



(10) **AT 514914 A4 2015-05-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 754/2013
(22) Anmeldetag: 30.09.2013
(43) Veröffentlicht am: 15.05.2015

(51) Int. Cl.: **B25J 9/06** (2006.01)
B25J 17/02 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
JP 2000225591 A
US 4990050 A
JP H0788788 A
WO 2006036067 A2
EP 0439931 A1

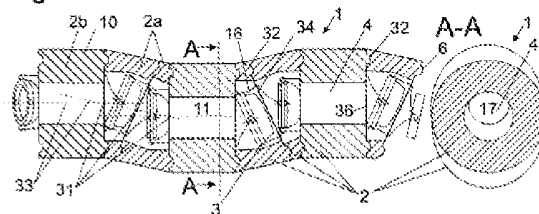
(71) Patentanmelder:
Lungenschmid Dieter Dr.
6020 Innsbruck (AT)

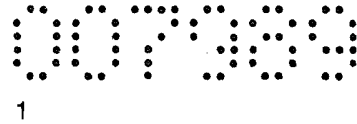
(74) Vertreter:
Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan
Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler
Christoph MMag. Dr.
Innsbruck

(54) **Krümmvorrichtung, insbesondere Roboterarm**

(57) Krümmvorrichtung (1), insbesondere ein Roboterarm, mit einer aus einer Vielzahl von zueinander drehbaren, hohl ausgebildeten Segmenten (2) gebildeten Hohlwelle (10), wobei die Segmente (2) zueinander durch jeweils zumindest eine Stützeinrichtung (16) stabilisiert sind, wobei die zumindest eine Stützeinrichtung (16) zwischen zwei benachbarten Segmenten (2) angeordnet ist und die zwei benachbarten Segmente (2) und die Stützeinrichtung (16) einen durchgehenden Hohlraum (11) bilden.

Fig.1c





Zusammenfassung

Krümmvorrichtung (1), insbesondere ein Roboterarm, mit einer aus einer Vielzahl von zueinander drehbaren, hohl ausgebildeten Segmenten (2) gebildeten Hohlwelle (10), wobei die Segmente (2) zueinander durch jeweils zumindest eine Stützeinrichtung (16) stabilisiert sind, wobei die zumindest eine Stützeinrichtung (16) zwischen zwei benachbarten Segmenten (2) angeordnet ist und die zwei benachbarten Segmente (2) und die Stützeinrichtung (16) einen durchgehenden Hohlraum (11) bilden.

(Fig. 1c)



Die Erfindung betrifft eine Krümmvorrichtung, insbesondere einen Roboterarm, mit einer aus einer Vielzahl von zueinander drehbaren, hohl ausgebildeten Segmenten gebildeten Hohlwelle, wobei die Segmente zueinander durch jeweils zumindest eine Stützeinrichtung stabilisiert sind.

Eine Krümmvorrichtung der eingangs genannten Art ist aus der Patentschrift WO2013/080197 A1 bekannt und zählt bereits zum Stand der Technik. Diese Patentschrift zeigt einen Roboterarm, welcher auch in der Endoskopie eingesetzt werden und über ein Verdrehen von mehreren keilförmigen Segmenten schlangenartige Formen und Bewegungen annehmen kann.

Eine Krümmvorrichtung dieser Art sollte bei geringen Abmessungen in ihrer Bauart leicht sein, um sich nicht bereits durch ihr Eigengewicht im gestreckten Zustand zu verformen, beispielsweise durchzubiegen oder gar abzuknicken. Diese Eigenschaften, wie Leichtigkeit, Stabilität, kompakte Bauweise, sind in sich sehr widersprüchlich. Zusätzlich ist es aufgrund der Vielzahl von zueinander drehbaren Segmenten, welche zu einer Veränderung der Form der Krümmvorrichtung führen, sehr schwierig, diese Anordnung aus einzelnen Bestandteilen zueinander stabil zu fixieren. Dies erfolgt beispielsweise wie in der eingangs genannten Patentschrift durch ein Gelenk, welches zwischen den Segmenten verbaut wird. Dieses Gelenk befindet sich an einer Stelle der Vorrichtung, die eigentlich genutzt werden könnte. Da durch die gedrungene Bauweise, besonders in einer Krümmvorrichtung, bereits wenig Spielraum für beispielsweise Antriebskomponenten in der Vorrichtung vorherrschend ist, wäre es von Vorteil, wenn der intern liegende Hohlraum frei von störenden Bestandteilen der Krümmvorrichtung ist, um dort einen - für die beispielsweise Endoskopie wichtigen - Mehrzweck-Versorgungskanal verlegen zu können, der auch bei einer Verkrümmung der Krümmvorrichtung nicht gestört oder unterbrochen wird.

Die Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, die vorher beschriebenen Nachteile zu Vermeiden und eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Krümmvorrichtung anzugeben, welche in sich stabil ist und dennoch mehr Platz für einen besser nutzbaren Führungskanal in ihrem Hohlraum bietet.



Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die zumindest eine Stützeinrichtung zwischen zwei benachbarten Segmente angeordnet ist und die zwei benachbarten Segmente und die Stützeinrichtung einen durchgehenden Hohlraum bilden.

Durch das Kardanring-Gelenk, welches sich um den Hohlraum der Welle herum erstreckt, entsteht ein Führungskanal, der in sich frei ist und auch bei der Verkrümmung der Krümmvorrichtung kein Hindernis im Führungskanal bildet, welches beispielsweise die dort befindlichen Leitungen beeinflussen könnte. Antriebskomponenten und Sensoren, als Beispiel, werden intern in einem Basissegment verbaut und von diesem umhüllt, wobei diese Antriebskomponenten außerhalb des gebildeten Führungskanals liegen. Aufgrund der Verwendung von je einem Kardanring-Gelenk pro Winkelsegment, liegt der Kardanpunkt nicht in derselben Ebene wie die Kontaktflächen der Segmente, was dazu führt, dass die zum Beispiel intern verlegten Leitungen nicht so stark geknickt werden.

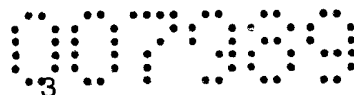
Figurenbeschreibung:

Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele im Folgenden näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1a bis Fig.1c unterschiedliche Ausführungsbeispiele einer Krümmvorrichtung in schematischen Schnittansichten

Fig. 1x bis Fig.1z schematische Darstellung der Längsachsen und Schnittpunkte

Fig. 2a und 2b eine schematische Darstellung eines Kardanring-Gelenkes in unterschiedlichen Ansichten



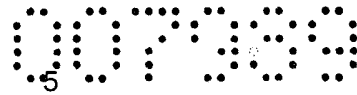
- Fig. 3a bis 3c schematische Darstellungen unterschiedliche Ausführungsbeispiele einer Krümmvorrichtung in gekrümmten Formen,
- Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels bestehend aus zwei Basissegmenten und zwei Winkelsegmenten in einer Schnittansicht
- Fig. 5a und Fig. 5b mehrere Angulierungssegmente in gekrümmten Formen in schematischer Schnittdarstellung
- Fig. 6a und 6b schematische Darstellungen eines Ausführungsbeispiels bestehend aus zwei Basissegmenten und zwei Winkelsegmenten mit einem Antriebssystem in einer Schnittansicht
- Fig. 7a bis 7c zeigen mehrere Beispiele von Antriebssystemen und Sensoren in schematischen Schnittansichten
- Fig. 8 schematisch dargestellt ein Beispiel einer Anordnung aus Segmenten in einem Stabilisierungselement, Außenüberzug, Innenüberzug und Leitungen
- Fig. 9 ein Ausführungsbeispiel einer zusammenwirkenden Anordnung von Krümmvorrichtung, Einführrohr und Regeleinheit in einer Skizze
- Fig. 10 ein Ausführungsbeispiel einer Krümmvorrichtung in ihrem Einsatz

Die Fig. 1a zeigt ein sehr einfaches Ausführungsbeispiel aus mehreren zueinander angeordneten Segmenten 2, welche einzeln um ihre Längsachse rotierbar sind und in ihrer Form an ihren Kontaktflächen 32 ineinandergreifen, um nach dem Zusammensetzen eine stabile Hohlwelle 10 zu ergeben. Die Kontaktflächen 32 sind



als symmetrische Kreisringe ausgebildet, um nach dem Eingreifen in das nächste Segment 2 ein Verdrehen der einzelnen Segmente 2 um die Längsachse 33 zu ermöglichen. Die ineinandergreifenden Kontaktflächen 32 können beispielsweise mit einer reibungsarmen Beschichtung 6 ausgestattet sein und somit als Gleitlagerung dienen. Dies kann beispielsweise mit einer Teflonbeschichtung erreicht werden, wobei anstelle einer Beschichtung 6 auch ein Drehlager 5 verwendet werden kann. Drehlager gibt es in verschiedenen Ausführungen, untergeordnet in Gleitlager oder Wälzlager. Je nach Ausführungsbeispiel kann also sowohl direkt über eine Beschichtung 6, als auch über ein Drehlager 5 wie ein Gleitlager oder ein Wälzlager, beispielsweise Nadellager oder Kugellager oder einer Kombination aus allen genannten Möglichkeiten, eine reibungsarme Anordnung der einzelnen Segmente 2 zueinander realisiert werden. Die Lagereigenschaften müssen sehr reibungsarm sein, sodass bei einer leichten Berührung der Hohlwelle 10 die Segmente 2 sich ineinander in gegenläufiger Richtung verdrehen und die Hohlwelle somit ihre Form verändert. Die Hohlwelle 10 muss in ihrer Form der Umgebung anpassbar sein, da sie sich in ihrem vorgesehenen Anwendungsbereich durch enge und eventuell weiche, empfindliche, röhrenartige Ausbildungen bewegen muss, wie beispielsweise einem Darm 90 eines menschlichen Körpers bei einer Coloskopie. Durch Verdrehen der Segmente 2 verändert sich der Winkel der Segmente 2 zueinander. Somit können durch ein Drehen an einem, und/oder mehrerer Segmente 2, an verschiedenen Stellen der Hohlwelle 10, verschiedenste Formen hergestellt werden. Ähnlich einer Schlange kann sich die Anordnung der Segmente 2 als Hohlwelle 10 somit durch Hindernisse bahnen und kann bei Berührung mit einem Hindernis diesem ausweichen, beziehungsweise, als Beispiel, dem anatomischen Verlauf eines Darmes 90 ohne Krafteinwirkung auf die Darmwand folgen.

Das gezeigte Ausführungsbeispiel zeigt nur eine Art von Segmenten 2, wobei jedes Segment 2 zueinander durch eine Stützeinrichtung 16, in diesem Ausführungsbeispiel durch ein Kardanring-Gelenk 3, gestützt wird. Anstelle der Kardanring-Gelenke 3 kann auch ein Drehlager 5, wie beispielsweise ein Axialkugellager zwischen den Segmenten verklebt werden. Eine Seite des Kardanring-Gelenks 3, die Ankerscheibe 36, ist fest mit dem Segment 2 verbunden, die andere Seite, die Gleitscheibe 34, dient als schwenkbare Plattform für das nächste Segment 2, auf welchem sich dieses rotierbar um seine Längsachse 33



gleitend abstützt. Das Kardanring-Gelenk 3 wird in der Fig. 2a und 2b detailliert skizziert dargestellt. Die Segmente 2 und die Kardanring-Gelenke 3 ergeben zusammen eine flexible und trotzdem rotationsstabile Hohlwelle 10, welche als Krümmvorrichtung 1 eingesetzt werden kann. Durch die Kardanring-Gelenke 3 wird der Hohlraum 11 in der Hohlwelle 10 nicht beeinträchtigt und bleibt in seiner Funktion als, zum Beispiel, Führungskanal 4 für medizinische Geräte wie Biopsievorrichtungen, Kameras, Spüleleitungen, etc. voll nutzbar. Kein Gelenk behindert die Hohlwelle 10 in ihrem Hohlraum 11. Das in Fig. 1a gezeigte System hat den Vorteil, dass wenige Komponenten benötigt werden. Unkompliziert im Aufbau nur durch die Verwendung von ausschließlich Winkelsegmenten 2b ergibt sich auch der weitere Vorteil von sehr engen Radien, welche bei der Verkrümmung der Hohlwelle 10 erreichbar sind. Dennoch ist es schwierig, bei dieser Art der Hohlwelle 10 beispielsweise ein Antriebssystem unterzubringen.

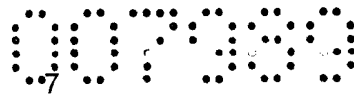
Die Fig. 1b zeigt ein weiteres, einfaches Ausführungsbeispiel einer Hohlwelle 10, diesmal bestehend aus zwei unterschiedlichen Segmenten 2, welche in mehrfacher Stückzahl auf symmetrischen Ringflächen zueinander angeordnet sind. In diesem Beispiel unterscheidet man zwischen Winkelsegment 2b und Basissegment 2a. Gleich wie die Segmente 2 in der Figurenbeschreibung der Fig. 1a sind die einzelnen Segmente 2a, 2b zueinander auf Drehlager 5 oder einfach aufgrund ihrer ineinandergreifbaren Form an den Kontaktflächen 32 drehbar gelagert. Das hier als Stützeinrichtung 16 verwendete Kardanring-Gelenk 3, erfindungsgemäß auch in diesem Beispiel ringförmig dargestellt, sitzt nun beispielsweise am Basissegment 2a mit der Ankerscheibe 36 fest verankert und stützt mit seiner Gleitscheibe 34 das Winkelsegment 2b. Bei einer Drehbewegung an zumindest einem Winkelsegment 2b beginnt sich das System zu verkrümmen – ausgestattet mit einem ununterbrochenen Hohlraum 11, welcher als Führungskanal 4 nutzbar ist. Durch die zylindrisch aufgebauten Basissegmente 2a ist es einfacher, Antriebskomponenten in das System einzubauen, beziehungsweise, die Hohlwelle 10 mittels um die Segmente 2 angeordneten Stabilisierungselements 7, in welchem die Basissegmente 2a verdrehfest gelagert sind, zu stabilisieren. Eine Hohlwelle 10, welche nur aus Winkelsegmenten 2b besteht, wie in Fig. 1a beschrieben, hat aufgrund der erreichbar engen Radien bei der Verwindung der Hohlwelle 10 recht hohe Anforderungen an die



Biegsamkeit des Stabilisierungselements 7. Die Dehnung am Außenradius der verkrümmten Hohlwelle sorgt für eine Streckung am Stabilisierungselement 7, die Stauchung am Innenradius sorgt für ein Komprimieren. In der Fig. 1b wird zwischen den Winkelsegmenten 2b ein Basissegment 2a verwendet, welches die Dehnungs-Streckungsunterschiede am Stabilisierungselement 7 aufgrund seiner Länge zusätzlich kompensieren kann. Dennoch ergibt sich aus dem Anordnungsbeispiel wie in Fig. 1b genannt ein Nachteil. Durch nur ein Winkelsegment zwischen den Basissegmenten ist der erreichbare Radius nicht so eng wie in Figur 1a.

Die Fig. 1c zeigt eine Kombination aus den Ausführungsbeispielen der Fig. 1a und 1b. Zwischen jedem Basissegment 2a liegen zwei Winkelsegmente 2b; somit ergeben sich die Vorteile aus den beiden vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen vereint in einem: es sind enge Radien erreichbar, es gibt genügend Platz für Antriebskomponenten, das Stabilisierungselement 7 kann die bei der Verwindung auftretenden Dehnungs-Streckungsunterschiede kompensieren. Auch bei diesem Ausführungsbeispiel ist als Stützeinrichtung 16 ein ringförmiges Kardanring-Gelenk 3 verbaut, welches am Basissegment 2a fest verankert ist und an der Gleitscheibe 34 das zugehörige Winkelsegment 2b abstützt. Der dadurch entstehende Hohlraum 11 bleibt wie in Fig. 1a und 1b als Führungskanal nutzbar. An den Kontaktflächen 32 ist in der Fig. 1c eine Ausformung mit Beschichtung 6 zuständig für die leicht drehbare Lagerung der einzelnen Segmente 2. Dies kann jedoch auch durch Drehlager 5 wie Gleit- und/oder Wälzlager erfolgen, wie auch in weiteren Figurenbeschreibungen erläutert und zum Beispiel in der Fig. 4 ersichtlich. Die einzelnen Segmente 2 können beispielsweise in einem Spritzgussverfahren aus einem Kunststoff produziert werden, jedoch auch, als weiteres Beispiel, aus gesintertem Leichtmetall wie Aluminium oder Titan. Wichtig ist, dass die Krümmvorrichtung 1 ein geringes Eigengewicht aufweist und dennoch stabil ausgeführt ist. Würde die Krümmvorrichtung 1 zu schwer, würde diese bereits durch ihr Eigengewicht durchhängen und zum Knicken neigen.

Die Fig. 1x zeigt schematisch die Längsachsen 33 der Segmente 2, um welche diese drehbar gelagert rotieren können und somit den Winkel zueinander verändern. Die Kardanpunkte 51 sind die Stellen, an denen sich die in der Fig. 1x nicht ersichtlichen,



als Stützeinrichtung 16 verwendeten, Kardanring-Gelenke 3 abbiegen. Die Schnittpunkte 31 sind die Ausgangspunkte, an welchen sich der Winkel der Segmente zueinander verändert. In dieser Skizze wird gezeigt, in welcher Relation sich die Kardanpunkte 51 zu den Schnittpunkten 31 befinden. Würde nur ein Kardanring-Gelenk für jeden Schnittpunkt 31 eingesetzt, um die Segmente 2 zu unterstützen, wäre der Knick in den Gelenken wesentlich stärker ausgeprägt. Das einfach ausgeführte Kardanring-Gelenk würde somit am gedachten Kardanpunkt 61 abbiegen. Dies hat weiterhin zur Folge, dass der Hohlraum, in welchem sich das Kardanring-Gelenk befindet, größer ausgestaltet sein müsste, um für den weiter ausragenden gedachten Kardanpunkt 61 Platz zu schaffen. Sind alle Segmente 2 so ausgerichtet, dass die Hohlwelle 10 sich nicht verwindet, sondern eine Gerade bildet, befinden sich die Kardanpunkte 51 gemeinsam mit den Schnittpunkten 31 auf der Längsachse 33.

Die Fig. 1y zeigt schematisch die Längsachsen 33 der Basissegmente 2a und der Winkelsegmente 2b. Aufgrund nur eines als Stützeinrichtung 16 verwendeten Kardanring-Gelenkes 3 zwischen den Basissegmenten und auch nur einem Winkelsegment 2b ergibt sich auch nur ein Kardanpunkt 51.

Die Fig. 1y zeigt schematisch die Längsachsen 33 der Basissegmente 2a und der zwei zwischen den Basissegmenten 2a liegenden Winkelsegmente 2b, gemeinsam mit den Kardanpunkten 51. Auch hier ist, wie in Fig. 1x, zu erkennen, dass durch die Verwendung von zwei Kardanring-Gelenken 3 kein so stark ausragender gedachter Kardanpunkt 61 auftritt, der bei der Verwendung von nur einem Kardanring-Gelenk 3 entstehen würde.

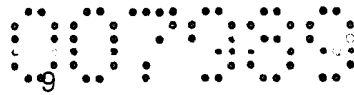
Die Fig. 2a zeigt schematisch das Beispiel eines ringförmigen Kardanring-Gelenks 3, verwendbar als Stützeinrichtung 16 im Wesentlichen aus drei Grundkörpern bestehend. Die Gleitscheibe 34 in ihrer ringförmigen Ausgestaltung mit einer Gleitfläche, welche man in der Fig. 2a nicht sehen kann, und einer davon abgewandten Ringfläche, auf welcher sich die Aufnahme der Ringscheibe 35 befindet. Diese Aufnahme kann unterschiedlich ausgeführt sein. In dieser schematischen Darstellung sind es zwei quaderförmige Erhebungen. Durch



beispielsweise Ausnehmungen in den Aufnahmen kann die Gleitscheibe 34 mittels Bolzen 37 mit der Ringscheibe 35 verbunden werden, wobei die Ringscheibe 35 dann um die Längsachse der Bolzen 37 drehbar gelagert ist. 90° versetzt dazu wird die Ringscheibe beispielsweise wiederum mit Bolzen 37 schwenkbar an den Aufnahmen der Ankerscheibe 36 befestigt. Die Ankerscheibe 36 wird in weiterer Folge mit ihrer Ankerfläche, welche in der Fig. 2a nicht sichtbar ist, an einem Segment 2 befestigt; zum Beispiel mit dem Basissegment 2a verklebt. Durch die ringförmige Ausbildung des Kardanring-Gelenkes 3 ist es möglich, zum Beispiel Leitungen oder Versorgungskanülen hindurchzuführen, welche bei einem Abknicken des Kardanring-Gelenkes 3 nicht beeinträchtigt werden. Anstelle von Bolzen 37 kann auch durch das Ineinandergreifen von Formen, welche an der Gleitscheibe 34, der Ringscheibe 35 und der Ankerscheibe 36 ausgebildet sind, eine flexible Verbindung hergestellt werden, wie beispielsweise durch ein Ineinanderschnappen von ausgeformten Zapfen in dafür vorgesehene Öffnungen. Anstelle eines direkten Kontaktes der Gleitscheibe 34 zum Winkelsegment 2b, kann der Kontakt auch über ein an der Gleitscheibe 35 befestigtes Drehlager 5 erfolgen.

Die Figur 2b zeigt eine schematische Darstellung eines zusammengebauten Kardanring-Gelenkes 3. An der Gleitfläche und/oder am Umfang der Gleitscheibe 34 wird im eingebauten Zustand des Kardanring-Gelenks 3 das Winkelsegment 2b geführt gelagert, wobei auch an der Gleitscheibe 34 ein weiteres Drehlager 5 anbaubar sein kann, welches das Verdrehen des Winkelsegments 2b um das Kardanring-Gelenk 3 erleichtert. Wie auch die Segmente 2 können die Kardanring-Gelenke 3 aus einem Kunststoff oder Leichtmetall produziert werden.

Die Fig. 3a zeigt die in Fig. 1a dargestellte Anordnung aus Segmenten 2 in verschiedenen gekrümmten Formen. Hier ist der Vorteil der engen Radien ersichtlich, welche durch eine nur durch Keilsegmente 2b aufgebaute Hohlwelle 10 erreichbar sind. In der Fig. 3a sieht man nur die extremsten Radien, die die Hohlwelle 10 anfahren kann. Beispielsweise ist aufgrund der einzeln zueinander verstellbaren Segmente 2 jeder Radius zwischen dem Abgebildeten und einem größeren möglich. Wird in der ganzen Hohlwelle 10 nur ein Segment 2 gedreht, wird die Hohlwelle 10 lediglich einen Knick und vor, beziehungsweise nach dem Knick, eine Gerade

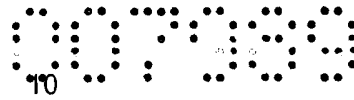


aufweisen. Werden zwei Segmente gleichzeitig gedreht, und diese liegen nicht direkt nebeneinander, weist die Hohlwelle 10 eine Z-förmige Gestalt auf. Dreht man mehrere nebeneinander liegende Segmente 2 gleichzeitig und relativ zueinander, so erfolgt eine schlangenartige Verwindung der Hohlwelle 10; wie in Fig. 3a ersichtlich. Somit ist es möglich, dass, wenn die Verdrehung der einzelnen Segmente 2 durch beispielsweise zumindest einen Antrieb, wie einem Elektromotor pro Segment 2 erfolgen würde, die Hohlwelle sich schlangenartig von selbst fortbewegen könnte.

Die Fig. 3b zeigt eine schematische Darstellung der bereits in Fig. 1b gezeigten Anordnung aus Basissegment 2a und Keilsegment 2b, wobei nur ein Keilsegment 2b zwischen den Basissegmenten 2a eingesetzt wird. Verglichen mit der Fig. 3a ist der erreichbare Radius im Vergleich zur Fig. 3a wesentlich geringer.

Die Fig. 3c zeigt erneut eine schematische Darstellung der in Fig. 1c erklärten Anordnung aus Basissegment 2a und zwei angrenzende Winkelsegmente 2b mehrfach aneinandergereiht zu einer Hohlwelle 10, beispielsweise einsetzbar als Krümmvorrichtung 1. Erkennbar ist der durch zwei aneinandergereihte Winkelsegmente 2b erzielbar enge Radius, trotz verbauten, zylindrischen Basissegmenten 2a. Auch hier wie in der Fig. 3a ist aufgrund der zwei einzeln zueinander verstellbaren Winkelsegmente 2b jeder Radius zwischen dem in der Fig. 3c abgebildeten und einem größeren Radius anfahrbar, insofern in mehreren Angulierungssegmenten 12, bestehend aus einem Basissegment 2a und zwei Winkelsegmente 2b, die aneinanderliegenden Winkelsegmente 2b relativ zueinander verdreht werden.

Die Fig. 4 ist eine schematische Darstellung eines Anordnungsbeispiels von Basissegmenten 2a und Winkelsegmenten 2b; detailliert ausgeführt. Diese Darstellung zeigt, wie die Basissegmente 2a und die Winkelsegmente 2b zueinander über ein Drehlager 5 positioniert sind. Diese Drehlager 5 können sowohl als Wälzlager, als auch als Gleitlager ausgeführt sein. Wie auch in Fig. 1c erkennbar gibt es als Alternative zu einem Drehlager 5 auch eine Ausformung mit Beschichtung 6 an der Schnittstelle 32. Auf diesem Drehlager 5, oder der Ausformung mit

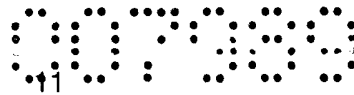


Beschichtung 6 wie in Fig. 1a bis Fig. 1c dargestellt, können die Segmente 2 sich frei drehen.

Gestützt durch die ringförmigen Kardanring-Gelenke 3, welche mit ihren Gleitscheiben 34 in diesem Beispiel auf einem Drehlager 5 zwischen den Winkelsegmenten 2b befestigt sind, drehen sich die Winkelsegmente 2b und verursachen an den Schnittpunkten 31 durch die relative Drehung eine Verstellung der Längsachsen 33 in Relation zueinander. Dies kann durch äußere Einflüsse, zum Beispiel ausgelöst durch die Umgebung, in welcher sich die Hohlwelle 10 bewegt, stattfinden oder durch ein Antriebssystem. Die Ankerscheiben 36 des Kardanring-Gelenkes 3 sind fest mit dem Basissegment 2a verbunden. Beweglich sind somit das Ringsegment 35, die Gleitscheibe 34 und die Winkelsegmente 2b.

Die Fig. 5a oder 5b zeigt ein Beispiel unterschiedlich eingestellter Angulierungssegmente 12, bestehend aus je einem Basissegment 2a und zwei Winkelsegmenten 2b. Jedes Element für sich hat einen Hohlraum 11. Weiters ist das Kardanring-Gelenk 3 ringförmig ausgeführt und sitzt im Hohlraum 11 der Winkelsegmente 2b. Somit ergibt sich der Führungskanal 4, welcher sich durch die Hohlwelle 10 erstreckt. Der Führungskanal 4 wird, wie in den Fig. 5a und 5b gezeigt, nie unterbrochen; selbst wenn die Hohlwelle 10 stark verwunden wird, wie in dieser Figur gezeigt, bleibt der Hohlraum 11 stets erhalten.

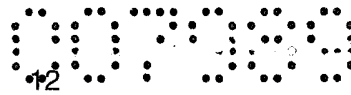
Die Fig. 6a ist eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels einer Anordnung aus einem Basissegment 2a und zwei Winkelsegmenten 2b, Kardanring-Gelenken 3, zueinander über die Drehlager 5 positioniert und durch den Hohlraum 11 ausgezeichnet. In diesem nun als Führungskanal 4 verwendbaren Hohlraum 11 befindet sich der gas- und flüssigkeitsdichte Innenüberzug 20, welcher beispielsweise Kabel und Leitungen beinhalten kann. Aus diesem Innenüberzug 20 treten einzelne Versorgungsleitungen heraus, welche die Antriebseinheiten 22, wie Elektromotoren, und die Sensoren 41, wie beispielsweise optische Sensoren, versorgen. In diesem Innenüberzug 20 befinden sich optional Bowdenzüge für medizinische Geräte 84, die Kameraleitung 83, Spül- und Abflussleitungen 82, Kanäle für Therapieinstrumente, etc. welche sich gegebenenfalls bis zum am Ende der Hohlwelle 11 angebrachten Kopf 13, welcher in der Fig. 9 ersichtlich ist,



fortsetzen. Bei diesem Ausführungsbeispiel der Erfindung werden zwei Kardanring-Gelenke 3 zwischen den Basissegmenten 2a verbaut, um den Führungskanal 4 bei einer Verwindung der Hohlwelle 10 nicht zu stark zu beeinflussen. Wäre hier nur ein Kardanring-Gelenk 3 pro Segment verbaut, welches sich nur im Schnittpunkt 31 der zwei Winkelsegmente 2b abbiegen lässt, wäre die dort auftretende Abwinkelung bei einer Verkrümmung der Hohlwelle 10 doppelt so stark ausgeprägt als vergleichsweise bei zwei Kardanring-Gelenken 3. Dies wurde bereits in der Fig. 1z näher erläutert. Somit können sich, zum Beispiel, die im Führungskanal 4 befindlichen Leitungen besser anpassen - in einem Bogen durch die Winkelsegmente 2b verlaufen - und werden dort nicht durch nur ein Gelenk abgeknickt. Weiters werden die Scherkräfte bei der Verwendung von zwei Kardanring-Gelenken 3 reduziert. Bei nur einem Kardanring-Gelenk 3 wäre die Belastung auf die darin befindlichen Bolzen 37 und deren Lagerung, wie in Fig. 2a und 2b ersichtlich, höher. Bei zwei aneinander angeordneten Kardanring-Gelenken 3 teilen sich die wirkenden Kräfte auf.

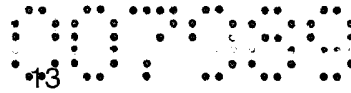
An den Wellen der Antriebseinheiten 22 befinden sich Zahnräder 25, welche in einen am Winkelsegment 2b befindlichen Zahnkranz 24 eingreifen. Der Zahnkranz 24 ist, wie auch die Schnittfläche 32 des Winkelsegments 2b, symmetrisch um die Längsachse 33 im Inneren des Hohlraumes 11 befestigt oder ausgestaltet und wird bei aktivierter Antriebseinheit 22 in Bewegung gesetzt. Somit dreht sich das Winkelsegment 2b beim Aktivieren der Antriebseinheit 22 um die Längsachse, was zu einer Verkrümmung der Hohlwelle 11 führt. Werden mehrere Antriebseinheiten 22 in der Hohlwelle gleichzeitig aktiviert, verkrümmt sich die ganze Hohlwelle 11, wobei hierzu die Basissegmente 2a, in welchen sich die Antriebseinheiten 22 zueinander rotationsstabil ausgeführt sein müssen, da sich ansonsten durch die Drehbewegung der Antriebseinheiten 22 alle Segmente gegensinnig zueinander verdrehen würden, was eventuell zu einem Abscheren des Innenüberzug 20 und der darin befindlichen Leitungen führen könnte. Das Stabilisierungselement 7 verhindert dies, indem die darin befindlichen Basissegmente an dem Stabilisierungselement 7 starr befestigt, beispielsweise verklebt, sind. Das Stabilisierungssegment 7 wird in Fig. 8 näher erläutert.

Verdrehen sich die Winkelsegmente 2b aufgrund der Antriebseinheiten 22, wird deren Drehposition durch einen je einen Sensor 41 pro Winkelsegment 2b erfasst.



Bei dem Sensor 41 kann es sich beispielsweise um einen optischen Sensor 41 in Kombination mit einer Rasterscheibe 26 am gegenüberliegenden Segment 2 handeln.

Als Beispiel kann man sagen, dass wenn sich die Hohlwelle 11 in einem Neutralzustand befindet, sprich, kein Winkелеlement 2b eine Verkrümmung an der Hohlwelle 11 erzeugt, alle Sensoren einen Wert von null erfassen. Sobald sich zwei angrenzende Winkelsegmente 2b gegenläufig um eine viertel Umdrehung gedreht haben, erfasst der Sensor, dass der Maximalwinkel des Winkelsegments 2b erreicht ist und an dieser Stelle eine Krümmung der Hohlwelle 10 stattgefunden hat. Die Richtung der Verwindung wird noch in Neutralstellung durch Rotation beider Winkelsegmente 2b um maximal eine halbe Drehung eingestellt. Sind nun beide Winkelsegmente 2b um eine viertel Umdrehung relativ zueinander gegenläufig aus der Neutrallage verstellt worden, entspricht dies dem Maximalwinkel beider Winkelsegmente 2b und somit der maximalen Krümmung an dieser Stelle der Hohlwelle 10. Die Werte wie Neutrallage, Maximalbereich und alles was dazwischen liegt, werden durch die Sensoren 41 erfasst und an eine Regeleinheit 40 weitergegeben. Diese wird in der Fig. 9 näher erläutert. Teilt man nun zumindest einer Antriebseinheit 22 mit, dass sie sich bis zum Erreichen eines Sollwertes an ihrem zugeordneten Sensor 41 drehen muss, kann die Verkrümmung an dieser Stelle der Hohlwelle 11 definiert erfolgen. Wendet man diese Mitteilung an mehreren Antriebseinheiten 22 an und erwartet eine Rückmeldung durch die Sensoren 41, können mittels Programmsprache durch die Regeleinheit 40 diverse Bewegungsszenarien oder Abläufe, sowie Formen und Positionen an der Hohlwelle 11 erfolgen, oder diese einfach nur schlauff geschaltet werden, um sich ihrer Umgebung anpassen zu können. Die Vielzahl aus Antriebseinheiten 22 und Sensoren 41 würden über ein Bus-Signal verstellt, da ansonsten jede einzelne der Komponenten eine eigene Leitung in Anspruch nehmen würde. Die Steuerleitung 44 dient als Bus-Leitung und ermöglicht ein Ansteuern und Erfassen jedes einzelnen Winkelsegments 2b. Wenn die Bus-Leitung über eine Steckverbindung in jedem Basissegment 2a trennbar ausgeführt wird, beziehungsweise die Basissegmente 2a mit dem Stabilisierungselement 7 trennbar verbunden sind, wie beispielsweise über Schraubverbindungen oder ein Bolzensystem, kann im Falle von Reparatur oder

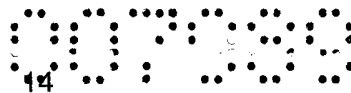


Wartungsarbeiten die Krümmvorrichtung 1 in seine Bestandteile zerlegt werden, was einer erhebliche Kostenersparnis gleichkommt.

Die Fig. 6b zeigt in einem schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel eine weitere Variante eines Angulierungssegmentes 12, in diesem Fall ohne Kardanring-Gelenke 3. Die Stabilität der Hohlwelle 10 wird dadurch erreicht, dass die Drehlager 5, in diesem Beispiel als Axialkugellager dargestellt, fest mit den Kontaktflächen 32 verbunden sind. Dies kann beispielsweise durch eine nicht trennbare Verbindung wie Kleben, Verschweißen oder Verlöten geschehen oder auch durch eine trennbare Verbindung wie zum Beispiel Verschrauben oder Verzapfen. Wichtig ist, dass die Drehlager 5 im Umfangsbereich der Segmente 2a und 2b aufgesetzt sind und eine zentrale Durchgangsöffnung aufweisen, um den Führungskanal 4 nicht zu unterbrechen. Die Segmente sind somit zueinander befestigt, jedoch drehbar und bilden eine durchgehende, stabile Hohlwelle 10. Der Führungskanal 4 kann somit auch in diesem Ausführungsbeispiel mit einem Innenüberzug 20 ausgestattet sein, der beispielsweise Leitungen aufnehmen kann. Die Basissegmente 2a sind zueinander rotationsstabil über ein Stabilisierungselement 7 gesichert, wie in Fig. 8 ersichtlich.

Die Fig. 7a zeigt in einem schematisch dargestellten Beispiel eine weitere Variante eines Angulierungssegmentes 12, wobei die Form des Winkelsegments 2b in die Form des Basissegments 2a eingreift. Der Zahnkranz 24 ist bei diesem Ausführungsbeispiel nun um eine symmetrische Erhebung am Winkelsegment 2b angeformt, welche nach dem Zusammensetzen von Winkelsegment 2b und Basissegment 2a das Zahnrad 25 der Antriebseinheit 22, beispielsweise Elektromotor, kontaktiert und von diesem angetrieben werden kann. In diesen Zahnkranz greift nun auch der Sensor 41 mit einem eigenen Zahnrad 25 ein. In diesem Ausführungsbeispiel ist der Sensor 41 als Drehpotentiometer ausgeführt, weiters sind die ineinandergreifenden Ausformungen der Segmente 2 mit einer Beschichtung 6 ausgestaltet um eine reibungsarme Drehbewegung zu ermöglichen.

Die Fig. 7b zeigt ein weiteres Beispiel eines schematisch dargestellten Angulierungssegments 12. Hier ist der Zahnkranz 24 im Hohlraum 11 angebracht,



wobei das Zahnrad 25 nach dem Zusammensetzen von Basissegment 2a und Winkelsegment 2b in den Zahnkranz 24 eingreift. In diesem Ausführungsbeispiel kommt ein optischer Sensor 41 zum Einsatz, welcher über eine Rasterscheibe 26 die Drehposition des Winkelsegments 2b registriert. Die Antriebseinheiten 22 sowie die Sensoren 41 befinden sich beide im Basissegment 2a - jedes Angulierungssegment 12 hat somit zwei Antriebseinheiten 22 und zwei Sensoren 41. In Diesem Beispiel sind die Winkelsegmente 2b mittels Wälzlager als Drehlager 5 auf dem Basissegment 2a gelagert. Die Lagerschalen der Wälzlager können in einem Klebverfahren an den Segmenten 2 befestigt werden; somit ergibt sich eine selbsttragende, stabile Struktur für die Hohlwelle 10.

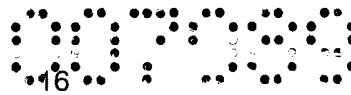
In der Fig. 7c wird ein Beispiel eines Angulierungssystem schematisch angezeigt, bei welchem sich keine Antriebseinheiten 22, beispielsweise im Sinne eines Elektromotors, in den Angulierungssegmenten 12 befinden, sondern Kraftübertragungseinheiten 23. Diese sind beispielsweise bestehend aus Kupplungen, welche durch ein elektrisches Signal ausgehend von der Regeleinheit 40, geöffnet oder geschlossen werden können. Diese Kraftübertragungseinheiten 23 übertragen, zum Beispiel mit einem Riemen 81, die Drehbewegung von einer der Drehwellen 27 auf ein Zahnrad 25, welches wiederum den Zahnkranz 24 in eine Drehbewegung versetzt. Die Drehwellen werden extern, sprich, außerhalb der Hohlwelle 11, beispielsweise mittels eines Elektromotors, angetrieben. Werden zwei gegenläufig drehende Drehwellen 27 verwendet, wie in Fig. 7c dargestellt, können die Kraftübertragungseinheiten 23 je nach gewünschter Drehrichtung in eine der zwei Drehwellen 27 eingekuppelt werden, während die Drehposition mittels optischen Sensoren 41 erfassbar ist. Die flexiblen Drehwellen 27 müssen entsprechend stabil gelagert werden, um den Belastungen beim Einkuppeln entgegenwirken zu können. Hierzu sind Die Drehwellenlager 72 vorgesehen, welche nur in den Basissegmenten 2a befestigt sein dürfen. Die Drehwellen 27 müssen durch die Winkelsegmente 2b laufen, ohne mit diesen in Kontakt zu treten. Ansonsten wäre ein endloses Drehen der Winkelsegmente 2b in Relation zueinander oder zu den Basissegmenten 2a nicht mehr möglich.



Die Fig. 8 zeigt eine schematische Darstellung einer Anordnung aus Basis- und Winkelsegmenten 2a, 2b, welche in einem Stabilisierungselement 7 gefasst und mit einem Außenüberzug 21, sowie einem Innenüberzug 20 ausgestattet sind. Das Stabilisierungssegment 7, beispielsweise eine verdrehsteife Spiralförmige Edelstahlwelle oder ein verdrehsteifer Faserschlauch aus Kunststoffgewebe oder in sich greifende, röhrenförmige Kunststoffelemente, ist mit den Basissegmenten 2a über eine Verbindung 8 fest verbunden. Beispielsweise kann ein Basissegment 2a an seiner Umfangsfläche zumindest teilweise mit der umgebenden Spiralfeder verklebt sein. Die dazwischenliegenden Winkelsegmente 3b bleiben auf den Drehlagern 5 drehbar gelagert und weisen keine feste Verbindung mit dem Stabilisierungselement 7 auf. Durch die Verklebung der einzelnen Basissegmente 7 stabilisiert sich die Hohlwelle 10 und wird zusätzlich zu den innen verbauten Kardanring-Gelenken 3 auch von außen unterstützt. Die Hohlwelle 10 wird von einem Außenüberzug 21 umgeben, welcher ein Eindringen von Gasen und Flüssigkeiten verhindert. Der Außenüberzug 21 muss flexibel genug sein, um die Verwindungen der Krümmvorrichtung 1 ausgleichen zu können. Der Innenüberzug 20, welcher die Hohlwelle von innen versiegelt, umgibt die im Führungskanal 4 befindlichen Leitungen.

Die Fig. 9 ist eine schematische Darstellung und ein Ausführungsbeispiel einer Krümmvorrichtung 1, kombiniert mit einer Hilfsvorrichtung 42, verbunden mit einer Regeleinheit 40 und einer Anzeigeeinheit 45.

An einem Ende der Krümmvorrichtung 1 befindet sich der Kopf 13, welcher beispielsweise mit einer Kamera oder Sonographiesonde, mit den Mündungen für den Spülsaughkanal und Therapiekanal versehen ist und auch mit medizinischen Vorrichtungen 84 ausgestattet sein kann. Weiters kann im Kopf 13 die Öffnung für eine Austrittsöffnung für ein eigenes, externes und dünneres Endoskop vorgesehen sein. Die Versorgung dieser Elemente, welche sich im Kopf 13 befinden, erfolgt beispielsweise über Leitungen, Kabel, Bowdenczüge, etc, welche sich im zum Beispiel Fig. 1c erklärten Hohlraum 11 oder auch Führungskanal 4 genannte Bereich der Krümmvorrichtung 1 befinden und am Ende der Krümmvorrichtung 1 heraustreten.



Die dort heraustretenden Leitungen, wie beispielsweise die Spülleitungen oder Absaugungsleitungen 82, werden somit nutzbar gemacht und können zusammenwirkend mit medizinischen Geräten verwendet werden. Medizinische Vorrichtungen 84 wie oben bereits genannt werden über die ebenfalls am Ende heraustretenden, in der Skizze als Bowdenzüge dargestellten, Leitungen bedient. Weiters tritt eine Kameraleitung 83 aus der Krümmvorrichtung 1 hervor, welche in weiterer Folge direkt an der Anzeigeeinheit 45 oder an der Regeleinheit 40 angeschlossen werden kann, um ein Bild der im Kopf 13 angebrachten Kamera darstellen zu können. Die Übertragung der Bilddaten der Kamera kann alternativ auch über ein kabelloses Medium erfolgen. Die Steuerung und Regelung der Verwindung und Verkrümmung der Krümmvorrichtung 1 selbst erfolgt über eine Steuerleitung 44, über welche die Befehle an die Antriebseinheiten 22 und die Signale der Sensoren 41 gelangen. An dieser Steuerleitung 44 hängt auch das anatomisch gekrümmte Einführrohr 42, welches die Länge und die Rotationsposition der durchgelaufenen Krümmvorrichtung 1 ermittelt. Anatomisch gekrümmte Einführrohre 42 sind aus der Endoskopie bekannt; sie dienen zur Erleichterung beim Einführen der Krümmvorrichtung 1. Neben den Längen- und Winkelsensoren könnte das Einführrohr 42 mit einer Vorschubeinrichtung ausgestattet werden, welche, geregelt über beispielsweise eine Regeleinrichtung 40, ein kontrolliertes, exaktes Vor- und Zurückschieben der Krümmvorrichtung 1 ermöglichen.

Wird die Krümmvorrichtung 1 nun beispielsweise an einem Menschen verwendet und mit dem Kopf 13 voraus eingeführt, dient das anatomisch gekrümmte Einführrohr 42 vorerst als Einführhilfe. Verfolgt nun die Krümmvorrichtung 1 auf ihrem Weg durch den beispielsweise menschlichen Darm 90, wird die Länge des Eindringens von der Hilfseinrichtung 42 erfasst. Die Angulierung des Kopfes 13 wird visuell kontrolliert gesteuert, mit der Geschwindigkeit des Einschubes wird die Geschwindigkeit der Winkelübergabe an die noch weiter außen liegenden Segmente 2 übergeben. An einem Krümmungspunkt des Darmes 90 verbleibt trotz Vorwärts- oder Rückwärtsbewegungen der Krümmvorrichtung 1 die Richtung und das Ausmaß der Angulierung konstant. Trotz der oft bizarren Krümmungen des Darms 90 treten bei einer Untersuchung keine Schmerzen oder Verletzungen auf, selbst dann nicht, wenn die Krümmvorrichtung 1 absichtlich oder unabsichtlich um die Einführachse rotiert wird, da der Rotationswinkel der gesamten Krümmvorrichtung durch den am

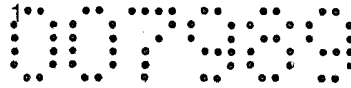
Einführrohr 42 angebrachten Winkelsensor beobachtet und an die Regeleinheit 40 weitergegeben wird, die wiederum die Segmente 2 so ansteuert, dass diese sich der Form des Darmes 90 anpassen. Ist beispielsweise eine Krümmung des Darmes 90 nun mit dem Kopf 13 umfahren und die Krümmvorrichtung 1 muss ihren Weg weiter fortsetzen, kann weiterhin der Vorschub des Einführrohrs 42 genutzt werden oder die Krümmvorrichtung 1 manuell weitergeschoben werden. Der nun an der Krümmvorrichtung 1 ausgestaltete Bogen darf nun nicht weitergeschoben werden, sondern muss, relativ zur Vorwärtsbewegung der Krümmvorrichtung 1, an Ort und Stelle verharren - ermittelt durch die eingedrungene Länge und des Rotationswinkels der Krümmvorrichtung 1, weitergegeben an die Regeleinheit 40 und verglichen mit den Istwerten der Sensoren 41 und den daraus ermittelten Winkeln der Winkelsegmente 2b, werden die einzelnen Winkelsegmente 2b nacheinander so gedreht beziehungsweise in Richtung Neutral zurückgesetzt, dass die Krümmung der Krümmvorrichtung 1 am Bogen an der Stelle des Darmes 90 aufrecht erhalten bleibt und nicht weiter in einen nun eventuell gerade verlaufenden Darmbereich weitergeschoben wird. Dies ist auf alle Hindernisse und Windungen des Darmes 90 anwendbar.

Da sich beispielsweise der Dünndarm ständig bewegt, dehnt, komprimiert, etc, kann es sein, dass Spannungen auf die Krümmvorrichtung 1 einwirken können. Bleibt die Krümmvorrichtung 1 länger in einer bestimmten Position im Darm 90, kann diese schlaff geschaltet werden, was bedeutet, dass die Kontraktionen ausgeübt durch die Darmwände auf die Krümmvorrichtung 1 mittels freilaufende Winkelsegmente 2b ausgeglichen werden können und die Krümmvorrichtung 1 frei im Darm 90 liegend keinen Einfluss auf die Umgebung ausübt. Diese „Schlaffschaltung“ erfolgt über einen Befehl, welcher über die Regeleinheit 40 an die Krümmvorrichtung 1 mitgeteilt werden kann. Im Falle eines Defekts an der Krümmvorrichtung 1 oder einer elektronischen Störung, muss es sofort möglich sein, alle Angulierungseinheiten 12 stromlos zu schalten und die Versorgung der Antriebseinheiten 22 zu unterbrechen. Somit sind alle Winkelsegmente 2b drehbar und die Krümmvorrichtung 1 kann aus dem Darm 90 gezogen werden.

Die Fig. 10 zeigt ein in einem Ausführungsbeispiel schematisch eine in den Darm 90 eingedrungene Krümmvorrichtung 1, welche nach dem Einschieben zum Vortrieb

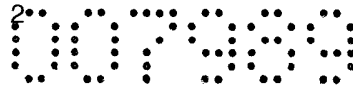
kein aktives Bewegen im Einführrohr bedarf. Ab einer gewissen Länge, die die Krümmvorrichtung 1 eingedrungen ist, kann sich diese beispielsweise über schlangenartige Bewegungen aus eigener Kraft im Darm 90 fortbewegen. Durch einstellbare Parameter in der Regeleinheit 40 gesteuert, kann die Krümmvorrichtung 1 Bewegungsabläufe abfahren und sich somit durch den Darm 90 „schlängeln“. Somit könnte die Zahl der Angulierungssegmente 12 auf ein Minimum begrenzt werden, da der Vorschub, welcher beispielsweise durch das Einführrohr 42 oder auch Manuell hergestellt wurde, ab einer gewissen eingedrungenen Länge nicht mehr notwendig wird. Dann werden beim weiteren Fortbewegen in den Darm 90 die Versorgungsleitungen der Krümmvorrichtung 1 einfach nachgezogen und die Krümmvorrichtung 1 bahnt sich ihren Weg bis zum gewünschten Bereich von selbst. Im Notfall kann die Krümmvorrichtung 1 stromlos geschaltet im schlaffen Zustand an der Steuerleitung 44 aus dem Darm 90 gezogen werden.

Innsbruck, am 27. September 2013



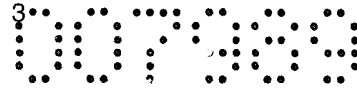
Patentansprüche

1. Krümmvorrichtung (1), insbesondere ein Roboterarm, mit einer aus einer Vielzahl von zueinander drehbaren, hohl ausgebildeten Segmenten (2) gebildeten Hohlwelle (10), wobei die Segmente (2) zueinander durch jeweils zumindest eine Stützeinrichtung (16) stabilisiert sind, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die zumindest eine Stützeinrichtung (16) zwischen zwei benachbarten Segmenten (2) angeordnet ist und die zwei benachbarten Segmente (2) und die Stützeinrichtung (16) einen durchgehenden Hohlraum (11) bilden.
2. Krümmvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützeinrichtung (16) als ein Kardanring-Gelenk und/oder ein Drehlager (5) ausgebildet ist.
3. Krümmvorrichtung (1), insbesondere ein Roboterarm, mit einer aus einer Vielzahl von zueinander drehbaren Segmenten (2) gebildeten Hohlwelle (10), insbesondere nach Anspruch 1, wobei die Segmente (2) zumindest zwei unterschiedliche Gruppen von Formen aufweisen und in diesen zwei Gruppen als Basissegmente (2a) und Winkelsegmente (2b) unterscheidbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Basissegment (2a) zumindest eine für eine Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) und/oder zumindest einen Sensor (41) ausgebildete Kammer (14) aufweist.
4. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der beiden Kontaktflächen (32) des zumindest einen Winkelsegments (2b) in ihrem Schnittwinkel sowohl schräg gegenüber ihrer Längsachse (33) als auch abweichend zur Orthogonalen auf die Längsachse (33) verläuft, wobei die Kontaktflächen (32) des zumindest einen Basissegments (2a) in ihrem Schnittwinkel orthogonal auf die Längsachse (33) verlaufen.
5. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die aus mehreren zusammengesetzten Segmenten (2) mit mehreren Stützeinrichtungen (16) entstehende Hohlwelle (10) einen durchgehenden



Hohlraum (11) bildet, welcher als Führungskanal (4) nutzbar ist, der selbst bei einer Verkrümmung der Krümmvorrichtung (1) nicht unterbrochen wird.

6. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (2) an deren Kontaktflächen (32) durch eine durch die Segmente (2) ausgebildete, ineinandergreifende Form mit einer reibungsarmen Beschichtung (6), wie beispielsweise Teflon, und/oder durch ringförmig ausgestaltete Drehlager (5), wie beispielsweise Gleitlager oder Wälzlager, zueinander drehbar beweglich sind, wobei die Kontaktflächen (32) als symmetrische Ringkreise ausgebildet sind.
7. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) aus mehreren zueinander drehbaren, aneinanderreihbaren Angulierungssegmenten (12) besteht, ausgebildet durch die Anordnung aus je einem Basissegment (2a), welches an den zwei Kontaktflächen (32) je ein drehbares Winkelsegment (2b) mit je einem ringförmigen Kardanring-Gelenk (3) aufweist.
8. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das die Hohlwelle von einem flexiblen Stabilisierungselement (7), wie beispielsweise einer Spiralwelle oder Gewebewelle, umgeben ist.
9. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das flexible Stabilisierungselement krümmbar aber dennoch verdrehstabil ist und somit ein relatives Verdrehen der zumindest zwei darin befindlichen Basissegmente (2a) um deren Längsachse (33) zueinander verhinderbar ist.
10. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Basissegment (2a) im flexiblen Stabilisierungselement (7) rotationsstarr gelagert ist, beispielsweise verklebt, die Winkelsegmente (2b) jedoch um ihre Längsachse (33) rotierbar sind.
11. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) in ihrem Führungskanal (4) durch einen flexiblen Innenüberzug (20) und von außen durch einen flexiblen



Außenüberzug (21) ummantelt ist, durch welchen ein Ein- und Ausdringen von Flüssigkeiten und/oder Gasen verhinderbar ist.

12. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehung des zumindest einen Segmentes (2, 2a, 2b) durch zumindest eine im Basissegment (2a) oder der Stützeinrichtung (16) befindliche Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) betätigbar ist.
13. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) in einer vorher eingenommenen, gekrümmten Form zumindest teilweise oder gänzlich arretierbar ist.
14. Krümmvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) über eine Schlaffschaltung durch äußere Einflüsse und nicht über die zumindest eine Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) in Form bringbar ist.
15. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regeleinheit (40) vorgesehen ist, wobei eine Drehposition des zumindest einen Winkelsegmentes (2b) als Istwert über zumindest einen Sensor (41) erfassbar und der Regeleinheit (40) mitteilbar ist und durch die Regeleinheit (40) der Istwert (70) mit zumindest einem mitteilbaren Sollwert (71) vergleichbar ist, wobei das zumindest eine Winkelsegment (2b) über die zumindest eine Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) drehbar ist, bis der Istwert (70) der Drehposition mit dem zumindest einem mitteilbaren Sollwert (71) übereinstimmt.
16. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass über ein Einführrohr (42) zusammen mit der Regeleinheit (40) die Lage und die Bewegungsgeschwindigkeit der Krümmvorrichtung (1) in Relation zum Einführrohr (42) messbar ist, wobei an dem Einführrohr (42) vorzugsweise eine Vorschubeinheit (43) verfügbar ist,

über welche die Krümmvorrichtung (1) in Richtung ihrer Längsachse (33) verschiebbar ist.

17. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regeleinheit (40) vorgesehen ist, wobei die Krümmvorrichtung (1) über eine über ein Datenübertragungsmittel (44) zum Datenaustausch mit der Regeleinheit (40) verbindbar ist.

Innsbruck, am 27. September 2013

Fig.1a

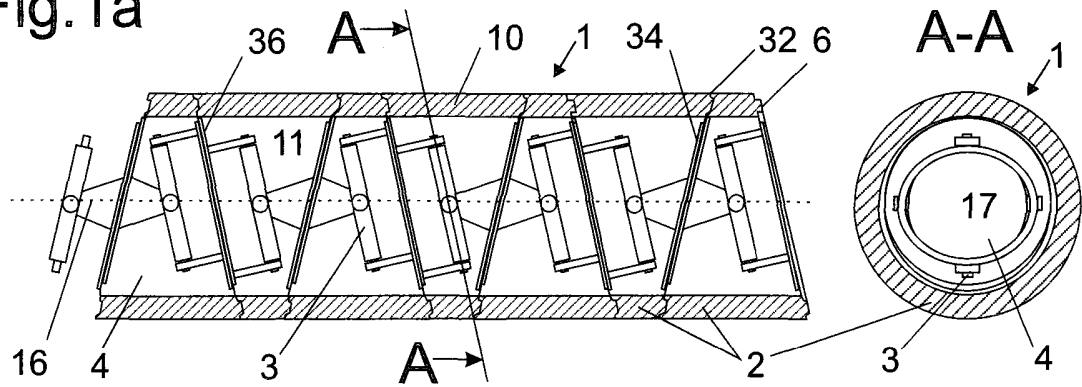


Fig.1b

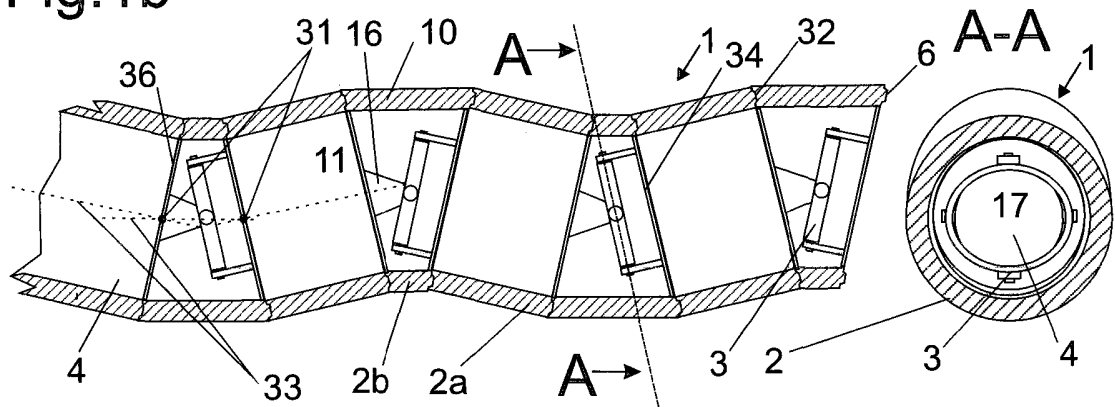


Fig.1c

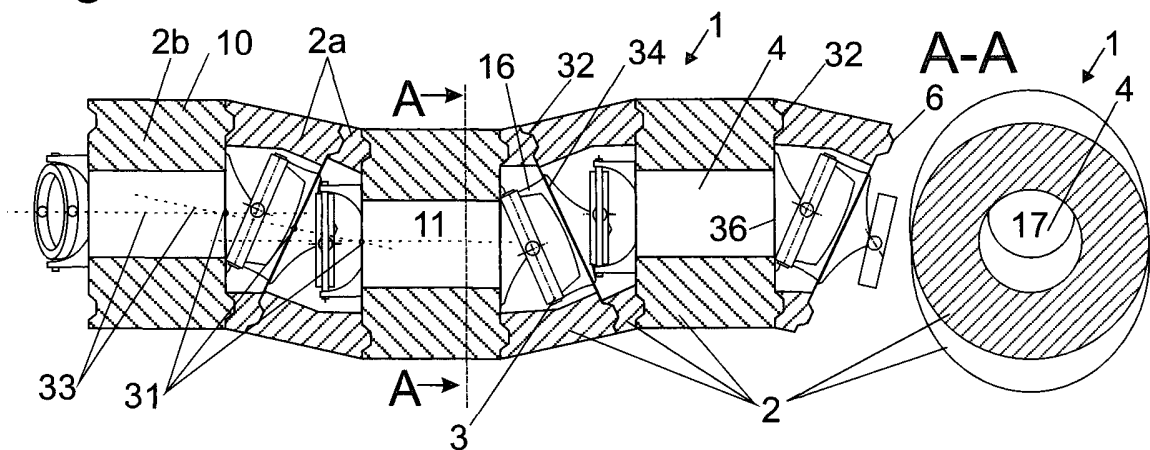


Fig.1x

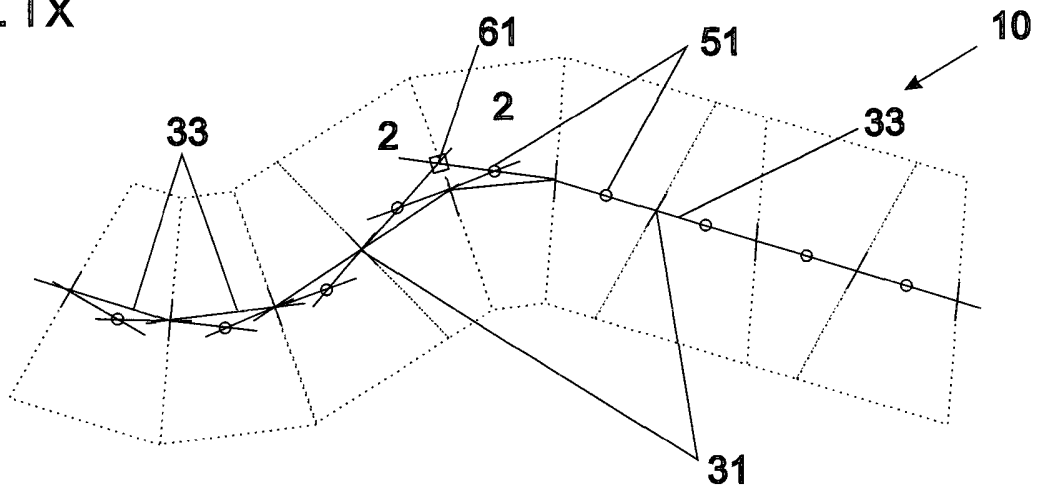


Fig.1y

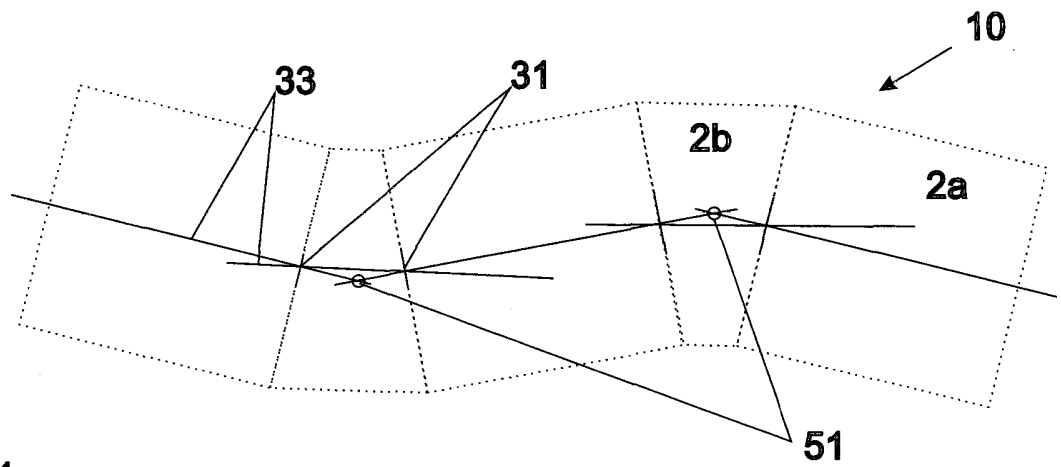


Fig.1z

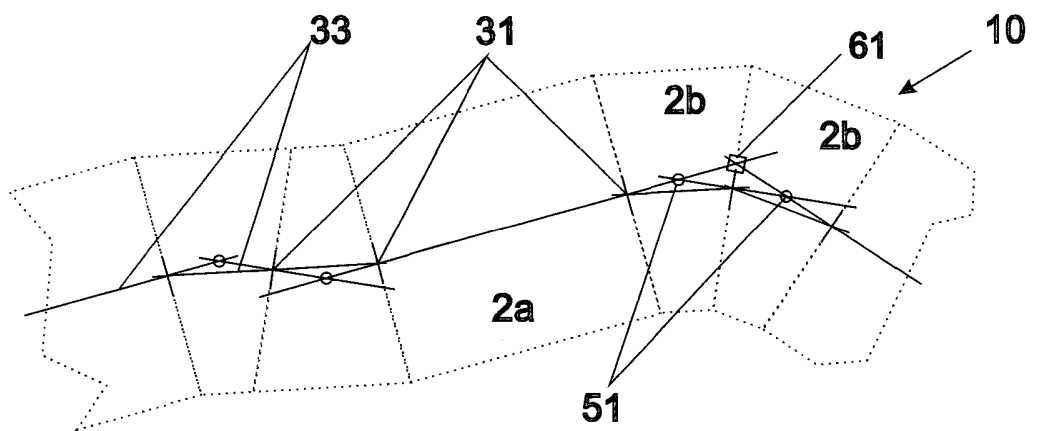


Fig. 2a

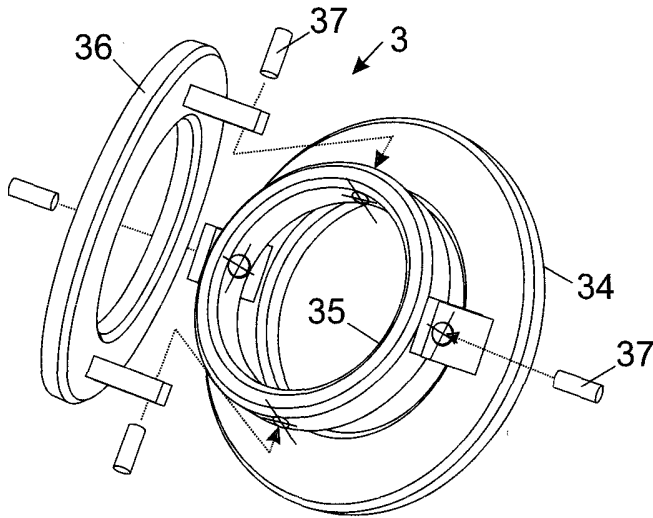


Fig. 2b

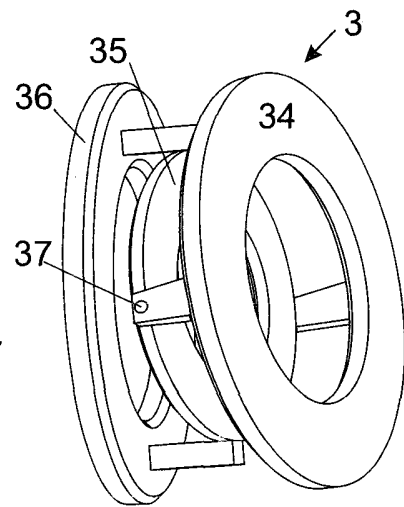


Fig. 3a

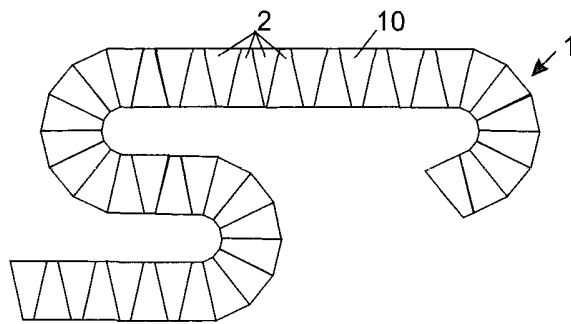


Fig. 3b

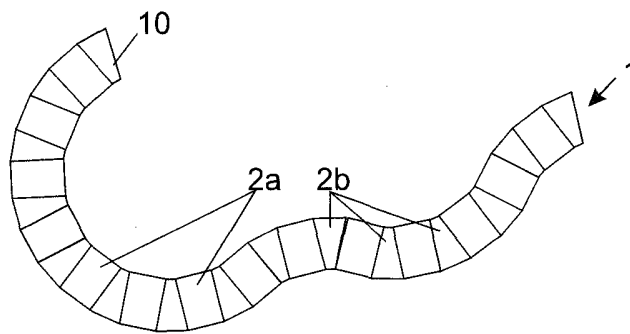
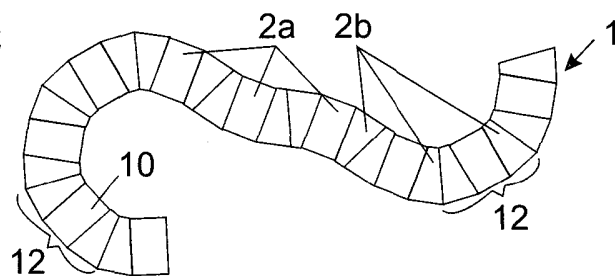
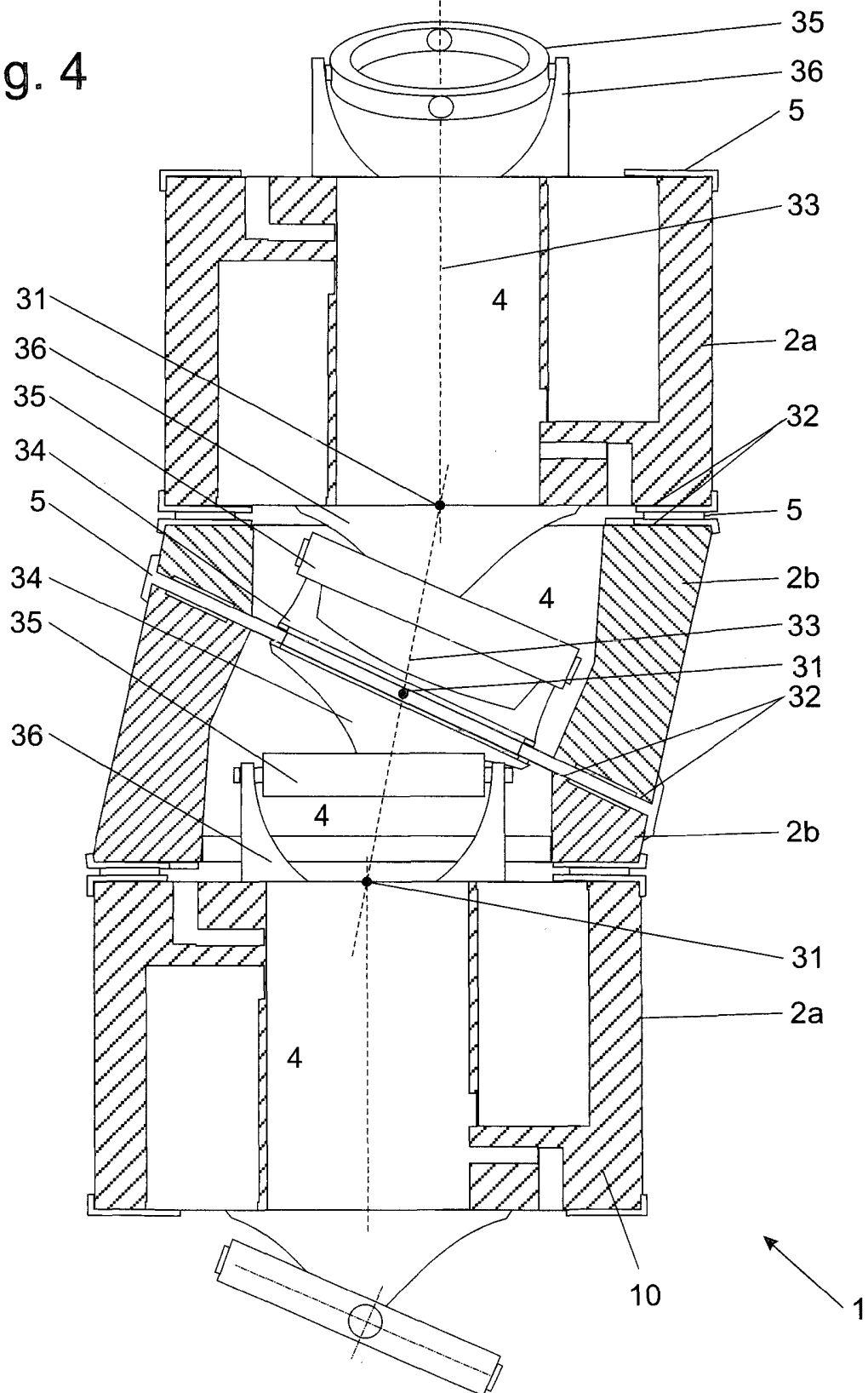


Fig. 3c



007989

Fig. 4



007389

Fig. 5a

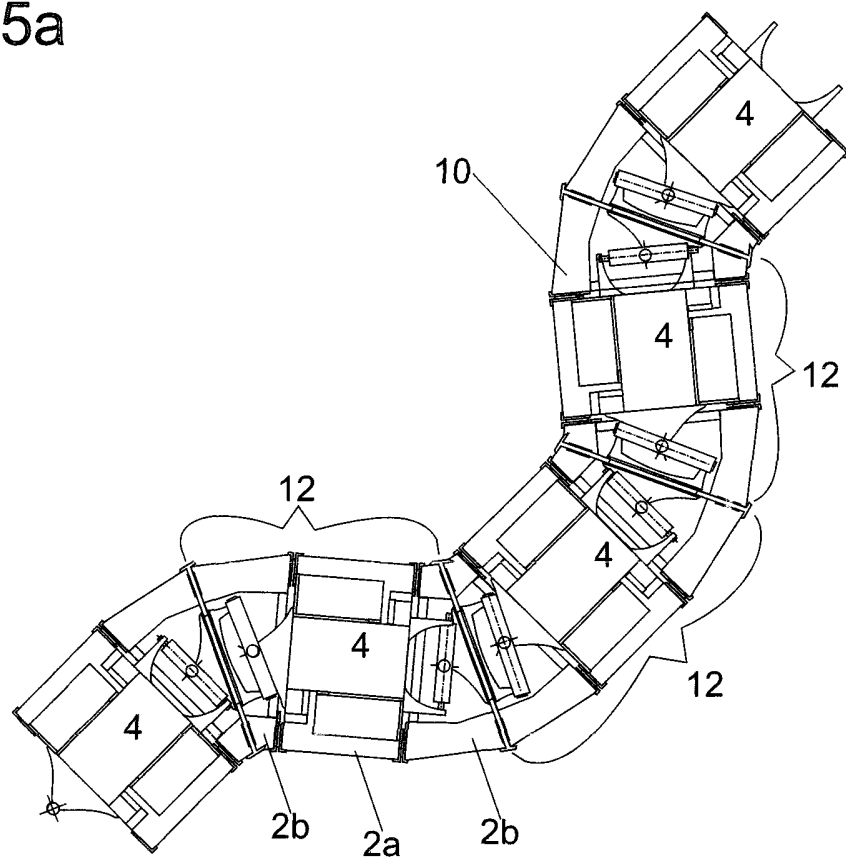
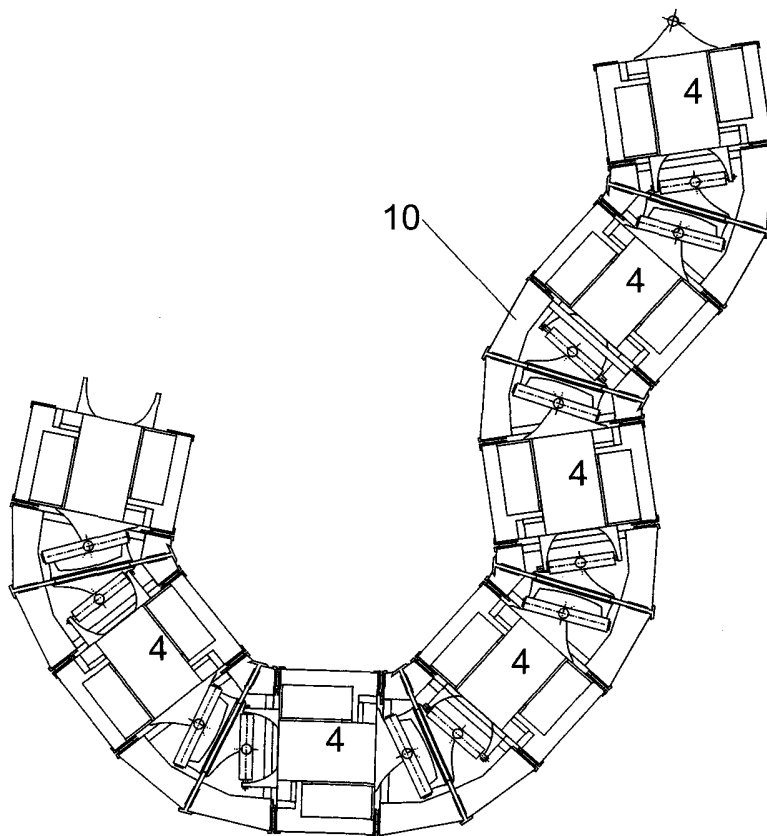


Fig. 5b



007389

Fig. 6a

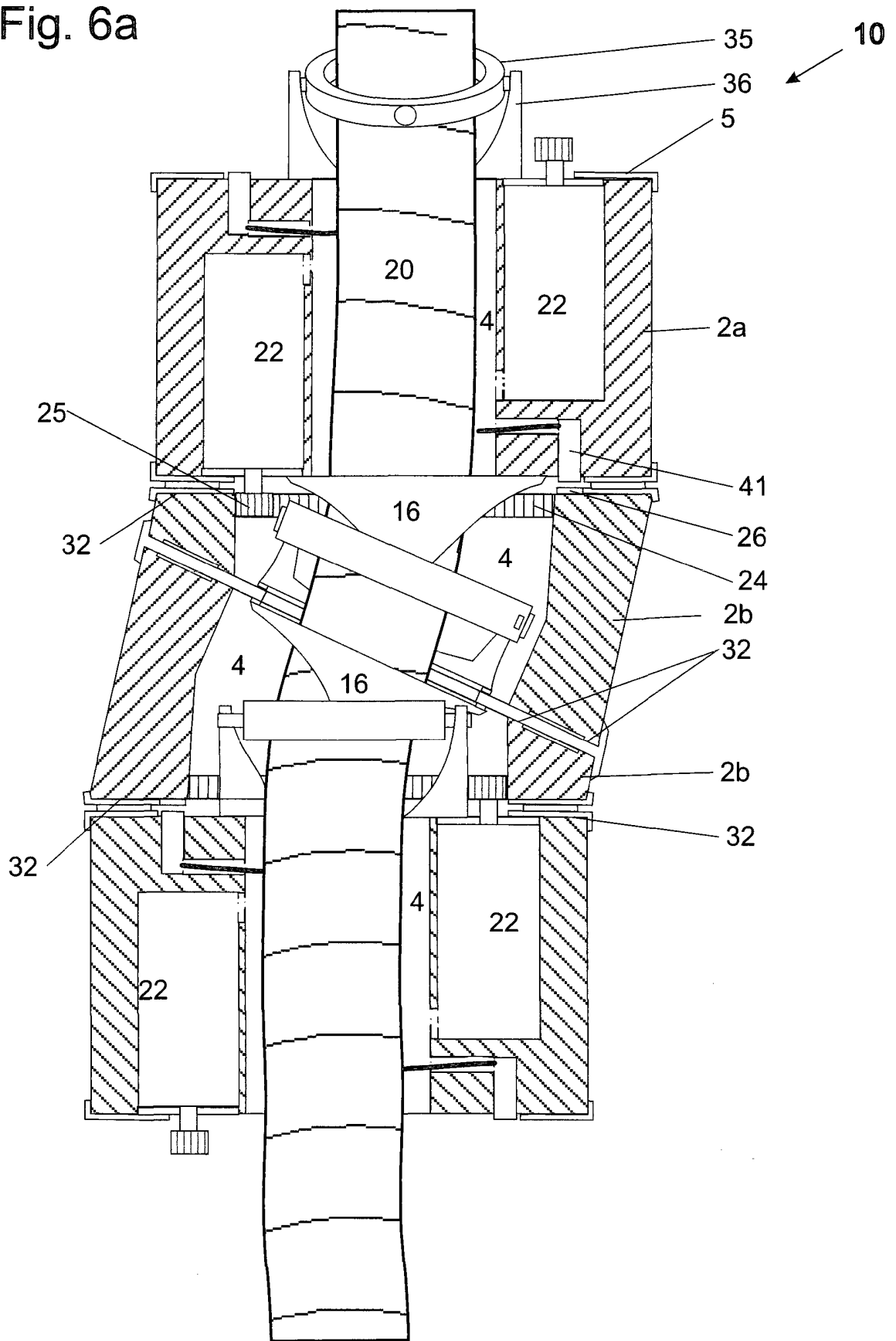


Fig. 6b

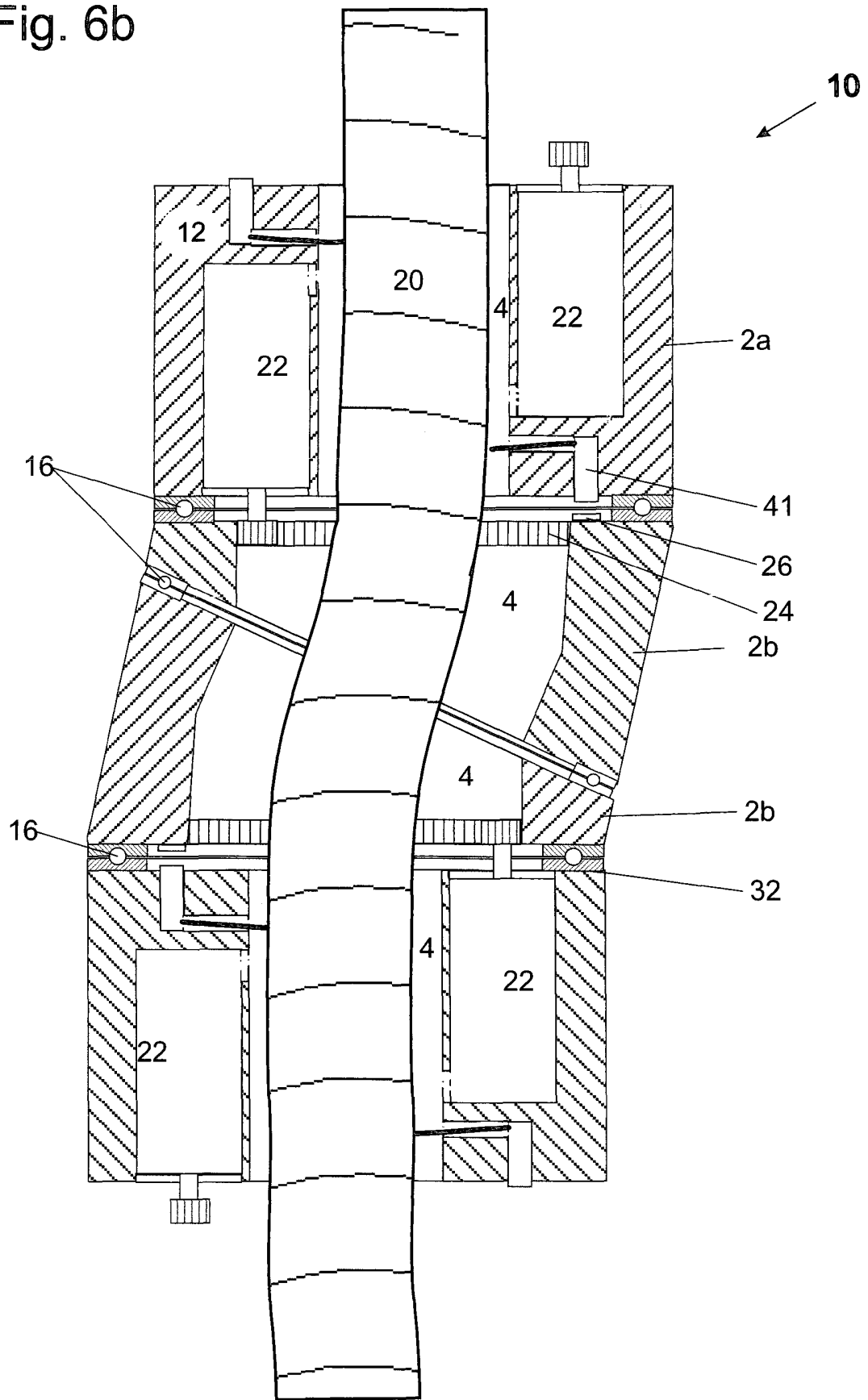


Fig. 7a

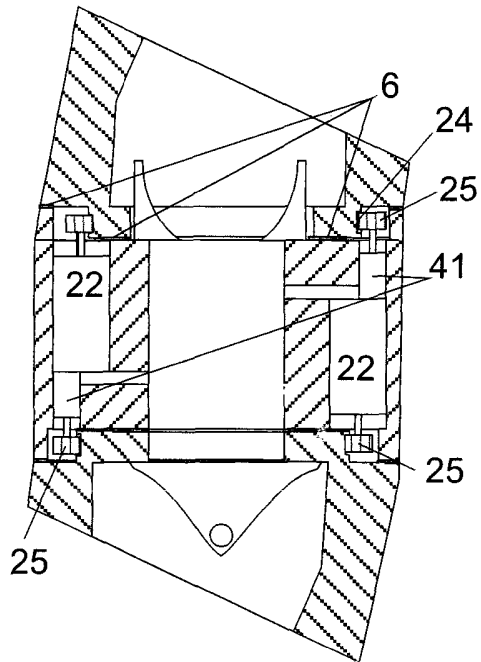


Fig. 7b

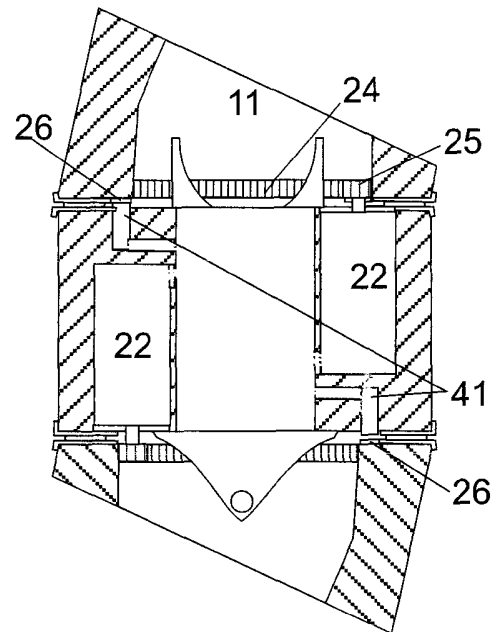


Fig. 7c

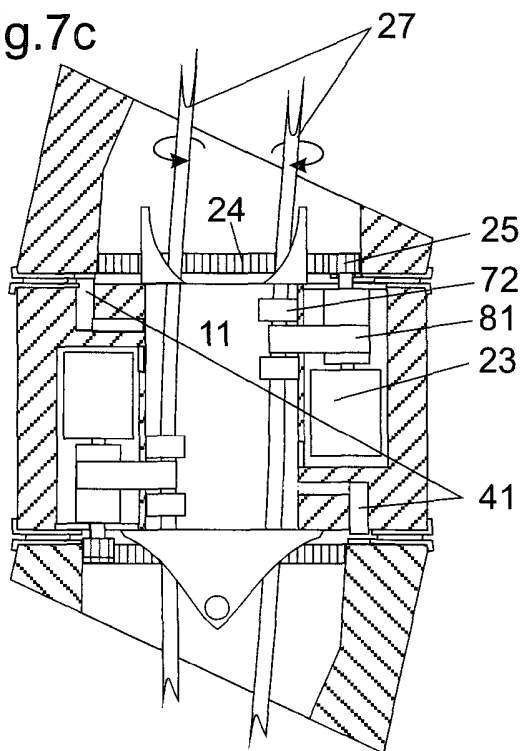


Fig. 8

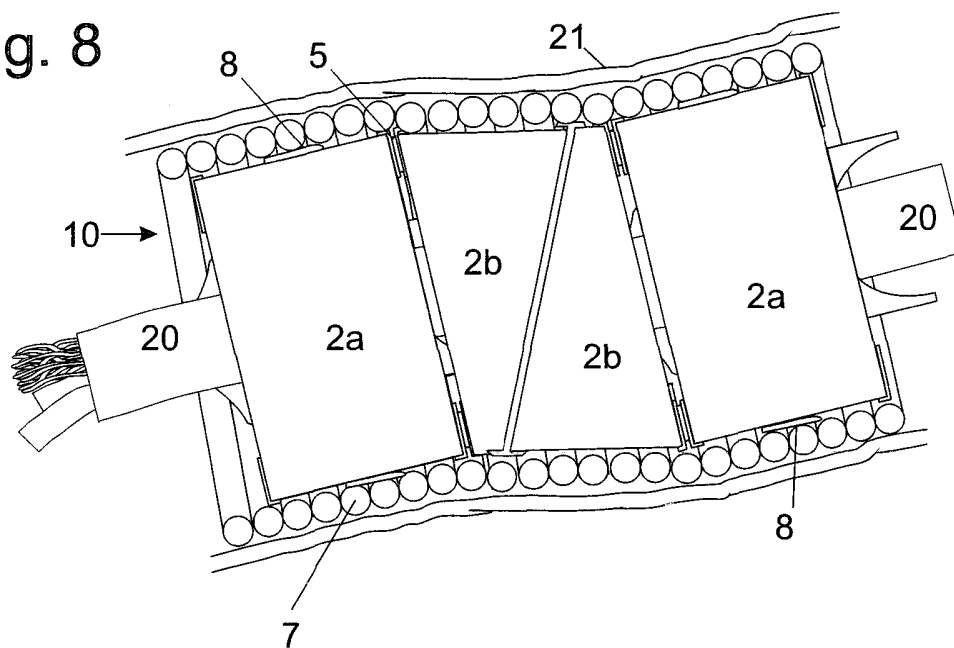


Fig. 9

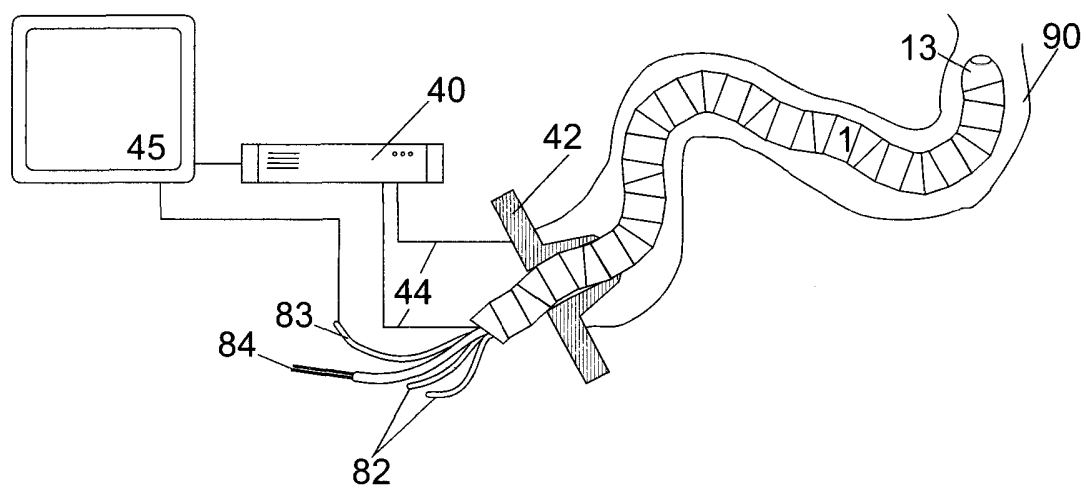
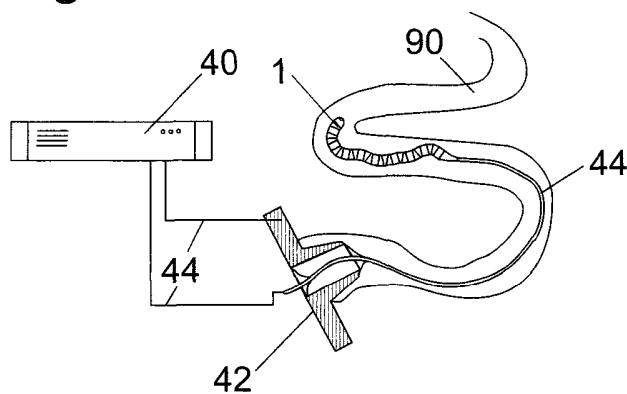
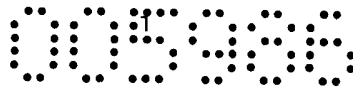


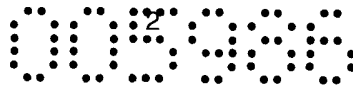
Fig. 10



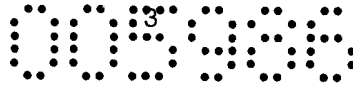


Patentansprüche

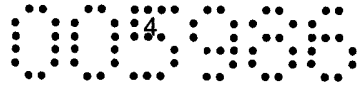
1. Krümmvorrichtung (1), insbesondere ein Roboterarm, mit einer aus einer Vielzahl von zueinander drehbaren, hohl ausgebildeten Segmenten (2) gebildeten Hohlwelle (10), wobei die Segmente (2) zueinander durch jeweils zumindest eine Stützeinrichtung (16) stabilisiert sind, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die zumindest eine Stützeinrichtung (16) zwischen zwei benachbarten Segmenten (2) angeordnet ist und die zwei benachbarten Segmente (2) und die Stützeinrichtung (16) einen durchgehenden Hohlraum (11) bilden.
2. Krümmvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Stützeinrichtung (16) als ein Kardanring-Gelenk und/oder ein Drehlager (5) ausgebildet ist.
3. Krümmvorrichtung (1), nach Anspruch 1, wobei die Segmente (2) zumindest zwei unterschiedliche Gruppen von Formen aufweisen und in diesen zwei Gruppen als Basissegmente (2a) und Winkelsegmente (2b) unterscheidbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass das Basissegment (2a) zumindest eine für eine Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) und/oder zumindest einen Sensor (41) ausgebildete Kammer (14) aufweist.
4. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der beiden Kontaktflächen (32) des zumindest einen Winkelsegments (2b) in ihrem Schnittwinkel sowohl schräg gegenüber ihrer Längsachse (33) als auch abweichend zur Orthogonalen auf die Längsachse (33) verläuft, wobei die Kontaktflächen (32) des zumindest einen Basissegments (2a) in ihrem Schnittwinkel orthogonal auf die Längsachse (33) verlaufen.
5. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die aus mehreren zusammengesetzten Segmenten (2) mit mehreren Stützeinrichtungen (16) entstehende Hohlwelle (10) einen durchgehenden Hohlraum (11) bildet, welcher als Führungskanal (4) nutzbar ist, der selbst bei einer Verkrümmung der Krümmvorrichtung (1) nicht unterbrochen wird.



6. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmente (2) an deren Kontaktflächen (32) durch eine durch die Segmente (2) ausgebildete, ineinandergreifende Form mit einer reibungsarmen Beschichtung (6), wie beispielsweise Teflon, und/oder durch ringförmig ausgestaltete Drehlager (5), wie beispielsweise Gleitlager oder Wälzlager, zueinander drehbar beweglich sind, wobei die Kontaktflächen (32) als symmetrische Ringkreise ausgebildet sind.
7. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) aus mehreren zueinander drehbaren, aneinanderreihbaren Angulierungssegmenten (12) besteht, ausgebildet durch die Anordnung aus je einem Basissegment (2a), welches an den zwei Kontaktflächen (32) je ein drehbares Winkelsegment (2b) mit je einem ringförmigen Kardanring-Gelenk (3) aufweist.
8. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlwelle von einem flexiblen Stabilisierungselement (7), wie beispielsweise einer Spiralwelle oder Gewebewelle, umgeben ist.
9. Krümmvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das flexible Stabilisierungselement krümmbar aber dennoch verdrehstabil ist und somit ein relatives Verdrehen der zumindest zwei darin befindlichen Basissegmente (2a) um deren Längsachse (33) zueinander verhinderbar ist.
10. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine Basissegment (2a) im flexiblen Stabilisierungselement (7) rotationsstarr gelagert ist, beispielsweise verklebt, die Winkelsegmente (2b) jedoch um ihre Längsachse (33) rotierbar sind.
11. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) in ihrem Führungskanal (4) durch einen flexiblen Innenüberzug (20) und von außen durch einen flexiblen Außenüberzug (21) ummantelt ist, durch welchen ein Ein- und Ausdringen von Flüssigkeiten und/oder Gasen verhinderbar ist.



12. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehung des zumindest einen Segmentes (2, 2a, 2b) durch zumindest eine im Basissegment (2a) oder der Stützeinrichtung (16) befindliche Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) betätigbar ist.
13. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) in einer vorher eingenommenen, gekrümmten Form zumindest teilweise oder gänzlich arretierbar ist.
14. Krümmvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Krümmvorrichtung (1) über eine Schlaffschaltung durch äußere Einflüsse und nicht über die zumindest eine Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) in Form bringbar ist.
15. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regeleinheit (40) vorgesehen ist, wobei eine Drehposition des zumindest einen Winkelsegmentes (2b) als Istwert über zumindest einen Sensor (41) erfassbar und der Regeleinheit (40) mitteilbar ist und durch die Regeleinheit (40) der Istwert (70) mit zumindest einem mitteilbaren Sollwert (71) vergleichbar ist, wobei das zumindest eine Winkelsegment (2b) über die zumindest eine Antriebseinheit (22) und/oder Kraftübertragungseinheit (23) drehbar ist, bis der Istwert (70) der Drehposition mit dem zumindest einem mitteilbaren Sollwert (71) übereinstimmt.
16. Krümmvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass über ein Einführrohr (42) zusammen mit der Regeleinheit (40) die Lage und die Bewegungsgeschwindigkeit der Krümmvorrichtung (1) in Relation zum Einführrohr (42) messbar ist, wobei an dem Einführrohr (42) vorzugsweise eine Vorschubeinheit (43) verfügbar ist, über welche die Krümmvorrichtung (1) in Richtung ihrer Längsachse (33) verschiebbar ist.
17. Krümmvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Regeleinheit (40) vorgesehen ist, wobei die



Krümmvorrichtung (1) über ein Datenübertragungsmittel (44) zum Datenaustausch mit der Regeleinheit (40) verbindbar ist.

Innsbruck, am 26. August 2014