

(19)



(11)

**EP 2 902 642 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**05.08.2015 Patentblatt 2015/32**

(51) Int Cl.:  
**F15B 15/10** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **14197579.7**

(22) Anmeldetag: **12.12.2014**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**

(72) Erfinder:  
• **Hornfeck, Rüdiger**  
**91056 Erlangen (DE)**  
• **Landkammer, Stefan**  
**90409 Nürnberg (DE)**

(30) Priorität: **20.12.2013 DE 102013114660**

(74) Vertreter: **Klinski, Robert**  
**Patentship**  
**Patentanwalts-gesellschaft mbH**  
**Elsenheimerstraße 65**  
**80687 München (DE)**

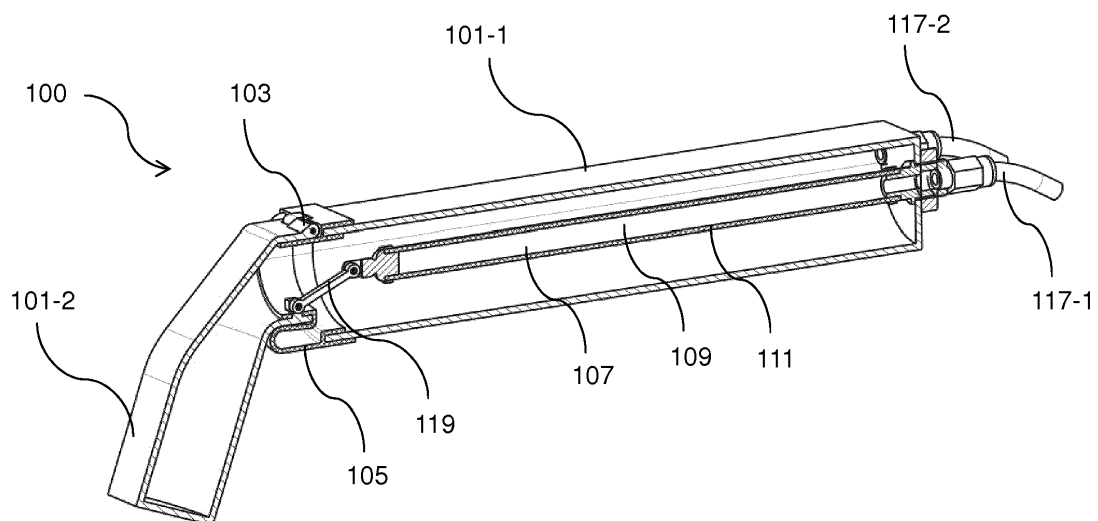
(71) Anmelder: **Technische Hochschule Nuernberg**  
**Georg-Simon-Ohm**  
**90489 Nuernberg (DE)**

(54) **Drehantrieb**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drehantrieb (100) mit einem ersten hohlen Gliedabschnitt (101-1) und einem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2), der mit einem Drehgelenk (103) an dem ersten Gliedabschnitt (101-1) befestigt ist, mit einer elastischen Manschette (105) zum druckdichten Verbinden des ers-

ten hohlen Gliedabschnittes (101-1) mit dem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2); und einem Zugaktor (107) zum Beugen des ersten hohlen Gliedabschnittes (101-1) gegenüber dem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2) mittels einer Zugkraft.

Fig. 4



**EP 2 902 642 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Drehantrieb mit einem ersten und einem zweiten hohlen Gliedabschnitt.

**[0002]** Die Druckschrift US 7,100,491 B2 beschreibt einen fluidgetriebenen Aktuator mit einer Kammer mit flexiblen Wänden.

**[0003]** Es ist die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe, ein konstruktiv verbessertes Konzept für einen Drehantrieb anzugeben.

**[0004]** Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand mit den Merkmalen nach dem unabhängigen Anspruch gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind Gegenstand der Figuren, der Beschreibung und der abhängigen Ansprüche.

**[0005]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird die Aufgabe durch einen Drehantrieb mit einem ersten hohlen Gliedabschnitt und einem zweiten hohlen Gliedabschnitt, der mit einem Drehgelenk an dem ersten Gliedabschnitt befestigt ist, mit einer flexiblen Manschette zum druckdichten Verbinden des ersten hohlen Gliedabschnittes mit dem zweiten hohlen Gliedabschnitt und einem Zugaktor zum Beugen des ersten hohlen Gliedabschnittes gegenüber dem zweiten hohlen Gliedabschnitt mittels einer Zugkraft. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass der Drehantrieb durch Aufbauen eines Drucks mittels eines Fluids innerhalb der Gliedabschnitte pneumatisch oder hydraulisch gestreckt werden kann. Soll der Drehantrieb abgewinkelt werden, wird eine Zugkraft über den Zugaktor ausgeübt. Der Zugaktor kann ebenfalls ein fluidisch betriebener Zugaktor sein. Es entstehen geringe Reibungsverluste, da Bauteile nicht aneinander abgleiten müssen. Im Allgemeinen kann der Fluidbereich des Drehantriebs auch mehrere Gelenke umfassen.

**[0006]** In einer vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes ist der erste hohle Gliedabschnitt gegenüber dem zweiten hohlen Gliedabschnitt durch Einleiten eines Druckfluids streckbar. Dadurch wird beispielsweise der technische Vorteil erreicht, dass ein antagonistisches Fluidsystem realisiert wird.

**[0007]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes ist der Zugaktor im Inneren des ersten und/oder zweiten hohlen Gliedabschnitts angeordnet. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass keine scharfen Außenkanten entstehen und der Zugaktor vor einer Beschädigung geschützt ist.

**[0008]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes umfasst der Zugaktor eine ausdehnbare Kammer zum Aufnehmen eines Druckfluids, um den Zugaktor zusammenzuziehen. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass der Zugaktor durch Einleiten des Druckfluids betätigt werden kann. Ein Strecken und ein Abwinkeln des Drehantriebes kann in beiden Fällen pneumatisch oder hydraulisch erfolgen.

**[0009]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes wird die ausdehnbare Kammer

durch einen radial ausdehnbaren Schlauch gebildet. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass ein Fluidmuskel gebildet wird, der sich durch Einleiten eines Druckfluids zusammenzieht.

**[0010]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes ist der radial ausdehnbare Schlauch von einem Gewebe zum axialen Zusammenziehen des Schlauchs bei einer radialen Ausdehnung des Schlauchs umgeben. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass ein Zusammenziehen des Fluidmuskels verbessert wird.

**[0011]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes umschließt die Manschette ein Ende des ersten hohlen Gliedabschnitts im Querschnitt u-förmig. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass eine dichte Verbindung durch Kleben oder Schweißen erzeugt werden kann.

**[0012]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes liegt die Manschette an einer Innenseite des zweiten hohlen Gliedabschnitts an. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass die Dichtigkeit der Drehverbindung verbessert wird.

**[0013]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes ist die Manschette durch Fasern verstärkt. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass ein Ausdehnen der Manschette in eine seitliche Richtung verhindert wird, dies begünstigt die Entfaltung in Längsrichtung.

**[0014]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes verlaufen die Fasern in tangentialer Richtung. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass eine seitliche Ausdehnung der Manschette noch besser verhindert wird.

**[0015]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes ist die Manschette im Querschnitt Z-förmig. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass der Gelenkbereich nach einer Streckung wieder die ursprüngliche Form annimmt und reversibles Verhalten aufweist.

**[0016]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes ist der Zugaktor an einer Innenseite des ersten und/oder zweiten hohlen Gliedabschnitts befestigt, die dem Drehgelenk gegenüber liegt. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass eine hohe Hebelwirkung und ein Drehmoment des Drehantriebs erreicht werden.

**[0017]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes umfasst der Zugaktor einen Seilzug zum Ausüben einer Zugkraft zwischen dem ersten hohlen Gliedabschnitt und dem zweiten hohlen Gliedabschnitt. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass ein hoher Drehwinkelbereich des Drehantriebs realisiert werden kann.

**[0018]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes umfasst der Drehantrieb eine drehbare Exzentrerscheibe zum Umlenken der durch den Seilzug ausgeübten Zugkraft. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass der Verlauf der Beuge-

momente über die Hebelverhältnisse durch Drehen der Exzentrerscheibe begünstigt wird.

**[0019]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes umfasst der erste und/oder der zweite hohle Gliedabschnitt einen ebenen Abschnitt zum Befestigen des Drehgelenks. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass die Anordnung eines stabilen Drehgelenks auf den Gliedabschnitten erleichtert wird.

**[0020]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes weist der erste und/oder der zweite hohle Gliedabschnitt ein abgeschrägtes Ende an einer gegenseitigen Verbindungsstelle auf. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass große Drehwinkel realisierbar sind.

**[0021]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform des Drehantriebes weist der erste und/oder der zweite Gliedabschnitt eine abgewinkelte Form auf. Dadurch wird beispielsweise der Vorteil erreicht, dass der Gliedabschnitt mit einem hohen Drehmoment angesteuert werden kann.

**[0022]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden im Folgenden näher beschrieben.

**[0023]** Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Ansicht eines Drehantriebes;
- Fig. 2 eine vergrößerte Querschnittsansicht einer Manschette;
- Fig. 3 eine vergrößerte Querschnittsansicht der Manschette beim Bewegen des Drehantriebes;
- Fig. 4 eine Querschnittsansicht durch den Drehantrieb;
- Fig. 5 eine weitere Querschnittsansicht durch den Drehantrieb;
- Fig. 6 weitere Querschnittsansichten durch den Drehantrieb;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht des Drehantriebes; und
- Fig. 8 einen Drehantrieb mit einem Seilzug und einer Exzentrerscheibe.

**[0024]** Fig. 1 zeigt eine schematische Ansicht eines Drehantriebes 100, der ein integriertes, antagonistisches Fluidsystem aufweist. Der Drehantrieb 100 umfasst einen ersten hohlen Gliedabschnitt 101-1 und einen zweiten hohlen Gliedabschnitt 101-2, die mit einem Drehgelenk 103 miteinander verbunden sind, so dass eine Röhren-Gelenk-Verbindung entsteht. Zwischen dem ersten hohlen Gliedabschnitt 101-1 und dem zweiten hohlen Gliedabschnitt 101-2 ist eine elastische Man-

schette 105 angeordnet, die die beiden hohlen Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 druckdicht miteinander verbindet. Die Manschette 105 bildet eine entfaltbare Gelenkstruktur zwischen den steifen, rohrartigen Gliedabschnitten 101-1 und 101-2.

**[0025]** Der Innenbereich des Drehantriebs 100 ist durchgehend mit einem Druckfluid gefüllt, das einen Innendruck erzeugt. Bei hohem Innendruck ist die Gelenkverbindung dazu bestrebt, den Membranbereich mit der Manschette 105 zu entfalten, so dass sich der Drehantrieb 100 streckt. Die Manschette 105 mit der flexiblen Gelenkmembran bildet eine stoffschlüssige Verbindung mit den beiden Gliedabschnitten 101-1 und 101-2.

**[0026]** Zur Beugebewegung des Drehantriebs 100 dient ein Zugaktor 107 zum Ausüben einer Zugkraft zwischen dem ersten hohlen Gliedabschnitt 101-1 und dem zweiten hohlen Gliedabschnitt 101-2. Der Zugaktor 107 kann ein künstlicher Muskel sein, der mit dem gleichem oder einem anderem Druckfluid wie der Streckmechanismus betrieben wird. Der Druck in dem Zugaktor 107 ist höher als in den umliegenden Gliedabschnitten 101-1 und 101-2, so dass ein Zusammenziehen des Zugaktors 107 durch das Ausdehnen einer Kammer 109 ermöglicht wird. Der Zugaktor 107 arbeitet dem Streckmechanismus entgegen, indem zwischen beiden Gliedabschnitten 101-1 und 101-2 eine Zugkraft ausgeübt wird. Der Zugaktor 107 ist außerhalb des entfaltbaren Bereichs der Manschette 105 angeordnet. Dadurch wird der Gelenkbereich nicht oder nur durch die mechanische Anbindung des Zugaktors 107 durchquert und annähernd der gesamte Gelenkquerschnitt kann als wirkende Druckfläche genutzt werden.

**[0027]** Das Drehmoment  $M_{\text{Streck}}$  zur Streckbewegung ergibt sich idealisiert aus dem Produkt aus dem Druck  $p_1$  in den Gliedabschnitten 101-1 und 101-2, der Querschnittsfläche  $A_1$  im Gelenkbereich und dem Abstand  $r_1$  von der Drehachse des Gelenkes zum Druckflächenmittelpunkt.

**[0028]** Das gegenwirkende Drehmoment  $M_{\text{Beug}}$  zur Beugebewegung hingegen setzt sich zusammen aus der wirkenden Zugkraft des Fluidmuskels und dem wirkenden Abstand zum Drehpunkt des Gelenkes. Die von einem pneumatischen Fluidmuskel ausgeübte Kraft hängt von der Druckdifferenz  $\Delta p$ , der Querschnittsfläche  $A_2$ , und der Länge  $\Delta l$  ab.

**[0029]** Da sich der pneumatische Fluidmuskel in einer Umgebung des Druckes  $p_1$  befindet, ist effektiv der Differenzdruck  $p_2 - p_1$  wirksam. Mit  $p_2 \gg p_1$  und  $A_1 \gg A_2$  wird erreicht, dass die gegenspielenden Drehmomente im gleichen Größenverhältnis zueinander stehen. Während der Bewegungsausführung kommen zu den beiden beschriebenen Grundgleichungen noch steifigkeitsabhängige und dynamische Anteile hinzu. Diese sind zurückzuführen auf das Dämpfungsverhalten, die Entfaltung des Gelenkbereichs und die Fluidverschiebung.

**[0030]** Da aufgrund des hohen Druckunterschiedes von  $p_2$  zu  $p_1$  in dem Fluidmuskel eine deutlich geringere Volumenverschiebung notwendig ist, übernimmt der Flu-

idmuskel als Zugaktor 107 den aktiven Part der Bewegungsregelung. Das Verhältnis von Streck- zu Beugemoment ist frei variierbar und über die Druckdifferenz steuerbar.

**[0031]** Das gegenwirkende Streckmoment  $M_{\text{Streck}}$  wird mit einem während des Betriebes konstant wirkenden Eingangsdruck gehalten und wirkt als passiver Gegenspieler. Bei einer Entlastung und Verlängerung des Zugaktors 107 führt der Rückfluss des Druckfluids selbstständig zu einer druckbedingten Entfaltung der Manschette 105 und verursacht eine Streckung der Gelenkverbindung zwischen den Gliedabschnitten 101-1 und 101-2. Der Drehantrieb 100 bildet ein neuartiges, antagonistisches Prinzip, mit dem dynamische Bewegungen realisiert werden können.

**[0032]** Zum Vollzug der volumenintensiveren Streckbewegung des Drehantriebes 100 wird das Druckfluid dem Gelenkbereich nicht durch Leitungen zugeführt, sondern fließt aus dem gesamten Innenbereich der Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 um das Gelenk nach. Gegenüber dem Prinzip einer konventionellen Volumenzuleitung über lange, dünne Fluidleitungen werden bei dieser Streckung die dynamischen Rohrleitungsverluste umgangen und die Streckbewegung des Drehantriebes 100 erfolgt mit einer geringeren Trägheit.

**[0033]** Wird das gleiche Druckfluid sowohl für den Streck- als auch für den Beugemechanismus verwendet, so kann mit einem Druckübersetzer gearbeitet werden. In diesem Fall kann ein einziges Flüssigkeitsreservoir und eine einzige Druckquelle verwendet werden, um die Energie für den Gelenkmechanismus bereitzustellen. Bei der Beugung dient das Fluidreservoir einerseits als Quelle für die benötigte Fluidmenge des Fluidmuskels und als Auffangbereich für das überschüssige Fluid aus dem verdrängtem Gelenkvolumen.

**[0034]** Wenn zum Beugen des Drehantriebs 100 der Fluidmuskel gefüllt wird, steigt das Volumen des Fluidmuskels leicht an, so dass das Druckfluid im Niederdrucksystem verdrängt wird oder der Niederdruck leicht ansteigt. Mit einem Druckbegrenzungsventil oder einer Volumennachgiebigkeit im Flüssigkeitsreservoir können Druckspitzen, vor allem bei Beugungen reduziert oder weggenommen werden.

**[0035]** Fig. 2 zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht der Manschette 105 zwischen dem ersten Gliedabschnitt 101-1 und dem zweiten Gliedabschnitt 101-2. Die Gelenkmembran der Manschette 105 weist eine im Querschnitt Z-förmige Struktur auf. Der mittlere Teil der Z-förmigen Struktur bewirkt eine Streckung der Manschette 105 bei zunehmendem Druckanstieg. Die Manschette 105 weist tangential umlaufende Fasern 113 auf, die ein radiales Ausdehnen der Manschette 105 verhindern. Die Fasern 113 liegen quer zur Streckrichtung der Manschette 105. Die Manschette 105 umfasst Elastomere mit Gewebeverstärkung und Verstärkungsfasern.

**[0036]** Die Druckstabilität der Manschette 105 wird durch die Fasern 113 erhöht und die radiale Ausdehnung wird zu Gunsten der Entfaltung begrenzt. Die Ausdeh-

nung der Manschette 105 findet daher in Längsrichtung statt, so dass eine Streckbewegung des Drehantriebs 100 erfolgt. Die Ausbreitung des Gelenkinnenraumes erfolgt mit geringem Widerstand und geringer seitlicher Dehnung der Manschette 105.

**[0037]** Die definierte Z-förmige Struktur der Manschette 105 als Anfangsform führt dazu, dass der Gelenkbereich nach einer Streckung wieder die ursprüngliche Form annimmt und reversibles Verhalten aufweist. Die Manschette 105 kann aus faserverstärkten Elastomeren bestehen, mittels Gießen hergestellt werden und anschließend an die Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 geklebt oder geschweißt werden. Die Manschette 105 kann quer zu den Gliedabschnitten 101-1 und 101-2 ein dickeres Material aufweisen.

**[0038]** Fig. 3 zeigt eine vergrößerte Querschnittsansicht der Manschette 105 in 4 Phasen der Bewegung des Drehantriebes 100. Mit einem von links nach rechts ansteigenden Innendruck gelangt der Gelenkbereichs zunehmend zur Entfaltung. Bei einer Manschette 105 mit einer Z-Form im Gelenkbereich erfolgt die Entfaltung in zwei Schritten. Im ersten Schritt neigt sich die größere radiale Druckfläche nach unten. Im zweiten Schritt beginnt sich die Z-Form zu entfalten.

**[0039]** Verbesserungen oder eine Linearisierung des Verhaltens ergeben sich dadurch, dass einzeln wirkende Druckflächen entsprechend formoptimiert und aufeinander abgestimmt werden. Alternativ kann eine Manschette 105 mit gleichmäßiger Wandstärke in S-Wölbung anstatt einer scharfen Z-Zacke verwendet werden. Dadurch kann ein lineares Ausbreitungsverhalten realisiert werden. Das Materialverhalten von Elastomeren der Manschette 105 kann einen Einfluss auf die Entfaltung haben.

**[0040]** Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht durch den Drehantrieb 100. Zwischen den beiden rohrartigen Gliedabschnitten 101-1 und 101-2, die durch das Drehgelenk 103 verbunden sind, wird die flexible Manschette 105 stoffschlüssig angebracht. Die Manschette 105 weist eine gleichmäßige Wandstärke in S-Wölbung auf. Die Manschette 105 ermöglicht eine abrollende und gleichmäßige Ausbreitung des Gelenkbereichs zwischen den beiden Gliedabschnitten 101-1 und 101-2. Das Drehgelenk 103 ist zum Druckbereich abgedichtet.

**[0041]** Die Manschette 105 ist derart gestaltet, dass die Innenfläche nicht unterbrochen wird und an beiden Gliedabschnitten 101-1 und 101-2 genügend Auflagefläche für eine Klebe- oder Schweißverbindung vorhanden ist. Dadurch kann die Dichtigkeit der Verbindung gewährleistet werden.

**[0042]** In dem Zugaktor 107 befindet sich eine ausdehnbare Kammer 109 zum Aufnehmen des Druckfluids, um den Zugaktor 107 zusammenzuziehen. Die Kammer 109 bildet einen Hochdruckbereich für dynamische Muskelbewegungen. Der umliegende Gliedabschnitt 101-1 bildet einen Niederdruckbereich mit großer Querschnittsfläche zur Streckbewegung. Die Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 sind jeweils an einer Seite geschlossen, so dass im inneren des Drehantriebes 100 mittels der Man-

schette 105 eine Druckkammer realisiert wird.

**[0043]** An der Festseite des ersten Gliedabschnittes 101-1 ist der Zugaktor 107 an der Wandung fixiert. An der Seite des zweiten Gliedabschnittes 101-2 ist der Zugaktor 107 mittels einer doppelt drehbar gelagerten Koppelstange 119 befestigt. Die Koppelstange 119 ist an der Innenseite des zweiten hohlen Gliedabschnitts 101-2 drehbar befestigt, die dem Drehgelenk 103 gegenüber liegt. Der Zugaktor 107 kann abseits des Gelenkbereichs mit Festlagerung und in Gelenkbereichsnähe mit einer Loslagerung versehen sein. Die Hebelverhältnisse zwischen den Anbindungspunkten und die Angriffspunkte des Zugaktors 107 an den Gliedabschnitten 101-1 und 101-2 und dem Drehpunkt des Drehgelenks 103 können nach Bedarf variiert werden.

**[0044]** Der Zugaktor 107 ist im Inneren des ersten Gliedabschnitts 101-1 angeordnet. Im Allgemeinen können alle aktiven Bauelemente im Inneren des Drehantriebes 100 liegen, so dass sich ein exoskeletaler Aufbau ergibt.

**[0045]** Der Drehantrieb 100 weist zwei Druckanschlüsse 117-1 und 117-2 auf, über die das Druckfluid Ein- und Ausströmen kann. Der Druckanschluss 117-1 ist ein Druckanschluss für den Hochdruckbereich, mit dem der Zugaktor 107 betrieben wird. Der Druckanschluss 117-2 ist ein Druckanschluss für den Niederdruckbereich, der das Streckbestreben des Gelenks beeinflusst. Der Niederdruckbereich des Drehantriebes 100 befindet sich auf einem konstant hohen Druckniveau, um ein kontinuierliches Streckbestreben zu erzeugen. Die aktiven Bewegungen erfolgen durch Ausüben von Zugkräften zu einer Beugung durch den Zugaktor 107. Eine Streckung erfolgt durch ein Nachgeben des Zugaktors 107.

**[0046]** Der Zugaktor 107 ist in der Form eines Fluidmuskels gebildet. Die ausdehnbare Kammer 109 des Zugaktors 107 wird durch einen radial ausdehnbaren Schlauch 111 gebildet, der sich bei der radialen Ausdehnung axial zusammenzieht. Der radial ausdehnbare Schlauch 111 kann von einem Gewebe zum axialen Zusammenziehen des Schlauchs 111 bei einer radialen Ausdehnung des Schlauchs 111 umgeben sein.

**[0047]** Fig. 5 zeigt eine weitere Querschnittsansicht durch den Drehantrieb 100. Beim Strecken des Drehantriebs 100 wölbt sich die Manschette 105, ohne dass die druckdichte Verbindung zwischen den beiden Gliedabschnitten 101-1 und 101-2 beeinträchtigt wird. Die Koppelstange 119 ist sowohl an dem zweiten Gliedabschnitt 101-2 als auch an dem Zugaktor 107 drehbar gelagert und folgt der Drehbewegung. Beugt sich der Drehantrieb 100 legt sich die Manschette 105 wieder in S-Form.

**[0048]** Fig. 6 zeigt weitere Querschnittsansichten durch den Drehantrieb 100. Der Zugaktor 107 weist ein Drehlager 123 zur drehbaren Verbindung mit der Koppelstange 119 auf und der zweite Gliedabschnitt 101-2 weist ein weiteres Drehlager 123 zur drehbaren Verbindung mit der Koppelstange 119 auf. Dadurch kann eine Kraft, die durch eine Änderung in der Länge des Zugaktors 107 erzeugt wird, effizient auf den zweiten Glied-

abschnitt 101-2 übertragen werden.

**[0049]** Fig. 7 zeigt eine perspektivische Ansicht des Drehantriebes 100. Die Form der Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 ist an einer Unterseite bogenförmig und an einer Oberseite abgeflacht. Dadurch entsteht ein ebener Abschnitt zum Befestigen des Drehgelenks 103. Im Allgemeinen können die Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 jedoch eine andere Form aufweisen, wie beispielsweise zylinderförmig. Das scharnierförmige Drehgelenk 103 ist zum Druckbereich im Inneren der Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 abgedichtet. Der zweite Gliedabschnitt 101-2 weist eine abgewinkelte Form auf.

**[0050]** Fig. 8 zeigt einen Drehantrieb 100 mit einem Seilzug 115 und einer Exzentrerscheibe 121. Der Seilzug 115 ist an dem Zugaktor 107 und dem zweiten Gliedabschnitt 101-2 angeordnet. Über den Seilzug 115 wird die Zugkraft zwischen den beiden Gliedabschnitten 101-1 und 101-2 vermittelt.

**[0051]** Durch die Exzentrerscheibe 121 wird eine Verbesserung des Hebelverhältnisses erreicht, indem diese den Seilzug 115 umlenkt. Die Exzentrerscheibe 121 ist im Inneren des ersten Gliedabschnittes 101-1 exzentrisch drehbar gelagert, sodass diese in eine gewünschte Stellung gebracht werden kann. Die Umlenkung des Seilzuges 115 durch die Exzentrerscheibe 121 sollte so gestaltet sein, dass ein rechter Winkel der Kraftwirkungslinie zum Anbindungspunkt als Hebel zum Drehpunkt entsteht.

**[0052]** Der fluidische Drehantrieb 100 umfasst einen bionischen Streckmechanismus, der mit einem oder mehreren Fluidmuskeln als Gegenspieler gekoppelt ist. Dadurch wird ein Konzept eines fluidischen Drehantriebs 100 mit integriertem, antagonistischem Fluidsystem realisiert.

**[0053]** Mit dem Drehantrieb 100 sind große Drehwinkel realisierbar. Mit dem Drehgelenk 103 und geschickter Anstellung des Zugaktors 107 können Drehwinkel von über 90° realisiert werden. Durch eine Kombination von Muskelbeugung und dem Entfall von dünnen Zuleitungen für die selbstständige Streckung werden Rohrleitungsverluste bei der Streckbewegung reduziert, so dass dynamische Drehbewegungen möglich sind.

**[0054]** Mit dem neuartigen fluidischen Drehantrieb 100 bildet das Exoskelett der Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 und der Manschette 105 gleichzeitig die Leitungs- und Transportfunktion des Druckfluids zur Streckbewegung und eine tragende Außenstruktur. Dadurch kann der Drehantrieb 100 in Leichtbauweise mit einem integrierten Fluidsystem hergestellt werden. Der Zugaktor 107 ist in die Gliedabschnitte 101-1 und 101-2 integriert, so dass keine scharfen Außenkanten entstehen. Da der Zugaktor 107 im Inneren des Drehantriebes 100 wirkt, ist eine einfache Reinigung und Reduzierung der Verletzungsgefahr gegeben. Daneben kann der Drehantrieb 100 für ein Roboterbein oder einen -Arm mit mehreren Freiheitsgraden verwendet werden.

**[0055]** In dem Drehantrieb 100 entstehen geringe Gleitreibungsverluste, da keine Bauteile aneinander ab-

gleiten, wie beispielsweise bei Kolbenverbindungen. Durch den Drehantrieb 100 wird eine Alternative zu den in der Hydraulik standardmäßig verwendeten einfach- und doppeltwirkenden Zylindern geschaffen.

**[0056]** Alle in Verbindung mit einzelnen Ausführungsformen der Erfindung erläuterten und gezeigten Merkmale können in unterschiedlicher Kombination in dem erfindungsgemäßen Gegenstand vorgesehen sein, um gleichzeitig deren vorteilhafte Wirkungen zu realisieren.

**[0057]** Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist durch die Ansprüche gegeben und wird durch die in der Beschreibung erläuterten oder den Figuren gezeigten Merkmale nicht beschränkt.

## BEZUGSZEICHENLISTE

### [0058]

|     |                  |
|-----|------------------|
| 100 | Drehantrieb      |
| 101 | Gliedabschnitt   |
| 103 | Drehgelenk       |
| 105 | Manschette       |
| 107 | Zugaktor         |
| 109 | Kammer           |
| 111 | Schlauch         |
| 113 | Fasern           |
| 115 | Seilzug          |
| 117 | Druckanschluss   |
| 119 | Koppelstange     |
| 121 | Exzentrerscheibe |
| 123 | Drehlager        |

## Patentansprüche

1. Drehantrieb (100) mit einem ersten hohlen Gliedabschnitt (101-1) und einem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2), der mit einem Drehgelenk (103) an dem ersten Gliedabschnitt (101-1) befestigt ist, mit:

einer flexiblen Manschette (105) zum druckdichten Verbinden des ersten hohlen Gliedabschnittes (101-1) mit dem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2); und einem Zugaktor (107) zum Beugen des ersten hohlen Gliedabschnittes (101-1) gegenüber dem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2) mittels einer aktiven, steuerbaren Zugkraft.

2. Drehantrieb (100) nach Anspruch 1, wobei der erste hohle Gliedabschnitt (101-1) gegenüber dem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2) durch Einleiten eines Druckfluids streckbar ist.
3. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Zugaktor (107) eine ausdehnbare Kammer (109) zum Aufnehmen eines Druck-

fluids umfasst, um den Zugaktor (107) zusammenzuziehen..

4. Drehantrieb (100) nach Anspruch 3, wobei die ausdehnbare Kammer (109) durch einen radial ausdehnbaren Schlauch (111) gebildet wird.
5. Drehantrieb (100) nach Anspruch 4, wobei der radial ausdehnbare Schlauch (111) von einem Gewebe zum axialen Zusammenziehen des Schlauchs (111) bei einer radialen Ausdehnung des Schlauchs (111) umgeben ist.
6. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Manschette (105) ein Ende des ersten hohlen Gliedabschnitts (101-1) im Querschnitt u-förmig umschließt.
7. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Manschette (105) an einer Innenseite des zweiten hohlen Gliedabschnitts (101-2) anliegt.
8. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Manschette (105) durch Fasern (113) verstärkt ist.
9. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Fasern (113) in tangentialer Richtung verlaufen.
10. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Manschette (105) im Querschnitt Z-förmig ist.
11. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Zugaktor (107) an einer Innenseite des ersten und/oder zweiten hohlen Gliedabschnitts (101-1, 101-2) befestigt ist, die dem Drehgelenk (103) gegenüber liegt.
12. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Zugaktor (107) einen Seilzug (115) zum Ausüben einer Zugkraft zwischen dem ersten hohlen Gliedabschnitt (101-1) und dem zweiten hohlen Gliedabschnitt (101-2) umfasst.
13. Drehantrieb (100) nach Anspruch 12, wobei der Drehantrieb eine drehbare Exzentrerscheibe zum Umlenken der durch den Seilzug ausgeübten Zugkraft umfasst.
14. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der erste und/oder der zweite hohle Gliedabschnitt (101-1) einen ebenen Abschnitt zum Befestigen des Drehgelenks (103) umfasst.
15. Drehantrieb (100) nach einem der vorangehenden

Ansprüche, wobei der erste und/oder der zweite hohle Gliedabschnitt (101-1, 101-2) ein abgeschrägtes Ende an einer gegenseitigen Verbindungsstelle aufweisen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

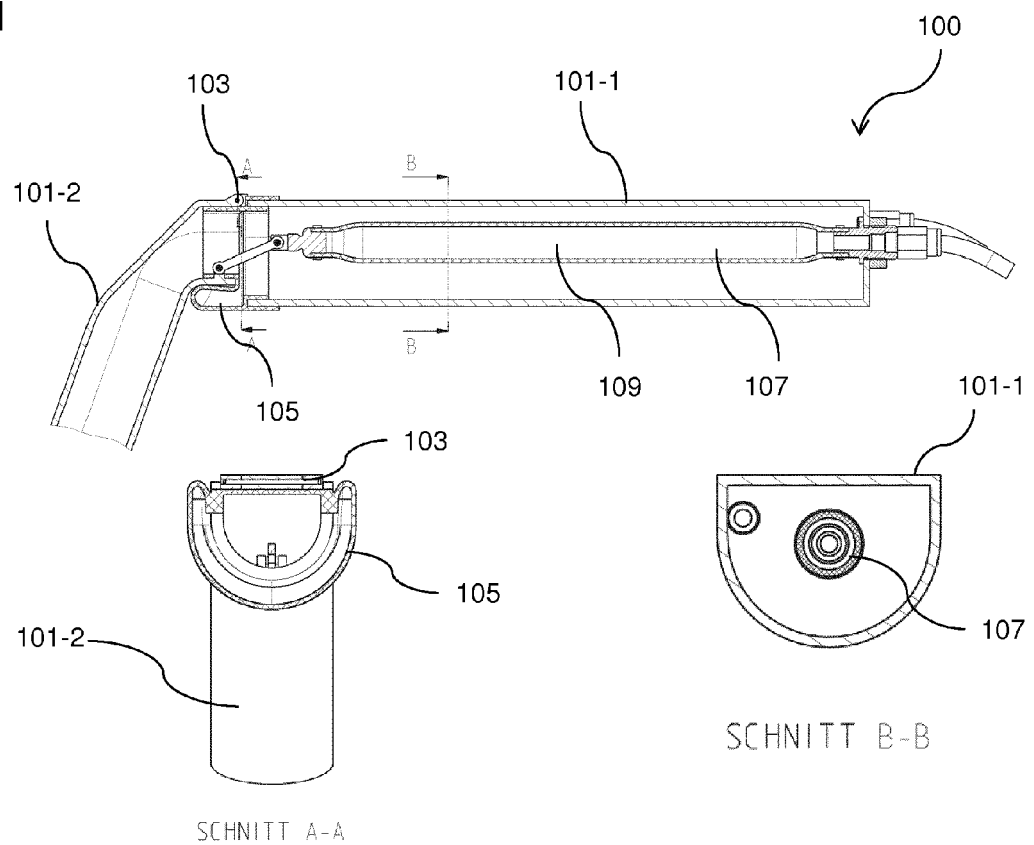


Fig. 2

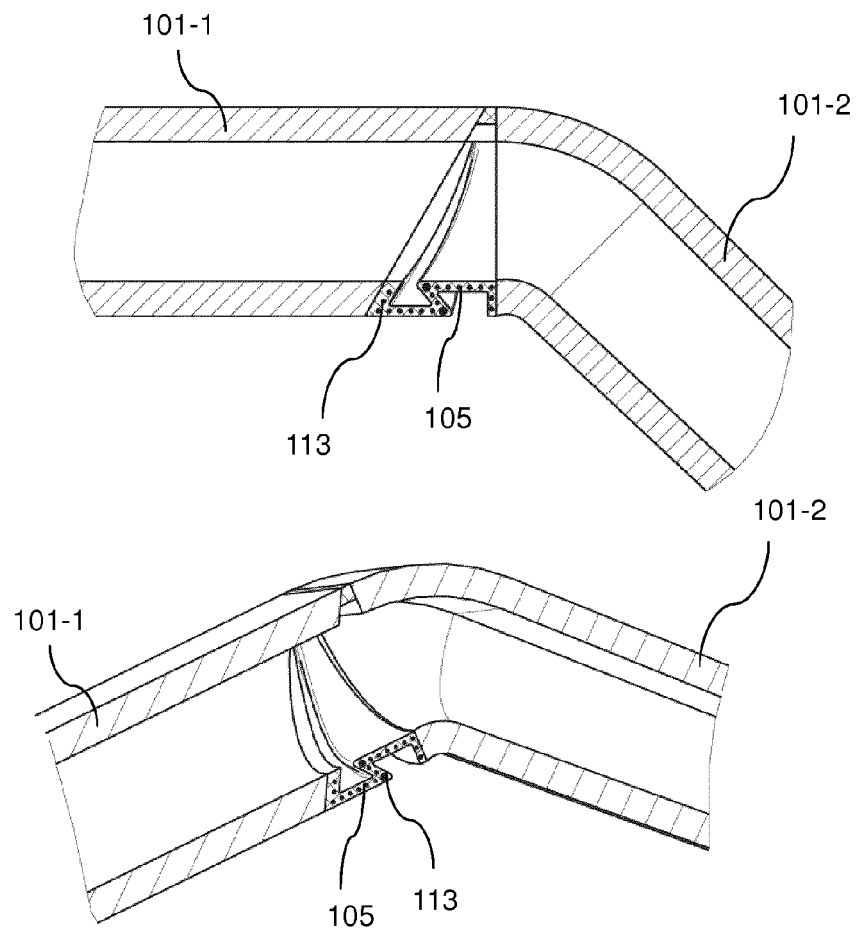


Fig. 3

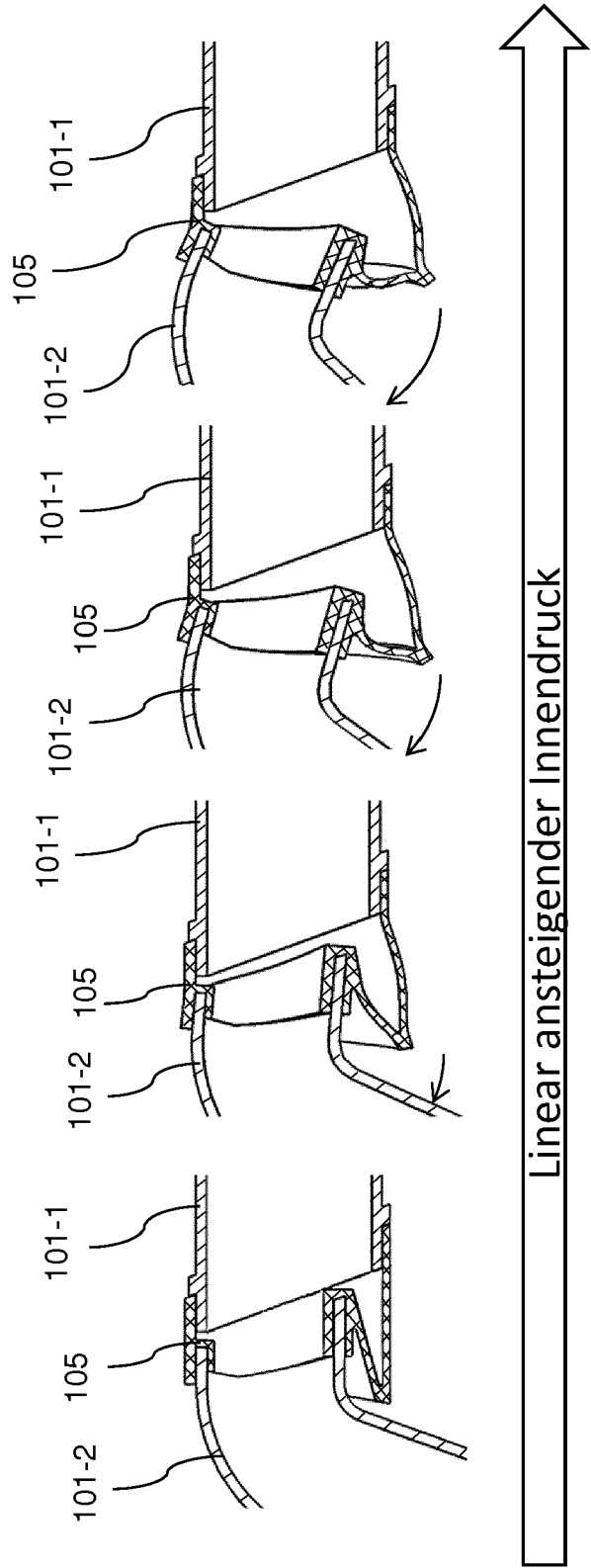


Fig. 4

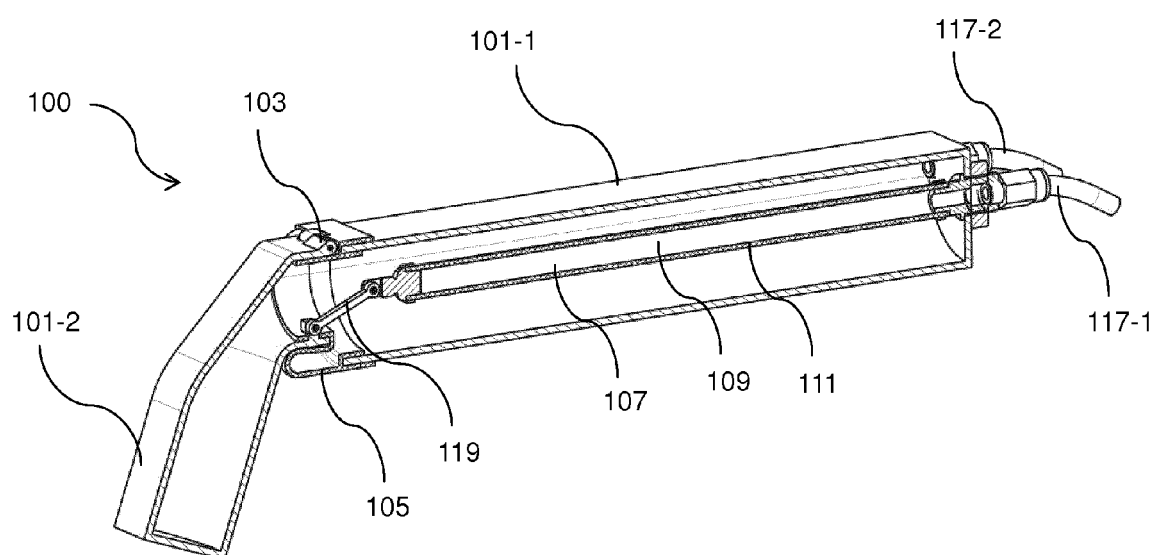
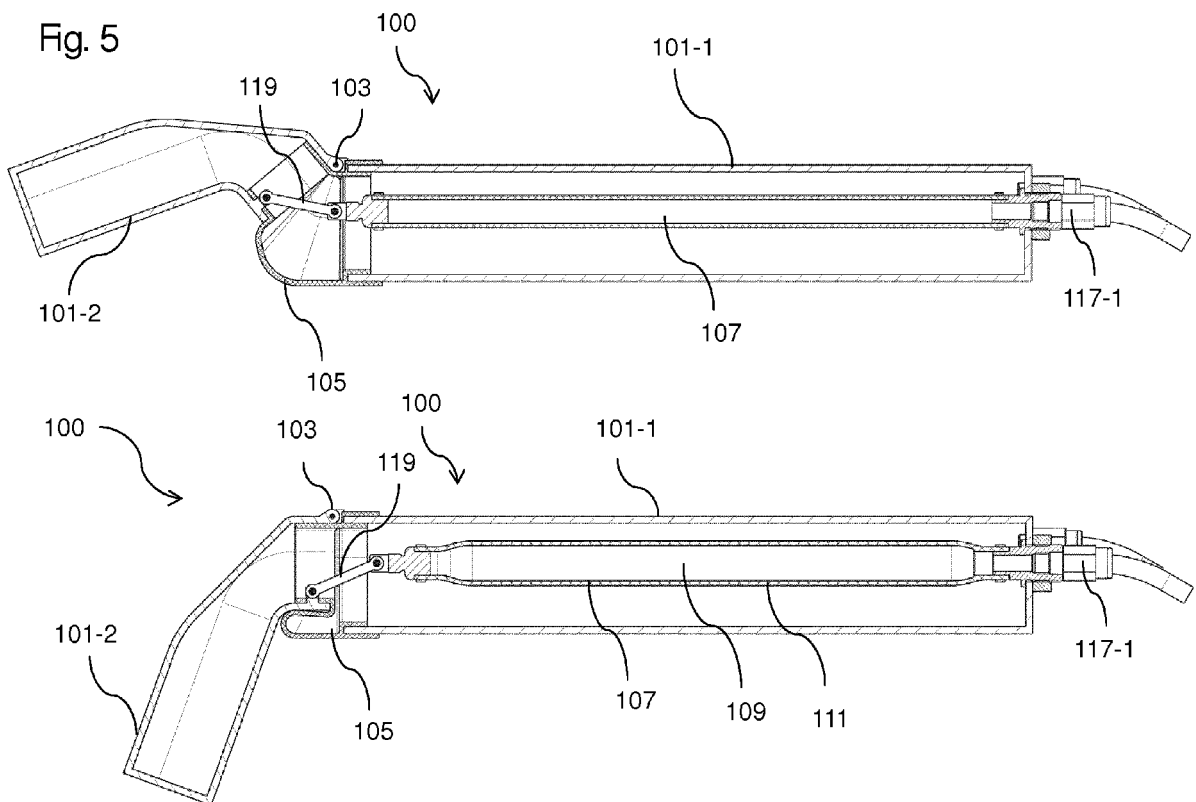
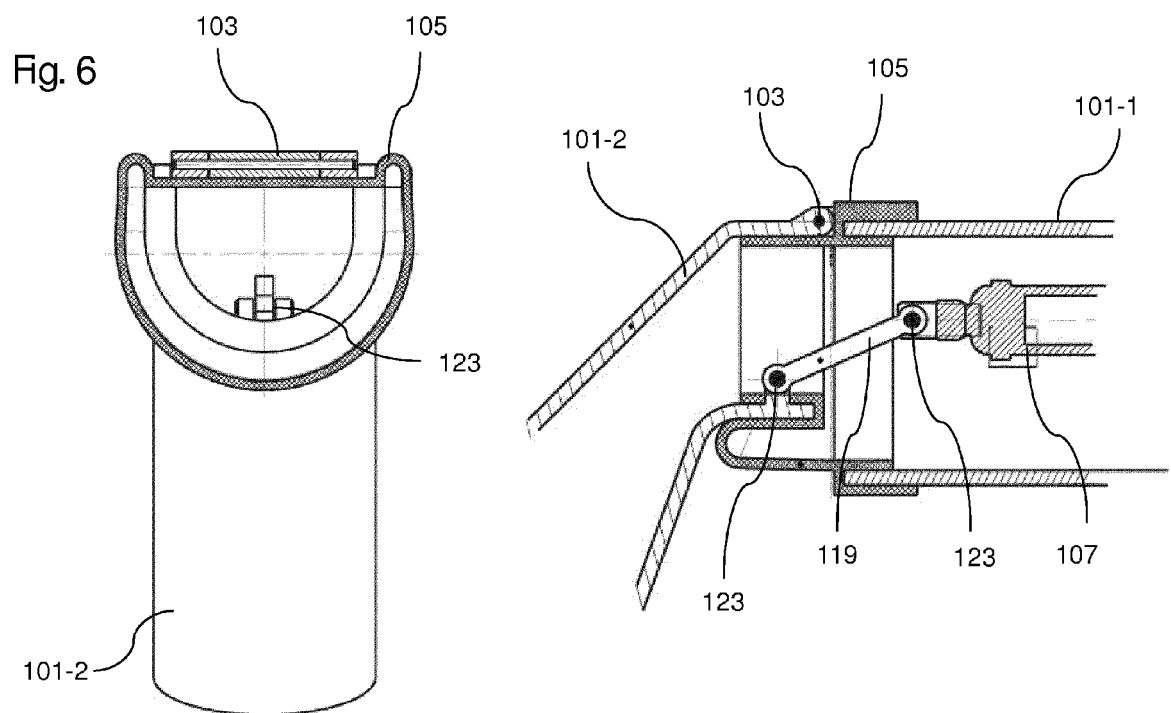


Fig. 5





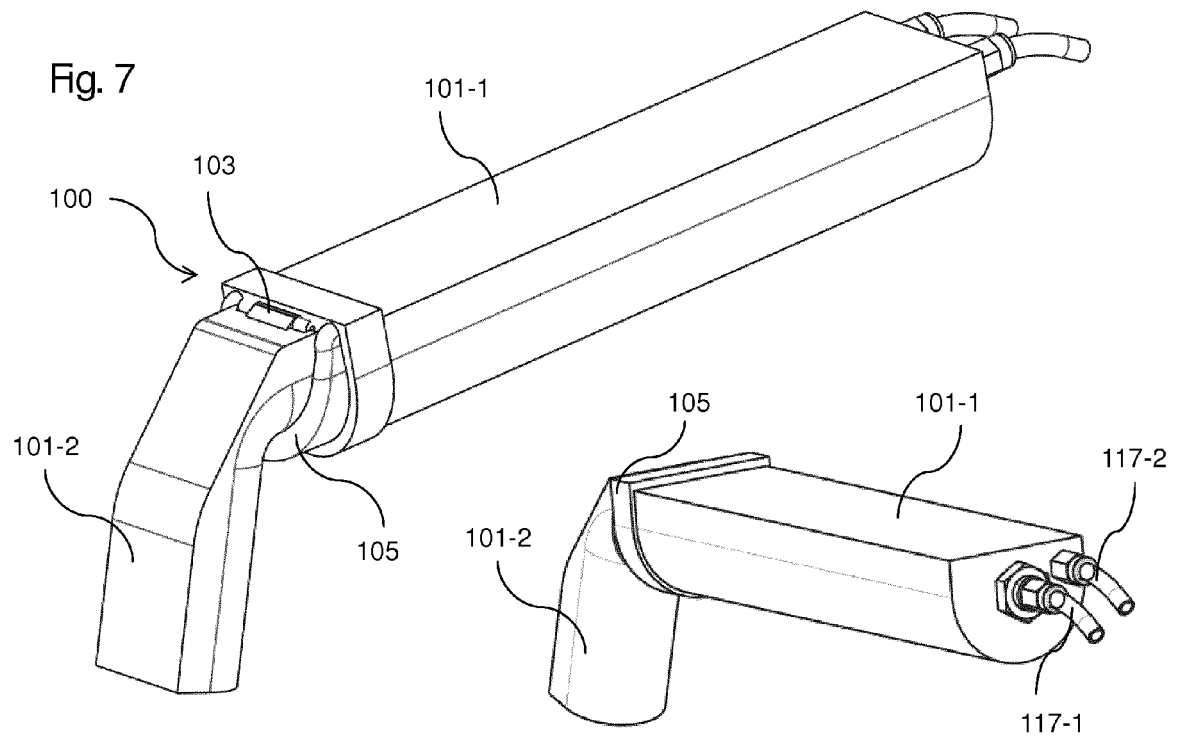
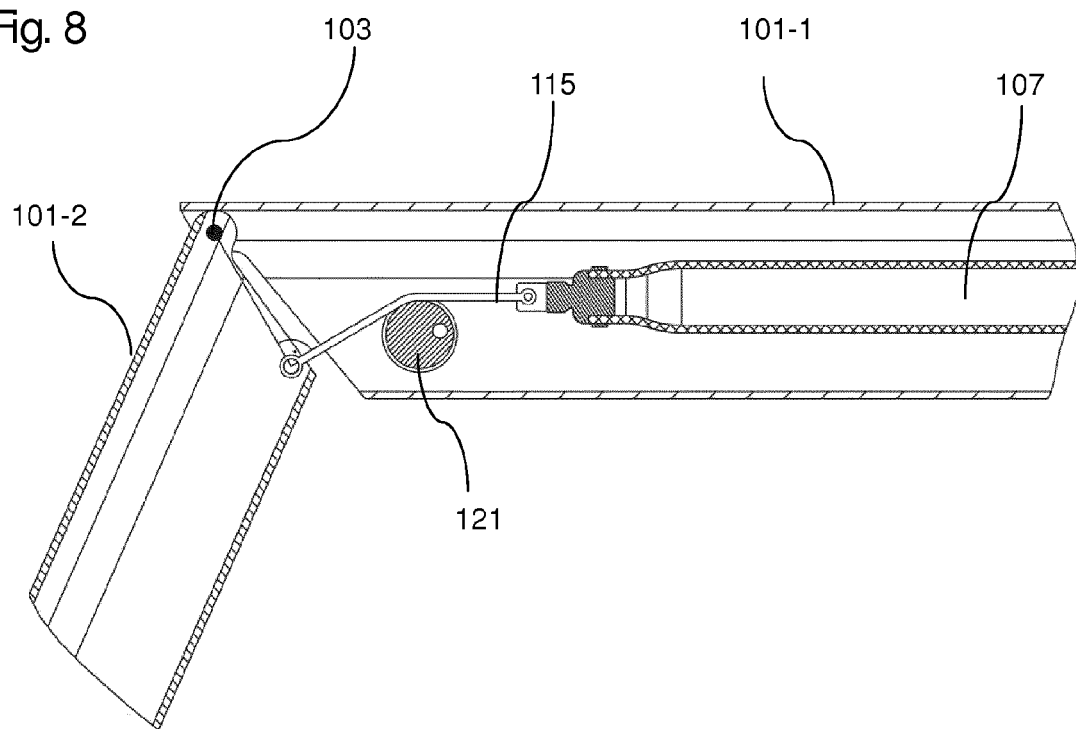


Fig. 8





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 14 19 7579

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                             | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)   |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WO 2007/014980 A2 (IPRBOX OY [FI]; VIRT<br>VEIKKO [FI]) 8. Februar 2007 (2007-02-08)<br>* Seiten 5-7; Abbildungen 1-2a *                        | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | INV.<br>F15B15/10                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EP 2 286 965 A1 (SQUSE INC [JP]; DOSHISHA<br>[JP]) 23. Februar 2011 (2011-02-23)<br>* Absatz [0026] - Absatz [0029]; Abbildung<br>1 *           | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 2003/047900 A1 (ACKER BERND [DE] ET AL)<br>13. März 2003 (2003-03-13)<br>* Absatz [0042] - Absatz [0055];<br>Abbildungen 1-6 *               | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                            | WO 2007/065276 A1 (BAPTISTA LEONAM LINCOLN<br>[CH]) 14. Juni 2007 (2007-06-14)<br>* Seite 4, Zeile 20 - Seite 7, Zeile 35;<br>Abbildungen 1-5 * | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC)   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | F15B                                 |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                      |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                 | Abschlußdatum der Recherche<br><b>25. Juni 2015</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Prüfer<br><b>Raffaelli, Leonardo</b> |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                 | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                      |

 1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 14 19 7579

5

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

25-06-2015

10

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie                                                                        | Datum der<br>Veröffentlichung                                                    |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| WO 2007014980 A2                                    | 08-02-2007                    | FI 20050794 A<br>WO 2007014980 A2                                                                        | 04-02-2007<br>08-02-2007                                                         |
| EP 2286965 A1                                       | 23-02-2011                    | DK 2286965 T3<br>EP 2286965 A1<br>ES 2440742 T3<br>JP 4212644 B1<br>US 2011023474 A1<br>WO 2009122578 A1 | 04-11-2013<br>23-02-2011<br>30-01-2014<br>21-01-2009<br>03-02-2011<br>08-10-2009 |
| US 2003047900 A1                                    | 13-03-2003                    | DE 10139861 A1<br>FR 2828658 A1<br>US 2003047900 A1                                                      | 13-03-2003<br>21-02-2003<br>13-03-2003                                           |
| WO 2007065276 A1                                    | 14-06-2007                    | KEINE                                                                                                    |                                                                                  |

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 7100491 B2 [0002]