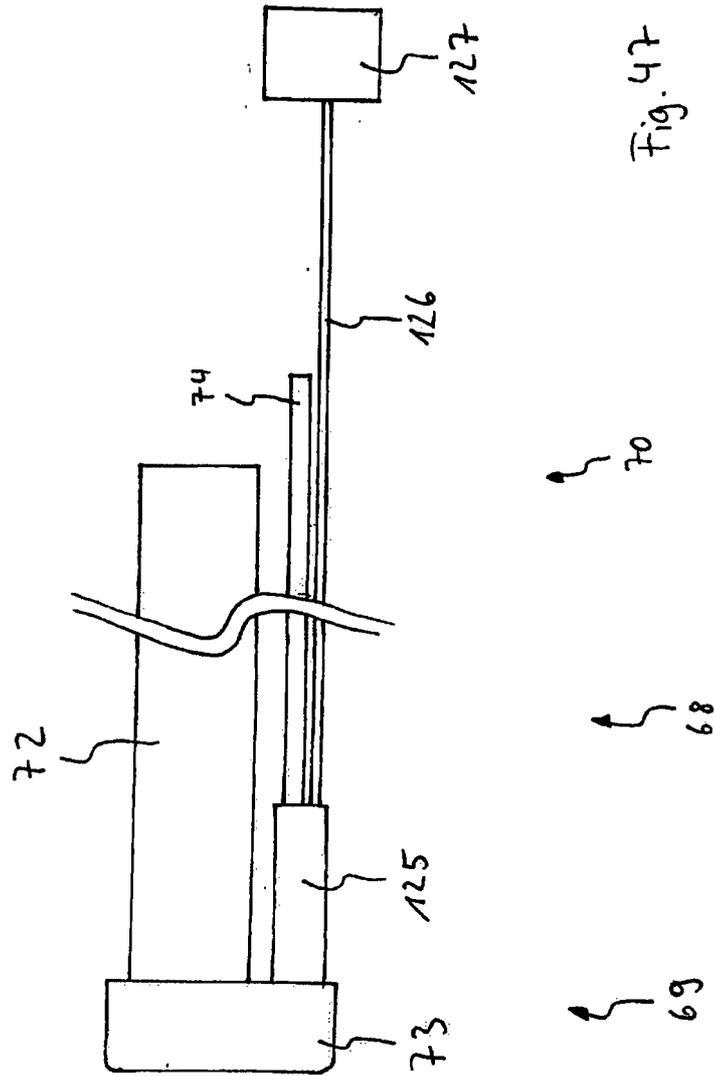


Fig. 47

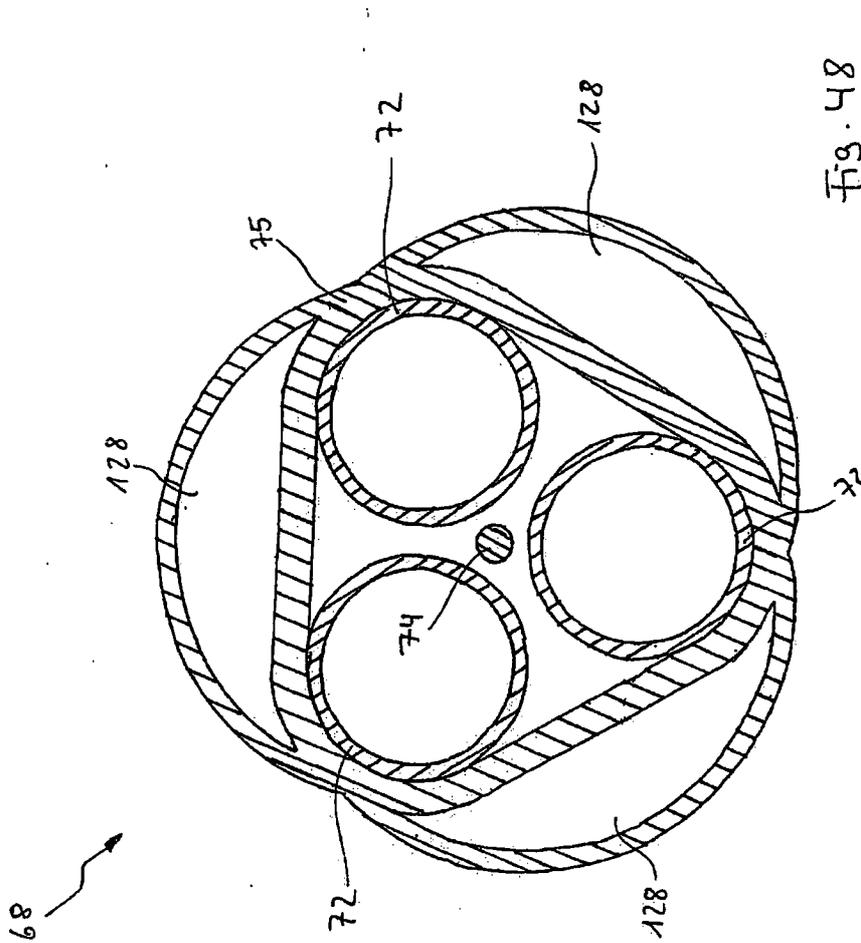


Fig. 48

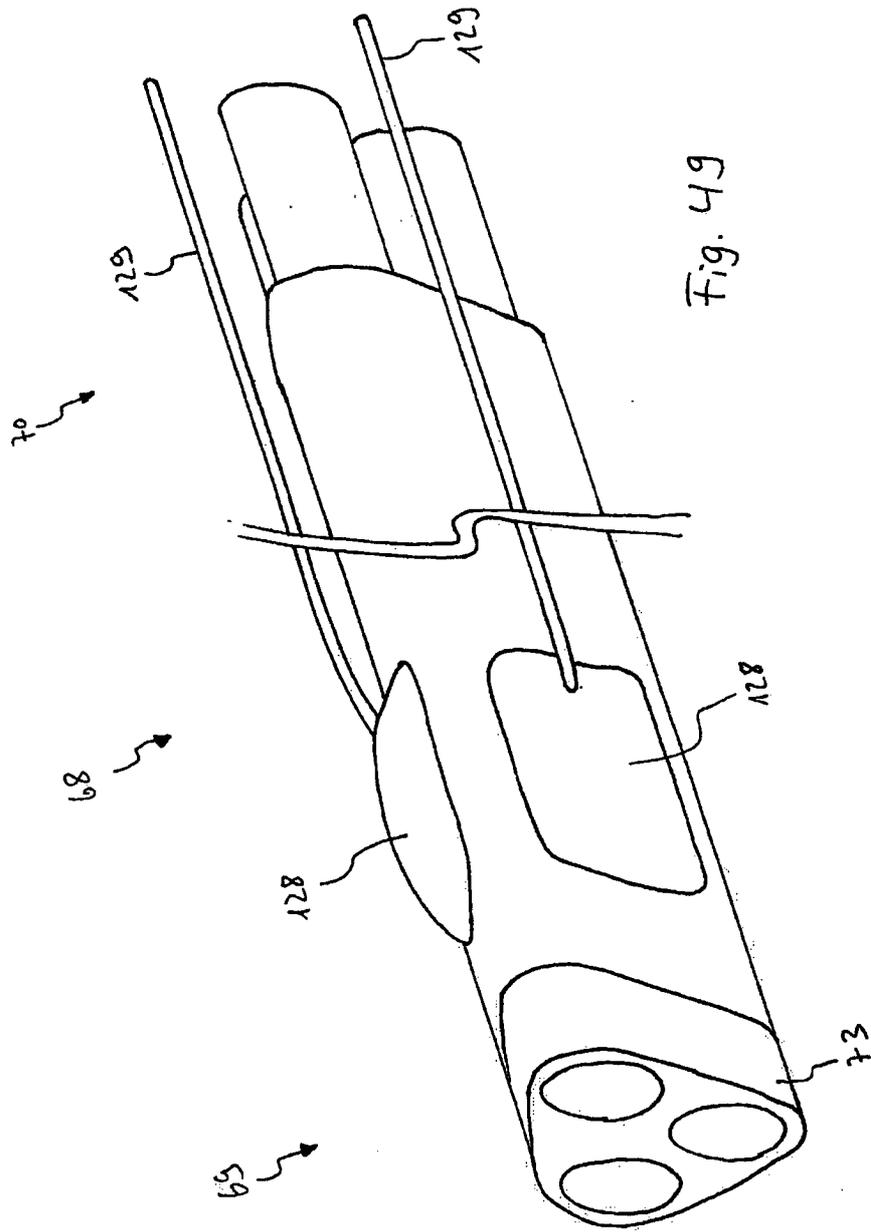


Fig. 49

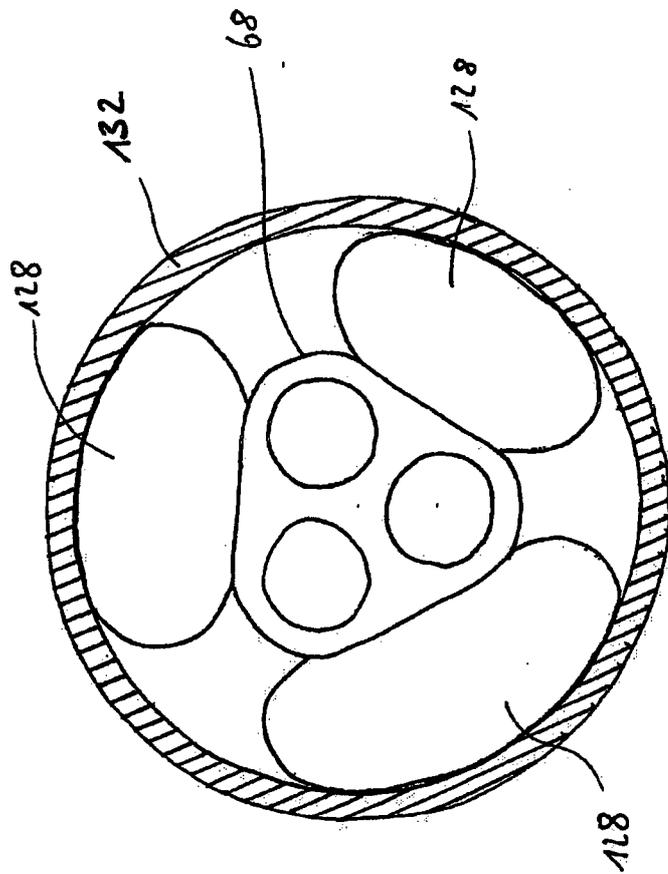


Fig. 50

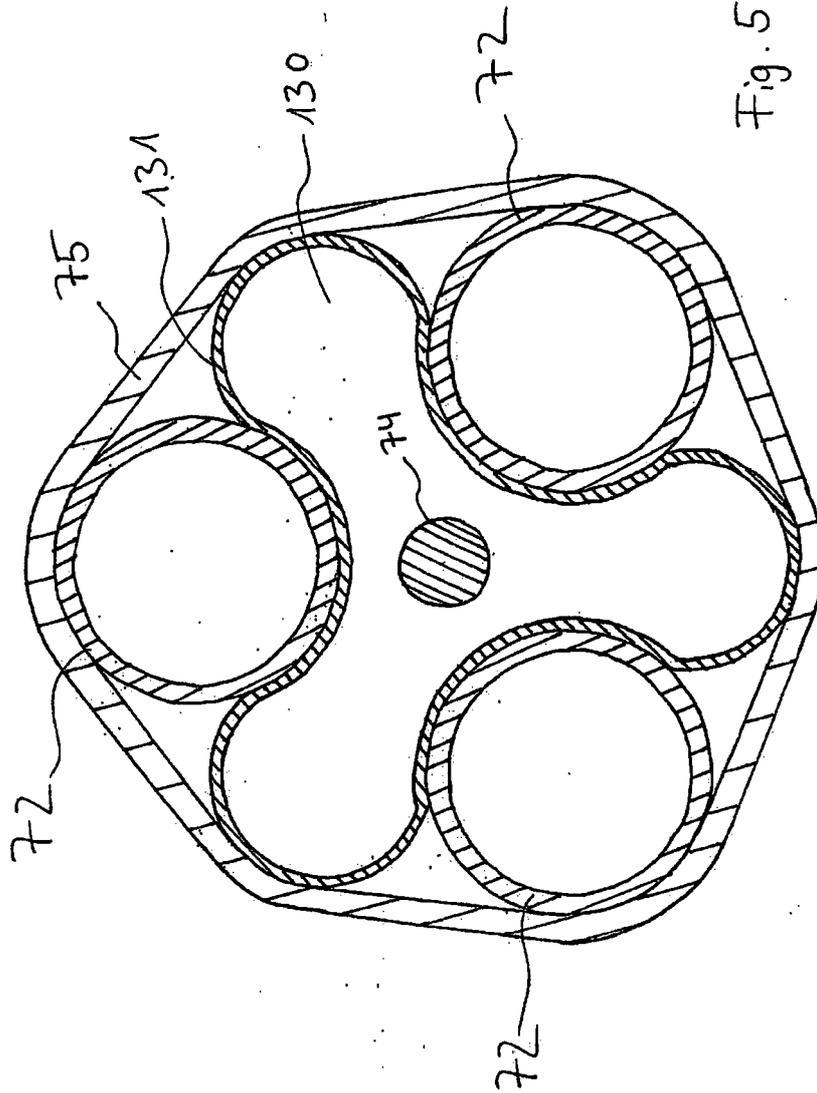


Fig. 51a

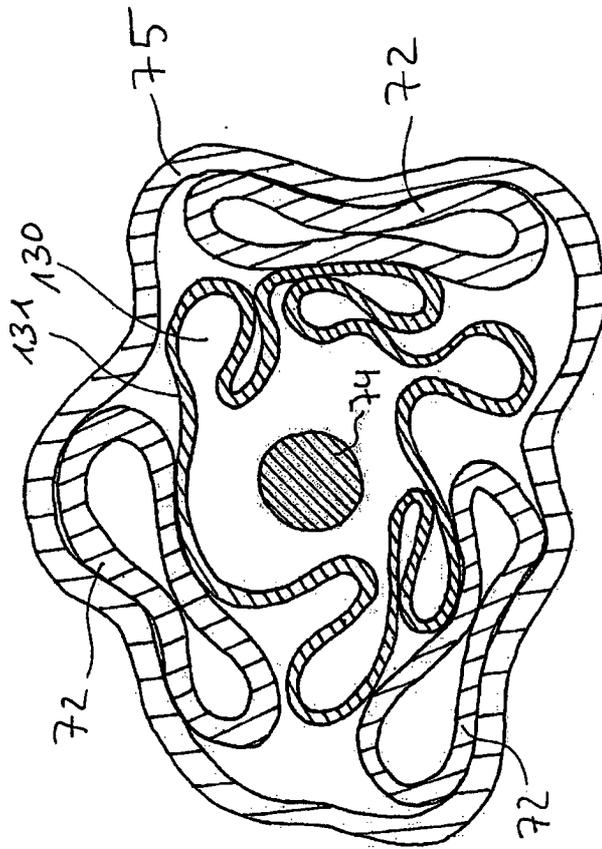


Fig. 51b