



(10) **DE 10 2013 102 628 A1** 2014.10.02

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 102 628.1**

(22) Anmeldetag: **14.03.2013**

(43) Offenlegungstag: **02.10.2014**

(51) Int Cl.: **A61B 17/02 (2006.01)**

**A61B 19/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Aesculap AG, 78532 Tuttlingen, DE**

(74) Vertreter:

**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,  
Polte Partnerschaft mbB, 80336 München, DE**

(72) Erfinder:

**Seyfried, Dominik, 78126 Königfeld, DE;  
Vogtherr, Robert, 78532 Tuttlingen, DE; Elisch,  
Andreas, 78713 Schramberg, DE; Beck, Thomas,**

**78591 Durchhausen, DE; Genoni, Michele, Prof.  
Dr.med., Zürich, CH; Weißhaupt, Dieter, Dipl.-Ing.  
(FH), 78194 Immendingen, DE; Morales, Pedro,  
78532 Tuttlingen, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

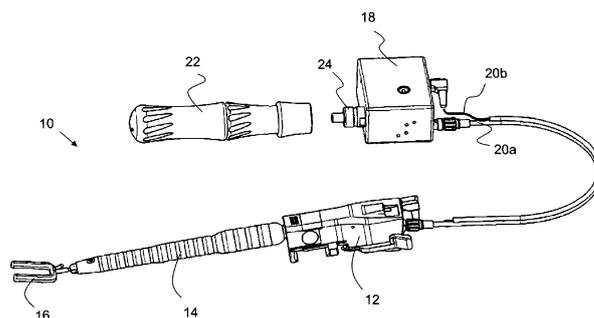
<b>DE</b>	<b>20 2009 006 971</b>	<b>U1</b>
<b>DE</b>	<b>20 2009 007 202</b>	<b>U1</b>
<b>US</b>	<b>6 581 889</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>6 866 628</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>7 311 664</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>7 476 196</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>7 479 104</b>	<b>B2</b>
<b>US</b>	<b>2006 / 0 030 889</b>	<b>A1</b>

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **Chirurgische Vorrichtung zum Stabilisieren oder Immobilisieren von bewegtem Gewebe**

(57) Zusammenfassung: Beschrieben wird eine chirurgische Vorrichtung (10) zum Stabilisieren oder Immobilisieren von bewegtem Gewebe oder zum Positionieren von Organen, insbesondere eines Teils eines schlagenden Herzens, mit einem an einem Grundkörper (12) befestigten oder befestigbaren flexiblen Arms (14), insbesondere Gliederarms, der in unterschiedliche Positionen und/oder Lagen bringbar ist und an dessen freien Ende zumindest ein Halteelement (16) angeordnet ist, und einem Spannmechanismus (44, 48), über welchen der Arm in einer gewünschten Stellung feststellbar ist. Das Spannen und/oder Lösen des Spannmechanismus (44, 48) erfolgt mittels einer manuell ansteuerbaren externen Energiequelle (22).



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine chirurgische Vorrichtung zum Stabilisieren oder Immobilisieren eines Teils eines bewegten Gewebes oder auch zum Positionieren von Organen oder chirurgischen Instrumenten und Geräten während einer Operation, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie einen chirurgischen Gliederarm für eine solche Vorrichtung.

**[0002]** Es gibt unterschiedliche Arten von chirurgischen Eingriffen, bei denen der Operateur Arbeiten an bewegten Organen des menschlichen Körpers ausüben muss. Die ist beispielsweise bei einer Koronararterien-Bypass-Operation (CABG) am schlagenden Herzen der Fall. Bei einer derartigen Bypassoperation muss ein Abschnitt einer verengten Koronararterie unter Einsatz eines Transplantatgefäßes umgangen werden, wobei das Gefäß an zwei Stellen an die Arterie angenäht wird. Deshalb wird diese Operation häufig unter Verwendung einer Herz-Lungen-Maschine bei Herzstillstand durchgeführt. Sobald der Eingriff abgeschlossen ist, wird das Herz wieder zum Schlagen gebracht. Diese Operation kann auch ohne Herz-Lungen-Maschine am schlagenden Herzen durchgeführt werden. Natürlich ist diese Technik für den Operateur wesentlich schwieriger als bei einem nicht schlagenden Herzen. Deshalb benötigt man Vorrichtungen zum Stabilisieren beziehungsweise Immobilisieren von einem Teil des Herzens.

**[0003]** Eine Art von Stabilisierungsvorrichtungen basiert auf dem Vakuum-Prinzip. Sie weist Elemente auf, die auf einem Teil der Herzens aufsetzen, sich dort mittels Vakuum festsaugen und es somit an die Vorrichtung fixieren. Die gesamte Vorrichtung umfasst ein feststehendes Teil, welches normalerweise an einem Rippenspreizer befestigt wird, einen flexiblen Arm, bestehend aus einer Vielzahl von Einzелеlementen, ein Betätigungselement, mit welchem dieser Arm gespannt wird, und ein oder mehrere Vakuum-Elemente, an welche ein Vakuumschlauch angeschlossen ist. In dem Arm befindet sich ein Zugseil, welches mittels des Betätigungselements mechanisch verspannt wird. Die Spannung des Zugseils erfolgt über ein Gewinde oder einen Exzenter. Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise aus den Patentschriften US 6,866,628 B2, US 7,311,664 B2, US 7,399,272 B2, US 7,476,196 B2 oder US 7,479,104 B2 bekannt.

**[0004]** Sehr ähnlich ist die zweite Art von Stabilisierungsvorrichtungen, die ohne Vakuum arbeitet. Hier besteht die Technik mit Ausnahme der Vakuum-Elemente aus denselben Bauteilen. Anstatt dieser Elemente gibt es hier funktionslose, inaktive, insbesondere gabelförmige, Stabilisierungselemente, die auf einen Teil des Herzens gedrückt werden, um es so-

mit rein mechanisch zu stabilisieren. Diese Technik wird zum Beispiel in US 6,581,889 B2 beschrieben.

**[0005]** Nachteilig an den bisherigen Lösungen ist, dass der Anwender bei allen üblichen Vorrichtungen für die Handhabung dieser Art mit beiden Händen arbeiten muss. Am proximalen Ende arretiert er dabei den flexiblen Arm mittels des dafür vorgesehenen Betätigungselements, während er das distale Ende führt und auf das Gewebe drückt. Der flexible Gliederarm, der an seinem proximalen Ende noch eine Drehachse besitzt, mittels welchem er in horizontaler Ebene zum feststehenden Teil, das auf dem Spreizer befestigt ist, verschwenkt werden kann, verkompliziert diesen Vorgang nochmals. Diese Drehachse wird in vielen Fällen mittels desselben Zugseils gleichzeitig mit dem Arm arretiert. Im Extremfall benötigt der Anwender dann auch noch einen Assistenten, der ihm zum Beispiel diese Drehachse während des Arretierungsvorganges in der gewünschten Position hält.

**[0006]** Darüber hinaus ist bei diesen Vorrichtungen oftmals nicht klar, wie stark das Zugseil gespannt ist. Verschiedene Anwender werden, abhängig von eigenem Gefühl und Kraft, das Betätigungselement, welches oftmals als Schraubmechanismus ausgeführt ist, verschieden stark betätigen und damit sowohl unterschiedliche Zugkräfte als auch unterschiedliche Steifigkeiten des Gliederarmes erzeugen.

**[0007]** Ein weiterer Nachteil ist die finanziell hohe Aufwendung für eine solche Vorrichtung. Dadurch, dass die einzelnen Armsegmente und das Zugseil, welches hinsichtlich Flexibilität aus mehreren Einzelteilen besteht, kaum effektiv reinigbar sind, ist das gesamte Instrument nicht wiederverwendbar und wird nur ein einziges Mal eingesetzt.

**[0008]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer chirurgische Vorrichtung zum Stabilisieren oder Immobilisieren von sich bewegenden Organen, welche nicht unter den oben geschilderten Nachteilen leidet. Insbesondere soll eine Vorrichtung bereitgestellt werden, welche dem Operateur die Handhabung erleichtert, insbesondere eine Einhandbedienung. Ferner sollte die Bedienbarkeit der Vorrichtung personenunabhängig sein. Schließlich sollten die laufenden Kosten einer solchen Vorrichtung verringert werden.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

**[0010]** Eine erfindungsgemäße chirurgische Vorrichtung, mit welcher bewegtes Gewebe stabilisiert, immobilisiert oder gehalten werden kann oder Organe positioniert werden können, z.B. ein Teil eines schlagenden Herzens bei einer Koronararterien-Bypass-Operation, weist einen Grundkörper auf, an dem ein flexibler Arm, z.B. in Form eines Gliederarms, befes-

tigt ist oder befestigbar ist. Dieser Gliederarm kann in unterschiedliche Positionen und/oder Lagen gebracht werden. An seinem freien Ende ist zumindest ein Halteelement angeordnet, mit welchem das entsprechende Gewebe oder Organ gehalten bzw. stabilisiert werden kann. Über einen Spannmechanismus lässt sich Gliederarm in einer gewünschten Stellung feststellen. Erfindungsgemäß erfolgt das Spannen und/oder Lösen des Spannmechanismus bzw. das Feststellen und Lösen des Gliederarms mittels einer externen Energiequelle.

**[0011]** Das Spannen und/oder Lösen des flexiblen Arms geschieht somit nicht wie bei den oben genannten Vorrichtungen rein mechanisch durch die Aufbringung von Handkraft, sondern wird von einer externen, z. B. hydraulischen oder pneumatischen, Energiequelle übernommen oder zumindest unterstützt. Dies ermöglicht eine Einhandbedienung der Vorrichtung, da der Chirurg den Spannmechanismus nicht selbst mit den Händen spannen und/oder lösen muss, wozu er in der Regel zwei Hände benötigt, nämlich eine zum Halten der Vorrichtung und die andere zum Spannen bzw. Lösen. Durch die Einhandbedienung ist der flexible Arm einfach positionierbar und arretierbar und unterstützt den Operateur z.B. bei der Stabilisierung von Gewebe oder der Positionierung von Organen.

**[0012]** Ein weiterer Vorteil einer externen Energie- oder Kraftquelle ist darin zu sehen, dass die Spann- bzw. Lösekraft genauer eingestellt werden kann und das Spannen des Spannmechanismus stets mit der gleichen Spannkraft erfolgt und deshalb nicht in Abhängigkeit von der jeweiligen Bedienperson variiert. Somit kann sichergestellt werden, dass der festgestellte bzw. arretierte Arm stets die gewünschte optimale Steifigkeit aufweist und Haltekraft bereitstellt und nicht je nach Anwender zu schwach oder zu stark gespannt wird. Ersteres könnte dazu führen, dass der Arm während der Operation nachgibt oder das zu haltende Gewebe oder Organ freigibt, und Letzteres könnte zu einem Überspannen und Zerstören der Spannmechanik und somit zur Unbrauchbarkeit der Vorrichtung führen.

**[0013]** Der Gliederarm bietet eine Vielzahl weiterer Anwendungsmöglichkeiten, wie beispielsweise zum Halten von Wundhaken oder Spateln im Bereich der Neurochirurgie oder als flexibler Haltearm zum Halten und Positionieren weiteren Equipments wie beispielsweise eines Trokars oder einer Kamera zur Durchführung oder Unterstützung eines chirurgischen Eingriffs. Das Halteelement des Gliederarms kann dafür mit einem universellen Adapter versehen sein, um den Anschluss verschiedenster einmal- oder wiederverwendbarer chirurgischer Instrumente und Geräte, die mittels des Gliederarms während eines chirurgischen Eingriffs gehalten und positioniert werden, zu ermöglichen.

**[0014]** Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0015]** Die externe Energiequelle, welche zum Spannen und/oder Lösen des Spannmechanismus verwendet wird, kann über ein oder mehrere manuell betätigbare Betätigungselemente ansteuerbar bzw. aktivierbar sein. Wenn sich das Betätigungselement auf der distalen Seite des Gliederarms, d.h. in der Nähe des Halteelements befindet, hat dies den Vorteil, dass der Chirurg mit einer Hand das Halteelement an dem entsprechenden Gewebe oder Organ positionieren kann und gleichzeitig über das Betätigungselement in der gewünschten Lage feststellen kann bzw. umgekehrt nach erfolgtem Eingriff lösen und von dem Gewebe bzw. Organ entfernen kann. Bei den eingangs genannten Vorrichtungen aus dem Stand der Technik erfolgt die Feststellung des Gliederarms über einen am proximalen Ende des Gliederarms angeordneten Drehknopfs, der entsprechend weit von der eigentlichen Operationsstelle entfernt ist. Jedoch ist es von Vorteil, wenn die externe Energiequelle neben dem distalen Betätigungselement auch noch über ein auf der proximalen Seite des Gliederarms angeordnetes Betätigungselement angesteuert werden kann. Wenn nämlich das Halteelement derart tief in der Körperhöhle des Patienten versenkt ist, dass das distale Betätigungselement nicht oder nur schlecht erreichbar ist, kann der Anwender mit dem Betätigungselement auf der proximalen Seiten des Gliederarms, der sich außerhalb des Patienten befindet, den Arm lösen und gegebenenfalls neu positionieren. Dies ermöglicht einen flexiblen Einsatz der chirurgischen Vorrichtung. Alternativ kann das Betätigungselement auf dem Grundkörper ebenso das einzige Betätigungselement darstellen.

**[0016]** Gemäß einem zusätzlichen oder alternativen Aspekt der Erfindung kann das Spannen und das Lösen des Spannmechanismus bzw. das Feststellen und Lösen des Gliederarms auf unterschiedliche Weise erfolgen. Zum einen kann das Spannen des Spannmechanismus mittels einer externen Energie und das Lösen des Spannmechanismus manuell erfolgen oder umgekehrt, zum anderen können für das Lösen und das Spannen des Spannmechanismus zwei unterschiedliche externe Energien verwendet werden. Zusätzlich oder alternativ kann der Spannmechanismus derart ausgestaltet sein, dass er das Spannen des Spannmechanismus selbsttätig oder automatisch, d.h. ohne irgendwelches Zutun des Anwenders, erfolgt und das Lösen des Spannmechanismus durch Ansteuern oder Aktivieren einer externen Energiequelle erfolgt. So kann das Spannen des Spannmechanismus mittels Federkraft erfolgen, so dass der Spannmechanismus den Gliederarm in der jeweiligen Position spannt und feststellt und der Anwender den Gliederarm lösen und flexibel machen kann, indem er die externe Energiequelle entsprechend ansteuert. Der Vorteil der Federvorspannung

liegt insbesondere darin, dass durch die Federkraft über einen gewissen Weg eine quasi kontinuierliche Kraft zur Verfügung gestellt wird und diese Kraft bei jeder Anwendung für die gleiche, optimale Vorspannung des Spannmechanismus und für die optimale Steifigkeit des Arms sorgt. Ein weiterer Vorteil der selbsttätigen Vorspannung des Spannmechanismus, wie z. B. mit einer Feder, liegt darin, dass der Spannmechanismus lediglich zum Lösen vom Anwender bedient werden muss und, wenn der Anwender die Vorrichtung bzw. das entsprechende Betätigungselement für die Ansteuerung der externen Energiequelle loslässt, selbsttätig in seiner arretierten Lage verbleibt.

**[0017]** Gemäß einem zusätzlich oder alternativen Aspekt der Erfindung weist der Spannmechanismus ein oder mehrere Zugseile auf, die durch eine Vielzahl von zueinander beweglichen, insbesondere komplementär ausgebildeten Gliederelementen des Gliederarms geführt sind und über welche die Gliederelemente reibschlüssig gegeneinander verspannt werden können. Über die externe Energiequelle lässt sich eine entsprechende Stellmechanik betätigen, welche mit dem Zugseil in Verbindung steht und dieses entweder spannt oder freigibt.

**[0018]** Die erfindungsgemäße Stellmechanik wandelt die von der externen Energiequelle zugeführte Energie in eine entsprechende mechanische Kraft um, um das Zugseil zu betätigen.

**[0019]** Die externe Energiequelle kann von beliebiger Art sein, solange sie eine Energie liefert, die zum Betätigen des Zugmechanismus in zumindest eine Richtung geeignet und ausreichend ist. Die externe Energiequelle kann beispielsweise eine hydraulische oder pneumatische Druckquelle sein, die Stellmechanik kann eine hydraulisch oder pneumatisch betätigbare Zylinder-Kolben-Mechanik sein und über das zumindest eine Betätigungselement kann ein Fluidsteuerungselement, z. B. ein Ventil oder eine Ventilanordnung, zum Steuern des an der Zylinder-Kolben-Mechanik wirkenden Fluiddrucks angesteuert werden.

**[0020]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird das Zugseil des Zugmechanismus über ein an der Zylinder-Kolben-Mechanik wirkende Feder vorgespannt und über eine an der Zylinder-Kolben-Mechanik wirkende Druckluft von einer externen Druckluftquelle, insbesondere von einer Druckluftkartusche oder einem standardisierten Druckluftanschluss, entspannt. Die Verwendung einer Druckluftkartusche hat den Vorteil, dass sie ein völlig autonomes Arbeiten ermöglicht. Alternativ kann die Zylinder-Kolben-Mechanik über einen standardisierten Druckluftanschluss und einem Schlauch oder einer Leitung mit der Luftversorgung, die sich in jedem Operationssaal befindet, verbunden sein.

**[0021]** Somit kann je nach Anwendungsfall die chirurgische Vorrichtung mit einer Druckgaskartusche oder einer vorhandenen Druckluftquelle verbunden werden.

**[0022]** Gemäß einem zusätzlichen oder alternativen Aspekt der Erfindung kann das Steuermedium, das zum Steuern des Fluidsteuerungselements verwendet wird, und das Arbeitsmedium, das zum Betätigen der Zylinder-Kolben-Mechanik verwendet wird, unterschiedlich sein. So kann beispielsweise der Kolben der Zylinder-Kolben-Mechanik mit Druckluft betätigt werden, während die Steuerung des Ventils, welches die Druckluft auf den Druckluftkolben wirken lässt oder nicht, elektrisch angesteuert werden. Die dafür benötigten Leitungen lassen sich wesentlich platzsparender zwischen dem Betätigungselement und dem Fluidsteuerungselement unterbringen. Alternativ kann auch dasselbe Medium als Steuer- und Arbeitsmedium verwendet werden, wobei bei der Verwendung von Druckluft für das Steuermedium zum Ansteuern des Ventils ein wesentlich geringerer Druck als für das Arbeitsmedium zum Betätigen des Druckluftkolbens verwendet werden kann und somit die Steuerleitungen wesentlich dünnwandiger und flexibler ausgeführt sein können und das Betätigungselement insgesamt kompakter gestaltet werden kann. In anderen Ausführungen kann auch eine Energiequelle ausreichend sein.

**[0023]** Die Zylinder-Kolben-Mechanik, die sich vorzugsweise im Grundkörper der Vorrichtung befindet, ist über entsprechende Anschlüsse und Leitungen mit den externen Steuerenergiequellen und Arbeitsenergiequellen verbunden.

**[0024]** Der Grundkörper der Vorrichtung kann über einen Befestigungsabschnitt an einer im oder am Operationsfeld befindlichen Haltevorrichtung, insbesondere einem Sternumspreizer, befestigbar sein. Wenn das Halteelement am Gewebe bzw. Organ positioniert ist und der flexible Arm über den Spannmechanismus festgestellt ist, wird das Gewebe bzw. Organ über das Halteelement, dem festgestellten Arm, dem Grundkörper und der ortsfesten Haltevorrichtung in Position gehalten.

**[0025]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann der Gliederarm zum Grundkörper drehbar gelagert sein und das Halteelement zum Gliederarm schwenkbar gelagert sein. Da der Gliederarm darüber hinaus in allen Richtungen biegsam ist, lässt sich das Halteelement aufgrund der diversen Freiheitsgrade in jede gewünschte Position bringen. Vorzugsweise wird die Schwenkbarkeit des Halteelements bezüglich des Gliederarms und die Drehbarkeit des Gliederarms bezüglich des Grundkörpers unterbunden bzw. beschränkt, wenn der Spannmechanismus gespannt wird, so dass nicht nur die Form des Gliederarms, sondern auch die Position des Halteelements zum

Gliederarm bzw. die Position zum Grundkörper festgelegt werden.

**[0026]** Wenn sich das Betätigungselement zum Ansteuern der externen Energiequelle auf der distalen Seite des Gliederarms befindet und das Fluidsteuerungselement bzw. das Stellorgan für die Stellmechanik des Spannmechanismus auf der distalen Seite des Gliederarms befindet, insbesondere im Grundkörper vorgesehen ist, muss eine Steuerleitung vom Betätigungselement zu dem Fluidsteuerungselement bzw. Stellorgan führen. Diese Signal- oder Energieübertragungsleitungen können sich im oder außerhalb des Gliederarms befinden. Vorteilhafterweise verlaufen diese jedoch durch das Innere des Gliederarms und sind somit vor äußeren Einflüssen geschützt. Um die Leitungen durch das Innere des Gliederarms zu führen, können die jeweiligen Gliederelemente des Gliederarms jeweils eine zentrale Zugseildurchführung für das Zugseil und zumindest eine außermittig angeordnete Aussparung für Leitungen, insbesondere für eine Steuerleitung zwischen dem distalen Betätigungselement und dem Fluidsteuerungselement, aufweisen. Durch die separat ausgebildeten Aussparungen für die Leitungen wird sichergestellt, dass die Leitungen nicht mit dem Zugseil des Spannmechanismus in Kontakt kommen bzw. sich gegenseitig beeinflussen. Anstatt die Zugseildurchführung und die Leitungsaussparung in den Gliederelementen vorzusehen, kann alternativ jedes der Gliederelemente mit einer separaten zentral und drehbar gelagerten Drehscheibe versehen sein, in welcher die Zugseildurchführung und die Leitungsaussparung vorgesehen sind. Durch die Relativedrehung dieser Drehscheibe bezüglich der Gliederelemente kann eine Verdrehung zwischen den Gliederelementen, welche andernfalls zu einer Verletzung der Leitungen führen könnte, ausgeglichen werden. Alternativ können die Gliederelemente mit einer Drehsicherung, insbesondere mit ineinandergreifenden Sperrelementen, versehen sein, um eine Verdrehung der Gliederelemente um das Zugseil zu beschränken. Auch durch diese Variante wird einer Verletzung der Steuerleitungen vorgebeugt.

**[0027]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung nimmt die Größe der Gliederelemente mit zunehmendem Abstand von dem Grundkörper und in Abhängigkeit des zu erwartenden Biegemomentenverlaufs am Gliederarm ab, um so eine einheitliche Biegung des Arms zu erreichen.

**[0028]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung kann die Vorrichtung modular aufgebaut sein, wobei sich der Gliederarm und der Grundkörper mechanisch lösbar miteinander verbinden lassen, so dass der Gliederarm aufgrund der Reinigungsschwierigkeiten der einzelnen Gliederelemente und des Zugseils als austauschbares Einwegmodul verwendet wird und der Grundkörper mit der Stellmechanik und Steuerungs-

elementen der externen Energiequelle als wieder verwendbarer Technikblock vorgesehen ist. Die Schnittstelle vom Gliederarm und Grundkörper ist so konfiguriert, dass neben der mechanischen Kopplung auch eine funktionale Kopplung zwischen dem Zugseil und einem Stellorgan des Spannmechanismus erfolgt und gegebenenfalls weitere Schnittstellen, wie Steuerleitungen, elektrische Kontakte, etc. verbunden werden. Durch wieder verwendbare Komponenten, d.h. dem Technikblock, entsteht eine Kostenersparnis zu vergleichbaren Produkten. Ein wesentlicher weiterer Vorteil des modularen Aufbaus ist darin zu sehen, dass der Technikblock je nach Anwendung mit verschiedenen Arbeitsenden bzw. Gliederarmen mit unterschiedlichen Größen oder unterschiedlichen Effektoren oder Halteelementen kombinierbar ist.

**[0029]** Wenn die anzuschließende externe Energiequelle, wie z. B. eine Druckgaskartusche oder ein Schlauch unsteril sind und deshalb nicht unmittelbar an dem Grundkörper der Vorrichtung, die sich in unmittelbarer Nähe des Operationsfeldes befindet, angeschlossen werden können, ist gemäß einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung zwischen Grundkörper und externer Energiequelle eine Adaptionseinheit zwischengeschaltet, welche die Trennstelle zwischen sterilem und insterilem Bereich bildet und welche einerseits über lösbare Leitungen mit dem Grundkörper und andererseits mit der externen Energiequelle verbunden ist.

**[0030]** Gemäß einem Aspekt der Erfindung können sich Teile der Stell- oder Steuerorgane, insbesondere solche, die mehr Bauraum beanspruchen als der Grundkörper bei kompakter Bauweise bereitstellen, in der Adaptionseinheit vorgesehen sein.

**[0031]** Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung betrifft einen chirurgischen Arbeitsarm zum Stabilisieren oder Immobilisieren von bewegtem Gewebe oder zum Positionieren von Organen, insbesondere eines Teils eines schlagenden Herzens, der insbesondere in einer erfindungsgemäßen chirurgischen Vorrichtung verwendet werden kann. Ein solcher Arbeitsarm weist einen in unterschiedliche Positionen und/oder Lagen bringbaren, flexiblen Gliederarm mit einer Vielzahl von aneinander gereihten, zueinander beweglichen, insbesondere komplementär ausgebildeten, Gliederelementen und zumindest einen am distalen Ende des Gliederarms angeordnetes Halteelement auf. Erfindungsgemäß ist ferner ein Kopplungsabschnitt zur mechanischen und funktionalen Anbindung des Arbeitsarms an einer chirurgischen Vorrichtung vorgesehen, wobei ein Zugseil, das durch die Gliederelemente geführt ist und über welches die Gliederelemente reibschlüssig gegeneinander verspannt werden können, einen proximalen Verbindungsabschnitt aufweist, der mit einem in der chirurgischen Vorrichtung bzw. einem Technikblock einer chirurgischen Vorrichtung vorgesehe-

nen Spannmechanismus, insbesondere formschlüssig, verbindbar ist.

**[0032]** Der Vorteil dieses Arbeitsarms bzw. Arbeitsarmmoduls liegt insbesondere darin, dass dieser kostengünstig herstellbar ist und keinerlei kostenintensive Steuerorgane oder -mimiken für den Spannmechanismus aufweist, sondern lediglich Schnittstellen zur Anbindung an diese bereitstellt. Somit kann dieser Arbeitsarm zur Einmalverwendung vorgesehen werden. Ferner können unterschiedliche Typen eines solchen Arbeitsarms zur Verwendung mit dem gleichen Technikblock vorgesehen werden, solange ein identischer oder standardisierter Kopplungsabschnitt verwendet wird.

**[0033]** Der chirurgische Arbeitsarm kann ferner ein am distalen Ende des Gliederarms vorgesehenes Betätigungselement zur Ansteuerung des in der chirurgischen Vorrichtung vorgesehenen Spannmechanismus und Steuerleitungen aufweisen, welche das Betätigungselement mit Schnittstellen verbindet, die im Kopplungsabschnitt zur Übertragung der Ansteuerungssignale oder -befehle zur chirurgischen Vorrichtung vorgesehen sind. Die Steuerleitungen können außerhalb, vorzugsweise jedoch innerhalb des Gliederarms verlaufen.

**[0034]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0035]** Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer chirurgischen Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

**[0036]** Fig. 2 zeigt einen Technikblock mit gekoppeltem Gliederarm der in der Fig. 1 gezeigten chirurgischen Vorrichtung;

**[0037]** Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht des Technikblocks;

**[0038]** Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht des in der Fig. 3 gezeigten Technikblocks;

**[0039]** Fig. 5 zeigt eine perspektivische Ansicht des Gliederarms;

**[0040]** Fig. 6 zeigt eine vergrößerte Ansicht eines proximalen Abschnitts des Gliederarms;

**[0041]** Fig. 7 zeigt eine vergrößerte Teilansicht des proximalen Abschnitts des Gliederarms;

**[0042]** Fig. 8 zeigt eine perspektivische Ansicht eines einzelnen Gliederelements gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

**[0043]** Fig. 9 zeigt eine perspektivische Ansicht eines einzelnen Gliederelements gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung;

**[0044]** Fig. 10 zeigt eine perspektivische Ansicht von zwei Gliederelementen gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

#### Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen

**[0045]** Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer chirurgischen Vorrichtung **10** zum Stabilisieren oder Immobilisieren eines Teils eines bewegten Gewebes oder auch zum Positionieren von Organen gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Die Vorrichtung **10** weist einen Grundkörper oder Technikblock **12** auf, an dem ein flexibler Gliederarm **14** befestigt ist, an dessen freien Ende ein Halteelement **16** zum Halten des Gewebes bzw. Organs vorgesehen ist. Die Vorrichtung **10** weist ferner eine Adaptionseinheit **18** auf, welche über mehrere Leitungen **20** mit dem Technikblock **12** in Verbindung steht. Eine Druckluftkartusche **22**, die als externe Energiequelle dient und die das zum Betätigen des im Technikblock **12** integrierten Spannmechanismus für den Gliederarm **14** notwendige Arbeitsmedium liefert, kann an einem Druckluftanschluss **24** an der Adaptionseinheit **18** angeschlossen werden. Über eine Druckluftleitung **20a** wird die Druckluft von der Adaptionseinheit **18** an den Technikblock **12** übertragen. Eine parallel dazu verlaufende Signalleitung **20b** dient zur Steuerung der in der Adaptionseinheit **18** vorgesehenen (nicht gezeigten) Fluidsteuerelemente bzw. Ventile, welche vom Technikblock **12** bzw. vom Gliederarm **14** angesteuert werden können.

**[0046]** Die Fig. 2 zeigt lediglich den Technikblock **12**, den Gliederarm **14** und das Halteelement **16** in einer vergrößerten Darstellung. Der Technikblock **12** enthält im Wesentlichen die gesamte Technik zum Spannen des Gliederarms **14** sowie zum Fixieren des Gesamtsystems an nicht gezeigten externen Halterungen, wie z. B. einen Sternumspreizer. Dabei bildet der Technikblock **12** ein wiederverwendbares Technikmodul A und der Gliederarm **14** samt Halteelement **16** ein für die Einmalverwendung konzipiertes Arbeitsmodul B.

**[0047]** Aus der Fig. 2 ist ferner erkennbar, dass am distalen Ende des Gliederarms **14** ein erstes Betätigungselement **26** in Form eines elektrischen Tasters und am Technikblock **12** ein zweites Betätigungselement **28**, ebenfalls in Form eines elektrischen Tasters, vorgesehen sind. Beide Betätigungselemente **26** und **28** dienen zur Steuerung des Energieflusses.

ses von der externen Energiequelle, d.h. zur Steuerung der Druckluft, die von der Druckluftkartusche **22** über die Druckluftleitung **20a** und einen Druckluftanschluss **30** zum Technikblock **12** gelangt. Die Betätigungselemente **26**, **28** bzw. die Ansteuerung der externen Energiequelle können so ausgestaltet sein, dass der Energiefluss solange freigegeben wird, solange die Betätigungselemente **26**, **28** gedrückt werden. Alternativ kann durch einmaliges Betätigen der Energiefluss freigegeben werden und durch nochmaliges Betätigen wieder unterbunden werden.

**[0048]** Die Fig. 3 zeigt eine perspektivische Ansicht des Technikblocks **12** alleine. Der Technikblock **12** weist einen Gehäuseabschnitt **32**, einen Kopplungsabschnitt **34** zum Ankoppeln des Arbeitsmoduls B und einen Befestigungsabschnitt **36** zum Befestigen des Technikblocks **12** an einer nicht gezeigten Halterung, wie einem Sternumspreizer. Der Gehäuseabschnitt **32** kann mit ergonomischen Griffmulden versehen werden, so dass die Montage bzw. Demontage des Arbeitsmoduls B vereinfacht werden kann.

**[0049]** Der Befestigungsabschnitt **36** weist zwei zueinander weitenverstellbare hinterschnittene Klemmbacken **38a** und **38b** auf, mit welchen der Technikblock **12** reib- und formschlüssig an einer entsprechenden Schiene oder ähnlichen Haltevorrichtung befestigt werden kann. Die einstellbare Klemmbacke **38b** ist wie aus der Fig. 4 ersichtlich über eine Feder **40** gegen die feste Klemmbacke **38a** hin vorgespannt. Die verstellbare Klemmbacke **38b** lässt sich ferner über eine Klemmschraube **42** fixieren.

**[0050]** Im Gehäuseabschnitt **32** befindet sich eine Zylinder-Kolben-Mechanik **44**, welche einen wesentlichen Bestandteil des Spannmehanismus darstellt. Ein in dem Gehäuseabschnitt **32** in axialer Richtung, d.h. in Längsrichtung des Gliederarms **14**, geführter Schieber oder Schlitten **46**, der mit einem in dem Gliederarm **14** geführtes Zugseil **48** verbindbar ist, ist über ein Zwischengelenk **50** mit einem Ende eines Kolbens **52** der Zylinder-Kolben-Mechanik **44** gelenkig verbunden, so dass eine Hubbewegung des Kolbens **52** zu einer translatorischen, axialen Verschiebung des Schlittens **46** führt.

**[0051]** Der Kolben **52** wird über eine Spiraldruckfeder **54** in eine Richtung vorgespannt, in welche der Kolben **52** über den Schlitten **46** das Zugseil **48** zum Technikblock **12** hin zieht und auf diese Weise, wie weiter unten im Detail beschrieben wird, den Gliederarm verspannt und feststellt bzw. versteift. Aufgrund der Federvorspannung befindet sich der Gliederarm **14** im Ruhezustand, d.h. ohne äußeren Eingriff, im festgestellten oder arretierten Zustand.

**[0052]** Um den an sich flexiblen Gliederarm **14** in beliebige Richtung biegen zu können, muss die Federvorspannung aufgehoben werden. Dies erfolgt mit-

tels einer externen Energiequelle. Der Kolben **52** kann entgegen der Druckkraft der Spiraldruckfeder **54** mit Hilfe einer Druckluft, welche über den Druckluftanschluss **30** einem Zylinderraum **56** der Zylinder-Kolben-Mechanik **44** zugeführt wird, in die entgegengesetzte Richtung betätigt werden und dabei durch entsprechende Verschiebung des Schlittens **46** das Zugseil **48** freigeben oder entspannen und somit den festgestellten Gliederarm lösen.

**[0053]** Ein oder mehrere Kolbenringe **58** sorgen für die fluiddichte Trennung des mit Druckluft beaufschlagten Teils des Zylinderraums **56** von dem Teil des Zylinderraums **56**, in dem sich die Spiraldruckfeder **54** befindet. Die Bewegung des Kolbens **52** bzw. des Schlittens **46** ist in beiden Richtungen jeweils durch Anschläge begrenzt, um definierte Verstellwege zum Lösen und Spannen vorzugeben.

**[0054]** Im Folgenden wird die Kopplung des Arbeitsmoduls B mit dem Technikmodul A detaillierter beschrieben.

**[0055]** Die Schnittstelle zwischen dem Arbeitsmodul B und dem Technikmodul B dient nicht nur zur rein mechanischen, sondern auch zur signaltechnischen und funktionalen Kopplung beider Einheiten, da zum einen die über das distale Betätigungselement **26** eingegebenen Steuersignale an den Technikblock **12** und von dort über die Steuersignalleitung **20b** an die Adaptionseinheit **18** mit den entsprechenden Steuerorganen übertragen werden müssen und zum anderen das im Gliederarm **14** verlaufende Zugseil **48** mit der Zylinder-Kolben-Mechanik **44** gekoppelt werden muss.

**[0056]** Zur mechanischen Kopplung des Moduls A mit dem Modul B weist der Kopplungsabschnitt **34** des Technikblocks **12**, welcher sich unmittelbar oberhalb des Befestigungsabschnitts **36** befindet, eine sich vertikal erstreckende Schwalbenschwanzführung **60** auf, welche eine formschlüssige Verbindung mit einer komplementär ausgebildeten Führungsaufnahme **62** an einem Kopplungsabschnitt **64** des Arbeitsmoduls B bildet (siehe Fig. 5). Hierfür wird der Kopplungsabschnitt **64** vertikal auf die Schwalbenschwanzführung **60** aufgeschoben, bis die beiden Kopplungsabschnitte **34** und **64** in flächige Anlage kommen. Zur lösbaren Arretierung beider Kopplungsabschnitte **34** und **64** ist am Kopplungsabschnitt **64** des Arbeitsmoduls B ein Verriegelungselement **66** in Form einer federvorgespannten Verriegelungsnase vorgesehen. Ferner sind an der Unterseite des Kopplungsabschnitts **64** zwei elektrische Kontakte **68** vorgesehen, die mit entsprechenden Kontaktstellen **70** am Kopplungsabschnitt **34** des Technikblocks **12** in Kontakt kommen, wenn sich die beiden Module A und B in ihrer gekoppelten und verriegelten Arbeitsposition befinden. Die elektrischen Kontakte **68** stehen über elektrische Leitungen **90** mit dem distalen Be-

tätigungselement **26** in Verbindung. Im Technikblock **12** sind ebenfalls (nicht dargestellte) Leitungen vorgesehen, welche die Kontaktstellen **70** mit der ausgehenden Steuerleitung **20b** verbinden.

**[0057]** Aus der **Fig. 5** ist ferner ein Endstück **72** des Zugseils **48** zu erkennen. Bei dem Endstück **72** handelt es sich um ein rotationssymmetrisches profiliertes Drehteil, welches passgenau in eine entsprechende Ausnehmung **74** im Schlitten **46** passt und auf diese Weise in axialer Richtung bzw. in Zugrichtung formschlüssig mit dem Schlitten **46** verbindbar ist. Das Endstück **72** am freien Ende des Zugseils **48** stellt ferner sicher, dass das durch den Kopplungsabschnitt **64** geführte Zugseil **48** nicht ausfädelt.

**[0058]** Das Endstück **72** kann in die Ausnehmung **74** von oben eingelegt werden, wenn sich der Schieber **46** in der voll ausgefahrenen Position befindet. Da der Schlitten **46** im Ruhezustand aufgrund der Vorspannung der Feder **54** eingefahren ist, muss zum Einlegen des Endstücks **72** in die Ausnehmung **74** der Schlitten **46** über die Zylinder-Kolben-Mechanik **44** ausgefahren werden. Durch Betätigen des Betätigungselements **28** am Technikblock **12** wird dem Technikblock **12** Druckluft zugeführt und der Kolben **52** mit Druck beaufschlagt, so dass sich dieser entgegen der Federkraft der Feder **54** zum Gliederarm hin (in der **Fig. 4** nach links) bewegt und dadurch den Schlitten **46** so weit aus dem Gehäuseabschnitt **32** schiebt, dass das freie Ende des Zugseils **48** bzw. Endstück **72** in die Ausnehmung **74** des Schlittens **46** eingelegt werden kann. Nach dem Loslassen des Betätigungselements **28** wird die Druckluftzufuhr unterbunden. Die Spiraldruckfeder **54** bewegt den Kolben **52** wieder in seine Ruheposition, wodurch der Schlitten **46** zusammen mit dem Endstück **72** des Zugseils **48** eingefahren wird. Durch das Einfahren des Schlittens **46** wird ferner das Zugseil **48** gespannt und der Gliederarm **14** in seiner momentanen Position fixiert und festgestellt. In der eingefahrenen Stellung befindet sich der Schlitten **46** soweit innerhalb des Gehäuseabschnitts **32**, dass das Endstück **72** in der Ausnehmung **74** des Schlittens **46** gesichert ist.

**[0059]** In der **Fig. 6** ist das gesamte Arbeitsmodul B, bestehend aus dem Kopplungsabschnitt **64**, einem proximalen Gelenk **76**, dem eigentlichen Gliederarm **14**, dem distalen Betätigungselement **26**, welches am distalen Ende des Gliederarms **14** angeordnet ist, einem distalen Schwenkgelenk **78** und dem Halteelement **16**. Das proximale (Kugel-)Gelenk **76** erlaubt eine Drehung des Gliederarms **14** um die Längsachse bezüglich des Kopplungsabschnitts **64** und ferner eine Schwenkbewegung des Gliederarms **14**, um den Gliederarm **14** vertikal in die Körperhöhle des Patienten absenken zu können. Das distale Schwenkgelenk **78** ermöglicht eine Schwenkbewegung des Halteelements **16** bezüglich des distalen Endes des Gliederarms **14**. Das Halteelement **16** kann beispielsweise

als vakuumunterstütztes Stabilisierungs- oder als Positionierungselement ausgeführt sein. Handelt es sich um ein Stabilisierungselement, so wird der vakuumunterstützte U-förmige Teil mitsamt dem Gliederarm **14** arretiert, sobald Zugkraft auf das Zugseil **48** gebracht wird. Die Arbeitsenden des Halteelements **16** werden meist aus weichen Materialien ausgeführt, um sich ans Gewebe oder auch anatomischen Gegebenheiten ideal anzupassen und dadurch so wenig Leckagen des Vakuums wie möglich zuzulassen. Das Halteelement **16** kann sich mittels Unterdruck am Gewebe bzw. Organ ansaugen. Zur Bereitstellung des Unterdrucks weist das Halteelement **16** einen Anschluss **80** auf, so dass das Halteelement **16** über eine nicht dargestellte Unterdruckleitung mit Unterdruck beaufschlagt werden kann. Das Halteelement **16** kann in einem anderen Ausführungsbeispiel mit einem universellen Adapter versehen sein, um den Anschluss verschiedenster einmal- oder wiederverwendbarer chirurgischer Instrumente und Geräte, die mittels des Gliederarms **14** während eines chirurgischen Eingriffs gehalten und positioniert werden, zu ermöglichen.

**[0060]** Durch den Gliederarm **14** verläuft ein Zugseil **48**, wie dies in der **Fig. 7** gezeigt ist, bei der aus Darstellungsgründen einige der Gliederelemente **82** des Gliederarms **14** fehlen. Der flexible Gliederarm **14** besteht aus einer Vielzahl an rotationssymmetrischen einzelnen Gliederelementen **82**, welche mit Ausnahme der Größenordnung baugleich sind und wie eine Vielzahl aneinander gereihter Kugelgelenke wirken. Die Gliederelemente **82** haben im Wesentlichen die Form einer Kugelhülse oder einer Kugelkalotte mit einer zentralen Durchgangsöffnung **84**, einem distalen sphärischen Außenoberfläche **86** und einer proximalen sphärischen Innenoberfläche **88**. Benachbarte Gliederelemente **82** stehen an diesen sphärischen Flächenabschnitten **86**, **88** in Kontakt bzw. werden über das Zugseil **48** in Kontakt gehalten.

**[0061]** Die Gliederelemente können beispielsweise im Spritzgussverfahren kostengünstig hergestellt werden. Dabei sind in Bezug auf Stauchung sehr steife Materialien vorzusehen. Um den Reibkoeffizienten zwischen den aneinander abgleitenden Gliederelementen **82** zu erhöhen, können auch Materialkombinationen verwendet werden. Insbesondere können die aneinander abgleitenden sphärischen Flächen **86**, **88** entsprechend beschichtet sein.

**[0062]** Über das mittig durchgeführte Zugseil **44**, welches mit dem letzten Gliederelement **82** bzw. distalen Schwenkgelenk **78** auf der distalen Seite gekoppelt ist, lassen sich die Gliederelemente **82** gegen das erste Gliederelement **82** bzw. das proximale Gelenk **76** auf der proximalen Seite verspannen. Durch den Kraft- bzw. Reibschluss zwischen den sphärischen Flächen **86**, **88** können die einzelnen Gliederelemente **82** in nahezu jeder beliebigen Re-

lativposition zueinander fixiert werden, wodurch der Gliederarm **14** festgestellt oder versteift wird. Gleichzeitig werden dadurch das proximale Gelenk **76** und das distale Gelenk **78** arretiert. Wird dagegen das Zugseil **44** entspannt, löst sich der Reibschluss zwischen den einzelnen Gliederelementen **82**, so dass diese wieder aneinander abgleiten und sich jeweils relativ zueinander bewegen können.

**[0063]** Aus der **Fig. 6** ist ferner erkennbar, dass die Gliederelemente **82** am proximalen Ende des Gliederarms **14** größer als die Gliederelemente **82** am distalen Ende des Gliederarms **14** sind. Der Grund hierfür ist wie folgt. Je weiter distal sich ein Gliederelement **82** befindet, desto geringer ist das Biegemoment, welches bei Auftreten von Querkraft auf dieses Gliederelement **82** wirkt. Da das Biegemoment, wenn Querkraft am Arm eingeleitet wird, an den proximalen Gliederelemente **82**, d.h. an den Gliederelementen mit dem größten Abstand zum distalen Ende, am größten ist, werden diese sich zuerst gegeneinander verschieben. Durch entsprechende Wahl unterschiedlicher Durchmesser der Gliederelemente **82** entsprechend dem zu erwartenden Biegemomentenverlauf kann eine einheitliche Biegung des Arms erreicht werden.

**[0064]** Das distale Betätigungselement **26**, welches in dieser Ausführungsform als elektrischer Taster ausgebildet ist, ist über zwei elektrische Leitungen **90**, welche ebenfalls innen durch die Gliederelemente **82** geführt sind und welche die eingegebenen Steuersignale an die elektrische Kontakte **68** im Kopplungsabschnitt **64** übertragen. Da die Leitungen **90** innerhalb der Gliederelemente **82** verlaufen, sind sie vor äußeren Einflüssen geschützt. Jedoch muss dafür gesorgt werden, dass die Leitungen **90** nicht durch die Bewegung der einzelnen Gliederelemente **82** bzw. des Zugseils **48** verletzt oder beschädigt werden.

**[0065]** Vor diesem Hintergrund weisen die einzelnen Gliederelemente **82**, wie in der **Fig. 8** gezeigt ist, neben der zentralen Durchgangsöffnung **84** für das Zugseil **48** eine oder mehrere, außermittig angeordnete Aussparungen **92** auf, durch welche Energieübertragungsleitungen **90**, wie Schläuche, Kabel, oder ähnliches geschützt vor der Bewegung des parallelen Zugseils **48** verlaufen.

**[0066]** Da sich die einzelnen Gliederelemente **82** nicht nur seitlich zueinander verschieben oder verkippen lassen, sondern auch zueinander verdrehen können, könnte dies zu einer Verdrehung und gegebenenfalls Beschädigung der Leitungen **90** führen. Vor diesem Hintergrund befinden sich bei den in der **Fig. 9** gezeigten Gliederelementen **82'** gemäß einer zweiten Ausführungsform die zentrale Durchgangsöffnung **84** und die Aussparungen **92** für die Leitungen **90** in einer Drehscheibe **94**, welche um

die Längsachse drehbar in den Gliederelementen **82'** aufgenommen ist. Diese Drehscheiben **94** können somit eine Verdrehung der Gliederelemente **82** ausgleichen.

**[0067]** Eine dritte Ausführungsform der Gliederelemente **82''** ist in der **Fig. 10** dargestellt. **Fig. 10** zeigt zwei Gliederelemente **82''**, die zur Verdrehsicherung der Gliederelemente **82''** mit formschlüssigen Eingriffselementen **96**, **98** versehen sind. Bei den Eingriffselementen **96**, **98** handelt es sich zum einen um Vorsprünge **96**, die im Bereich der sphärischen Außenoberfläche **86''** ausgebildet sind, und zum anderen um Ausbrüche **98** im Bereich der sphärischen Innenoberfläche **88''**, wobei die Vorsprünge **96** in die Ausbrüche **98** eingreifen. Wie in der **Fig. 10** zu sehen ist, ist die Breite der Ausbrüche **98** größer als die der Vorsprünge **96**, so dass ein gewisser rotatorischer Freiheitsgrad zugelassen wird und sich der Vorsprung **96** innerhalb des Ausbruchs **98** in Drehrichtung etwas bewegen kann.

**[0068]** Die Montage der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** ist wie folgt:

Zunächst wird der Technikblock **12** über Druckluftleitungen **20a** und Druckluftleitungen mit der Adaptionseinheit **18** verbunden. An der Adaptionseinheit wird die Druckluftquelle, z.B. einen Druckluftkartusche **22**, angeschlossen. Anschließend wird der Technikblock **12** über den Befestigungsabschnitt **36** an einer Halterung in der Nähe des Operationsfeldes, z.B. an einen Sternumspreizer, befestigt. Anschließend oder bereits zuvor wird das Arbeitsmodul B mit dem Technikmodul A bzw. Technikblock **12** verbunden. Hierfür wird das proximale Betätigungselement **28** gedrückt, so dass der Schlitten **46** aus dem Gehäuseabschnitt **32** herausfährt. Wenn nun der Kopplungsabschnitt **64** des Arbeitsmoduls B mit dem Kopplungsabschnitt **34** des Technikmoduls A verbunden wird, stellen die Schwalbenschwanzführung **60** und die Aufnahme **62** einen Formschluss zwischen beiden Modulen A und B her. Ferner wird die elektrische Verbindung zwischen den Kontakten **68** und **70** hergestellt. Darüber hinaus wird das Zugseil **48** mit der Zylinder-Kolben-Mechanik **44** gekoppelt, da beim Aufschieben der Kopplungsabschnitts **64** gleichzeitig das vorspringende Endstück **72** des Zugseils **48** in die entsprechende Ausnehmung **74** des Schlittens **46** eingelegt wird. Wird nun das proximale Betätigungselement **28** wieder losgelassen, zieht sich der Schlitten **46** wieder in das Gehäuse **32** zurück und spannt hierbei das Zugseil **48** und fixiert den Gliederarm **14** und das Haltelement **16** in ihren jeweiligen Positionen und Lagen.

**[0069]** Die Arbeitsweise der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** ist wie folgt:

Durch Betätigen des distalen Betätigungselements **26** werden über entsprechende elektrische Signale die Druckluftventile in der Adaptionseinheit **18** angesteuert, welche über die Druckluftleitungen **20a** den

Kolben **52** in dem Technikblock **12** mit Druck beaufschlagt und das Zugseil **48** entspannen. Somit kann der Operateur mit einer Hand den Gliederarm **14** am distalen Ende greifen, entsprechend verformen und das Halteelement **16** in die Körperhöhle an das zu stabilisierende Gewebe oder zu haltende Organ führen. Lässt der Operateur nun das distale Betätigungselement los oder betätigt es ein weiteres Mal, wird die externe Energiezufuhr zum Spannmechanismus bzw. die Druckluftzufuhr zur Zylinder-Kolben-Mechanik **44** unterbunden und über die Spiraldruckfeder **54** der Spannmechanismus wieder gespannt und dadurch Gliederarm **14** und Halteelement **16** in ihrer momentanen Stellung fixiert oder festgestellt.

**[0070]** Durch nochmaliges Betätigen des distalen Betätigungselements **26** oder proximalen Betätigungselements **28** kann der Spannmechanismus zum Nachjustieren oder Entfernen des Gliederarms **14** aus der Körperhöhle wieder gelöst werden.

**[0071]** Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die zuvor detailliert beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern kann innerhalb des Schutzbereichs der beigefügten Ansprüche variiert werden. Im Folgenden sind einige solcher Variationsmöglichkeiten aufgeführt.

**[0072]** Anstelle des modularen Aufbaus von Arbeitsmodul B und Technikmodul B können diese einteilig aufgebaut und insgesamt als einmalverwendbare Komponente vorgesehen sein. Damit entfallen alle Schnittstellen zwischen beiden Einheiten und die damit verbundenen Arbeitsschritte zum Konnektieren. Dieses Konzept kann wiederum entweder mit nur einem, idealerweise distal angeordneten, oder zwei Betätigungselementen zur Steuerung des externen Energieflusses ausgeführt werden.

**[0073]** Gemäß der ersten Ausführungsform stammt die Druckluft von einer Druckluftkartusche **22**, welche ein völlig autonomes Arbeiten ermöglicht. Anstelle der Druckluftkartusche **22** kann an dem Druckluftanschluss **24** der Adaptionseinheit **18** ein Druckluftschlauch angeschlossen und mit einer beliebigen anderen Druckluftquelle, z.B. einer vorhandenen Luftversorgung im Operationssaal, verbunden werden.

**[0074]** Die Energieübertragungsleitungen **90** zwischen dem distalen Betätigungselement **26** und dem Technikblock **12** können auch außerhalb des Gliederarms **14** verlaufen. Die Unterdruckleitung zum Halteelement **16** kann ebenfalls innerhalb des Gliederarms **14** verlaufen, wobei dann entsprechende Schnittstellen zwischen den Modulen A und B und Leitungen und Anschlüsse im Technikblock **12** vorzusehen sind.

**[0075]** Die Fluidsteuerungselemente in der Adaptionseinheit **18** können statt elektrisch auch pneumatisch angesteuert werden, wobei der Druckluftkolben

**52** mit dem Arbeitsmedium Luft, z.B. bei einem Druck von 8 bar, betrieben wird, während das Ventil, welches den Energiefluss freigibt, mit einem wesentlich geringeren Druck angesteuert werden kann. Dieser geringe Druck sorgt wiederum für dünnwandigere, flexiblere Steuerleitungen und ein wesentlich kompakteres Betätigungselement.

**[0076]** Die Fluidsteuerungselemente können auch im Technikblock **12** vorgesehen sein und die Druckluftquelle direkt mit dem Technikblock **12** verbunden werden.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Vorrichtung
<b>12</b>	Grundkörper/Technikblock
<b>14</b>	Gliederarm
<b>16</b>	Halteelement
<b>18</b>	Adaptionseinheit
<b>20</b>	Leitungen
<b>20a</b>	Druckluftleitung
<b>20b</b>	Steuerleitung
<b>22</b>	Druckluftkartusche
<b>24</b>	Druckluftanschluss
<b>26</b>	erstes Betätigungselement
<b>28</b>	zweites Betätigungselement
<b>30</b>	Druckluftanschluss
<b>32</b>	Gehäuseabschnitt
<b>34</b>	Kopplungsabschnitt
<b>36</b>	Befestigungsabschnitt
<b>38a, 38b</b>	Klemmbacken
<b>40</b>	Feder
<b>42</b>	Klemmschraube
<b>44</b>	Zylinder-Kolben-Mechanik
<b>46</b>	Schlitten
<b>48</b>	Zugseil
<b>50</b>	Zwischengelenk
<b>52</b>	Kolben
<b>54</b>	Spiraldruckfeder
<b>56</b>	Zylinderraum
<b>58</b>	Kolbenring
<b>60</b>	Schwalbenschwanzführung
<b>62</b>	Führungsaufnahme
<b>64</b>	Kopplungsabschnitt
<b>66</b>	Verriegelungsnase
<b>68</b>	elektrische Kontakte
<b>70</b>	Kontaktstellen
<b>72</b>	Endstück
<b>74</b>	Ausnehmung
<b>76</b>	Drehgelenk
<b>78</b>	Schwenkgelenk
<b>80</b>	Anschluss
<b>82, 82', 82''</b>	Gliederelemente
<b>84</b>	zentrale Durchgangsöffnung
<b>86</b>	sphärische Außenoberflächen
<b>88</b>	sphärische Innenoberflächen
<b>90</b>	elektrische Leitungen

<b>92</b>	Aussparungen
<b>94</b>	Drehscheibe
<b>96</b>	Eingriffselemente
<b>98</b>	Ausbrüche
<b>A</b>	Technikmodul
<b>B</b>	Arbeitsmodul

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- US 6866628 B2 [0003]
- US 7311664 B2 [0003]
- US 7399272 B2 [0003]
- US 7476196 B2 [0003]
- US 7479104 B2 [0003]
- US 6581889 B2 [0004]

### Patentansprüche

1. Chirurgische Vorrichtung (10) zum Stabilisieren oder Immobilisieren von bewegtem Gewebe, beispielsweise eines Teils eines schlagenden Herzens, oder zum Positionieren von Organen oder zum Positionieren und Halten von chirurgischen Instrumenten und Geräten während eines chirurgischen Eingriffs, mit:

einem Grundkörper (12), der über einen Befestigungsabschnitt (36) an einer im oder am Operationsfeld befindlichen Haltevorrichtung, insbesondere einem Sternumspreizer, befestigbar ist;  
 einem an dem Grundkörper (12) befestigten oder befestigbaren flexiblen Arm (14), insbesondere Gliederarm, der in unterschiedliche Positionen und/oder Lagen bringbar ist und an dessen freien Ende zumindest ein Halteelement (16) angeordnet ist; und  
 einem Spannmechanismus (44, 48), über welchen der Arm in einer gewünschten Stellung feststellbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannen und/oder Lösen des Spannmechanismus (44, 48) mittels einer manuell ansteuerbaren, externen Energiequelle (22) erfolgt.

2. Chirurgische Vorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die externe Energiequelle (22) über zumindest ein manuell betätigbares Betätigungselement (26, 28) ansteuerbar ist, das auf der distalen und/oder proximalen Seite des Arms (14) und/oder auf dem Grundkörper (12) angeordnet ist.

3. Chirurgische Vorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Spannen des Spannmechanismus (44, 48) selbsttätig, insbesondere mittels Federkraft (54), und das Lösen des Spannmechanismus mittels der externen Energiequelle (22) erfolgt.

4. Chirurgische Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Spannmechanismus (44, 48) aufweist: ein Zugseil (48), das durch eine Vielzahl von zueinander beweglichen, insbesondere komplementär ausgebildeten, Gliederelementen (82, 82', 82'') des Gliederarms (14) geführt ist und über welches die Gliederelemente (82, 82', 82'') reibschlüssig gegeneinander verspannt werden können; und eine über die externe Energiequelle (22) betätigbare Stellmechanik (44) zum Betätigen des Zugseils (48).

5. Chirurgische Vorrichtung (10) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die externe Energiequelle (22) eine hydraulische oder pneumatische Druckquelle ist; die Stellmechanik (44) eine hydraulisch oder pneumatisch betätigbare Zylinder-Kolben-Mechanik (44) ist; und

über das zumindest eine Betätigungselement (26, 28) ein Fluidsteuerungsmittel zum Steuern des an der Zylinder-Kolben-Mechanik (44) wirkenden Fluiddrucks ansteuerbar ist.

6. Chirurgische Vorrichtung (10) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gliederelemente (82, 82', 82'') jeweils eine zentrale Zugseildurchführung (84) für das Zugseil (48) und zumindest eine außermittig angeordnete Aussparung (92) für Leitungen (90), insbesondere für eine Steuerleitung zwischen dem distalen Betätigungselement (26) und dem Fluidsteuerungsmittel, aufweisen.

7. Chirurgische Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zentrale Zugseildurchführung (84) und die zumindest eine Aussparung (92) in einer im Gliederelement (82') drehbar gelagerten Drehscheibe (94) vorgesehen sind.

8. Chirurgische Vorrichtung (10) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Gliederelemente (82'') eine Drehsicherung, insbesondere in einander greifenden Sperrelemente (96, 98), aufweisen, um eine Verdrehung der Gliederelemente (82'') um das Zugseil (48) zu beschränken.

9. Chirurgische Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (10) modular aufgebaut ist und der Arm (14) mit dem Grundkörper (12) mechanisch, insbesondere formschlüssig, verbindbar ist, wobei bei Herstellung der mechanischen Verbindung gleichzeitig das Zugseil (48) mit einem Stellorgan (46) der Zylinder-Kolben-Mechanik (44) gekoppelt und Steuerleitungsschnittstellen (68, 70) miteinander verbunden werden.

10. Chirurgische Vorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der zumindest einen externen Energiequelle (22) und dem Grundkörper (12) eine Adaptionseinheit (18) zwischengeschaltet ist, welche über lösbare Leitungen (20) einerseits mit dem Grundkörper (12) und andererseits mit der zumindest einen externen Energiequelle (22) verbunden ist.

11. Chirurgische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fluidsteuerungsmittel in der Adaptionseinheit (18) angeordnet ist.

12. Chirurgische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halteelement (16) mit einem universellen Adapter zum Anschließen verschiedenster einmal- oder wiederverwendbarer chirurgischer Instrumente und Geräte versehen ist.

13. Chirurgischer Arbeitsarm (B) zum Stabilisieren oder Immobilisieren von bewegtem Gewebe oder zum Positionieren von Organen, insbesondere eines Teils eines schlagenden Herzens, mit einem in unterschiedliche Positionen und/oder Lagen bringbaren, flexiblen Gliederarm (14) mit einer Vielzahl von aneinander gereihten, zueinander beweglichen, insbesondere komplementär ausgebildeten, Gliederelementen (82, 82', 82''); und zumindest einem am distalen Ende des Gliederarms (14) angeordneten Halteelement (16); gekennzeichnet durch:

einen Kopplungsabschnitt (64) zur mechanischen und funktionalen Anbindung des Arbeitsarms (B) an einer chirurgischen Vorrichtung (A), wobei ein Zugseil (48), das durch die Gliederelemente (82, 82', 82'') geführt ist und über welches die Gliederelemente (82, 82', 82'') reibschlüssig gegeneinander verspannt werden können, einen proximalen Verbindungsabschnitt (72) aufweist, der mit einem in der chirurgischen Vorrichtung vorgesehenen Spannmechanismus (44), insbesondere formschlüssig, verbindbar ist.

14. Chirurgischer Arbeitsarm (B) nach Anspruch 13, ferner gekennzeichnet durch:

ein am distalen Ende des Gliederarms (14) vorgesehenes Betätigungselement (26) zur Ansteuerung des in der chirurgischen Vorrichtung vorgesehenen Spannmechanismus (44); Steuerleitungen (90), welche, insbesondere innerhalb des Gliederarms (14) verlaufend, das Betätigungselement (26) mit Schnittstellen (68) verbindet, die im Kopplungsabschnitt (64) zur Übertragung der Ansteuerungssignale oder -befehle zur chirurgischen Vorrichtung (A) vorgesehen sind.

15. Chirurgischer Arbeitsarm (B) nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Halteelement (16) mit einem universellen Adapter zum Anschließen verschiedenster einmal- oder wiederverwendbarer chirurgischer Instrumente und Geräte versehen ist.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

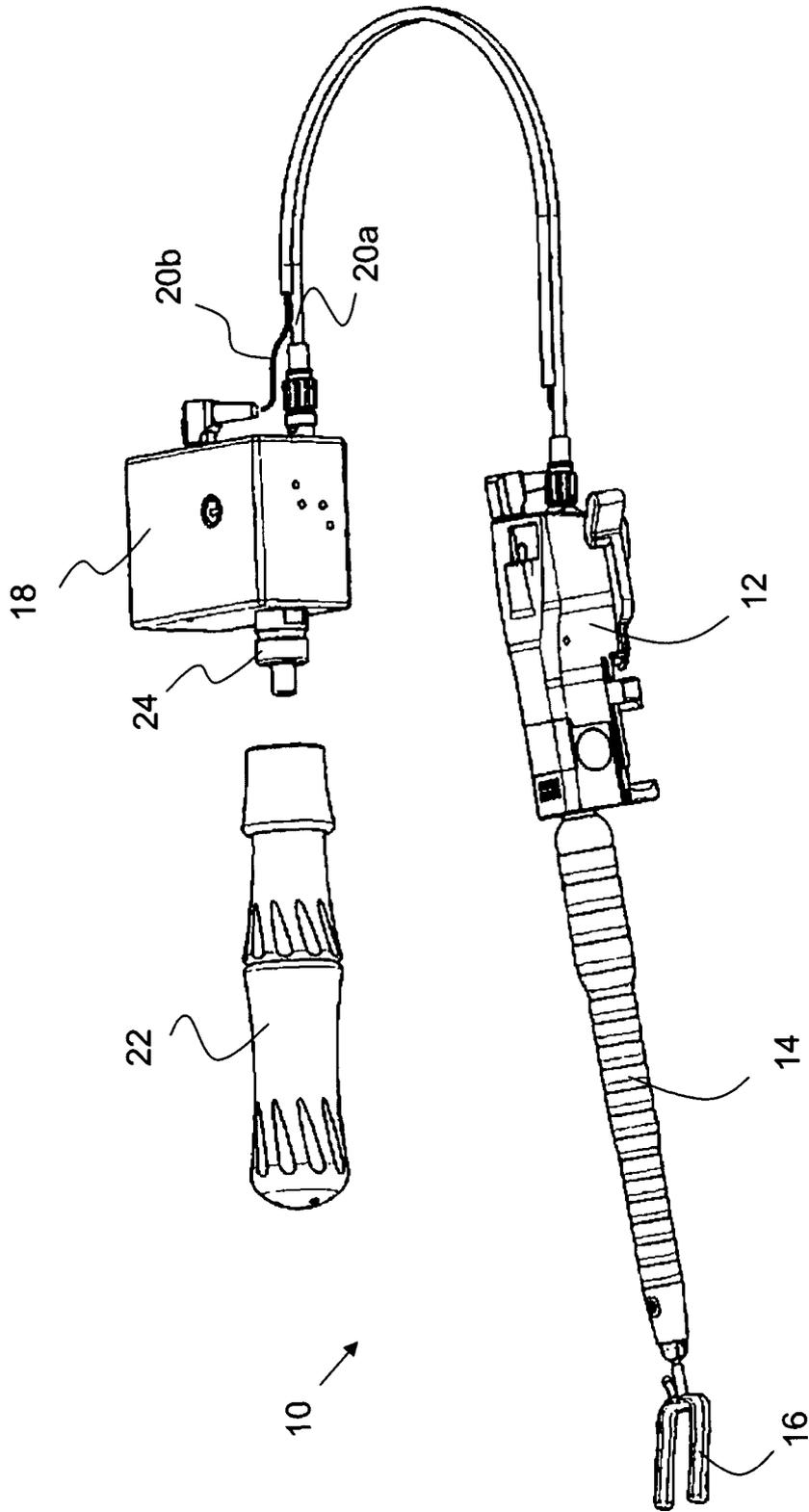


Fig. 1

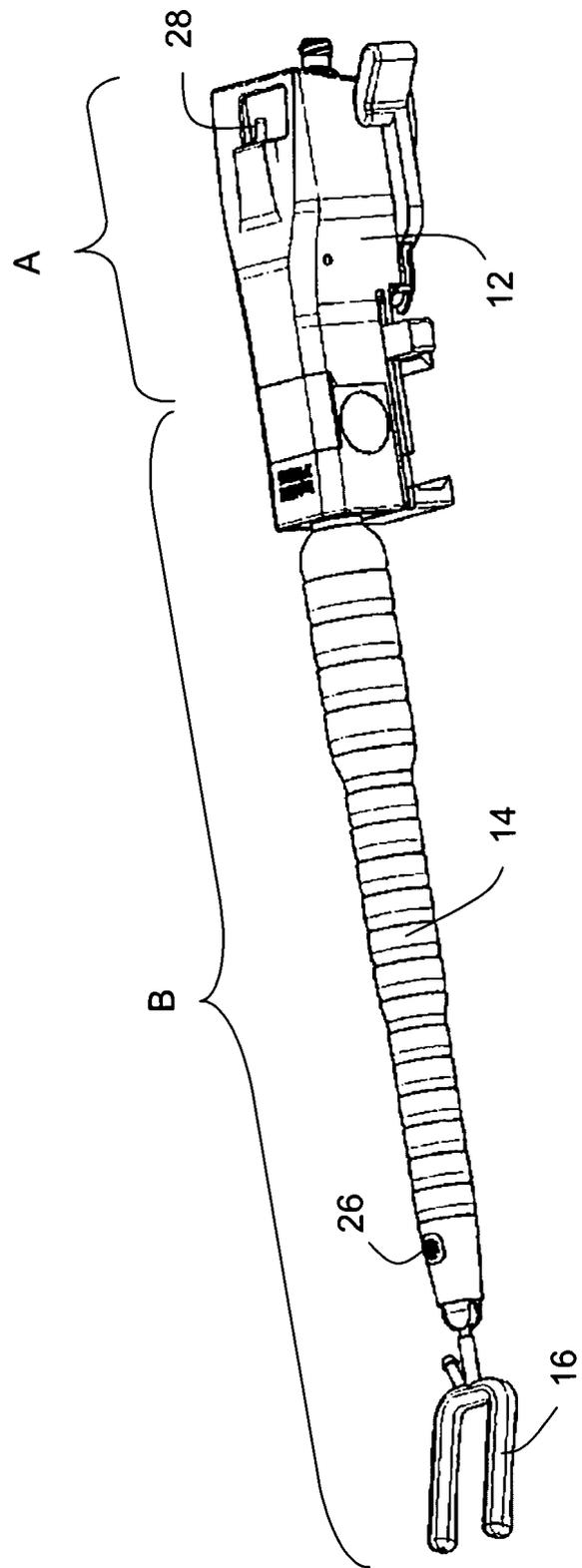


Fig. 2

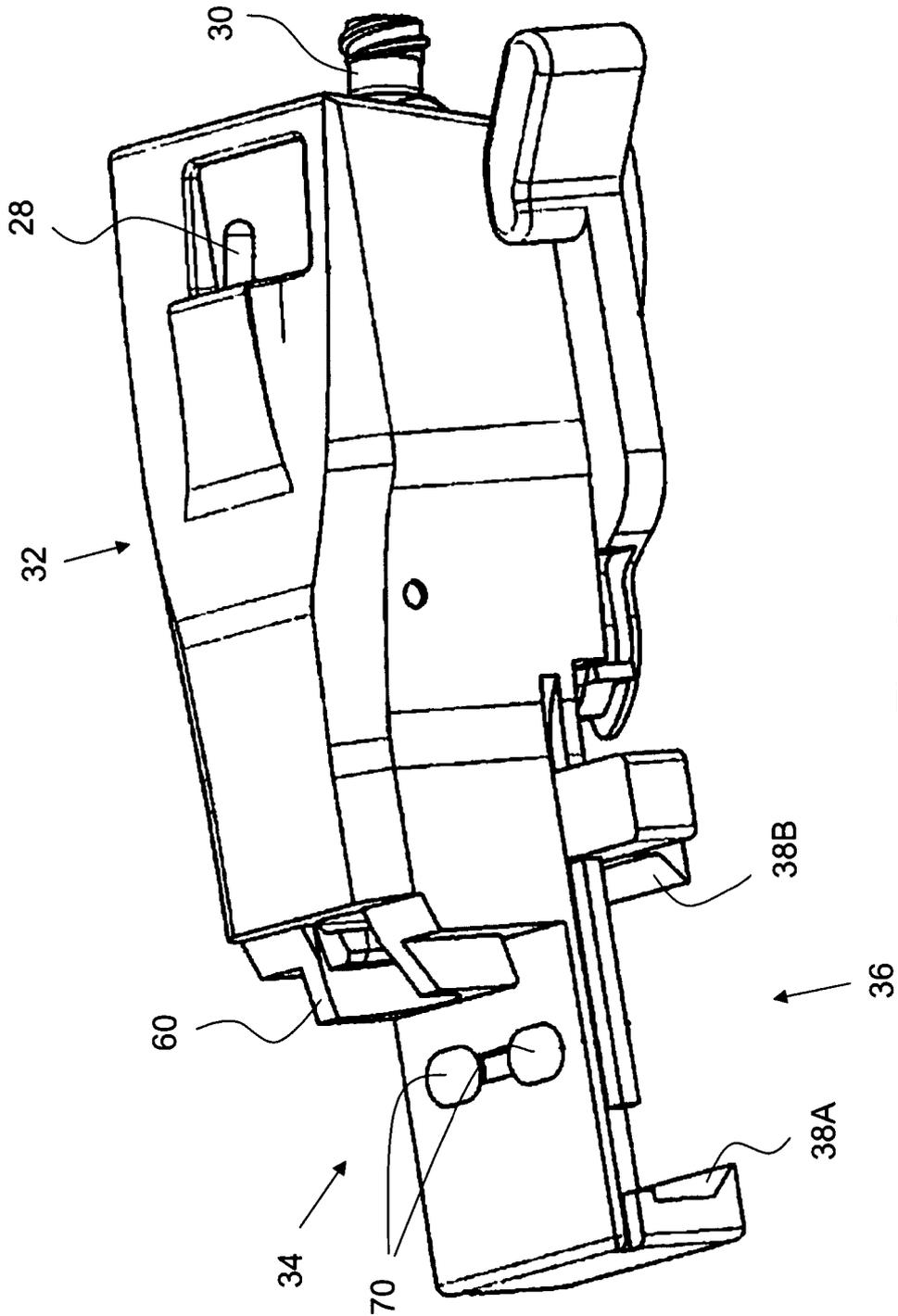


Fig. 3

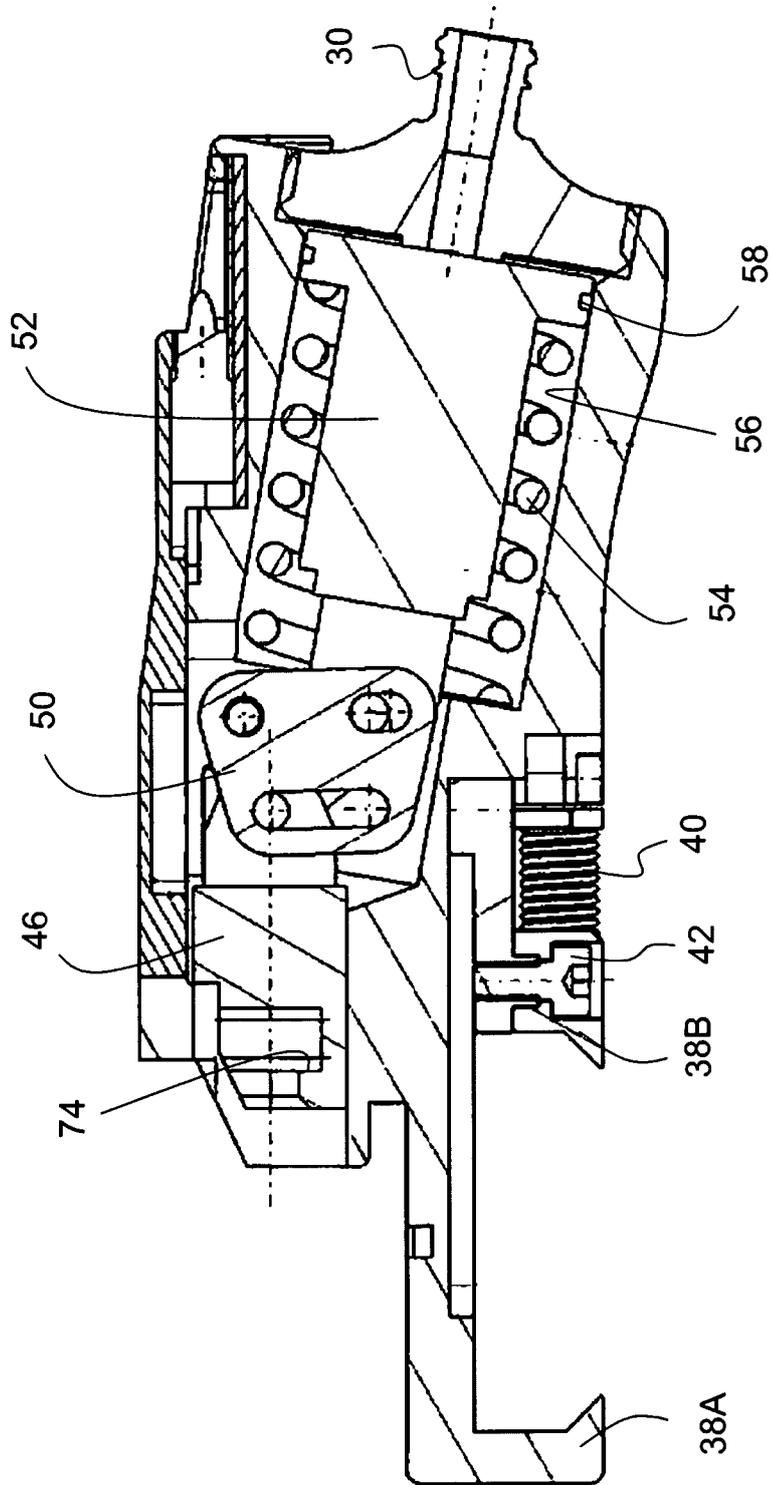


Fig. 4

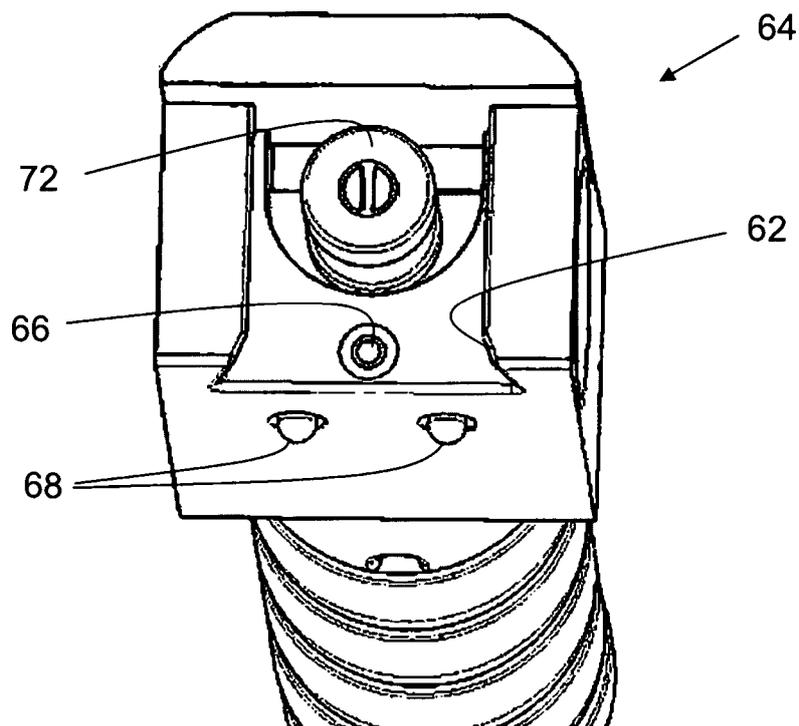


Fig. 5

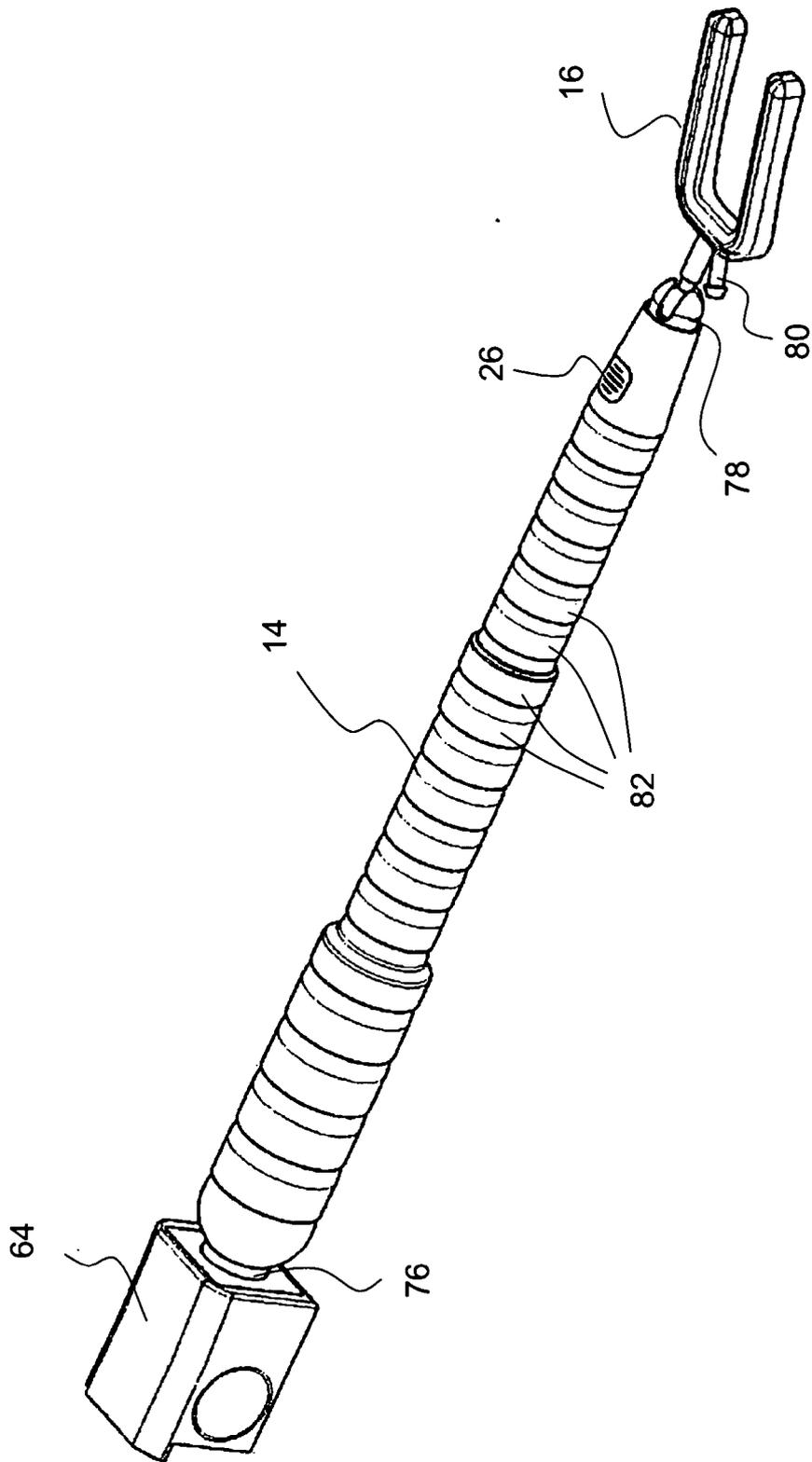


Fig. 6

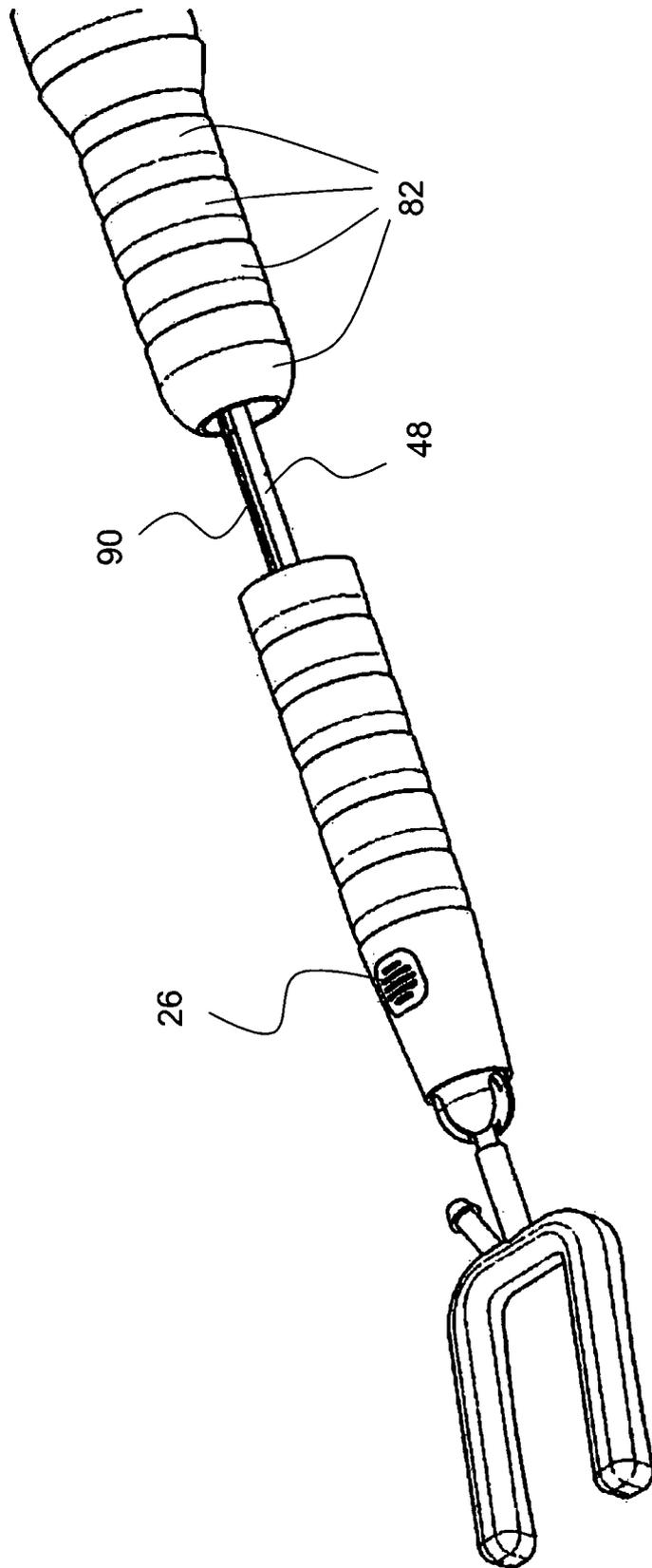


Fig. 7

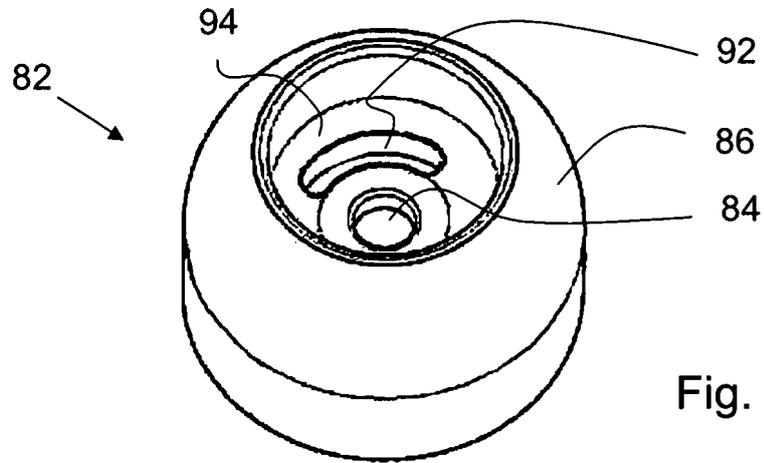


Fig. 8

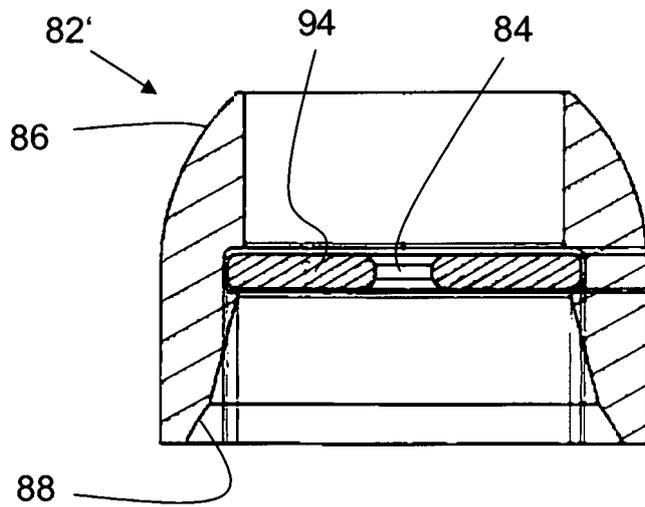


Fig. 9

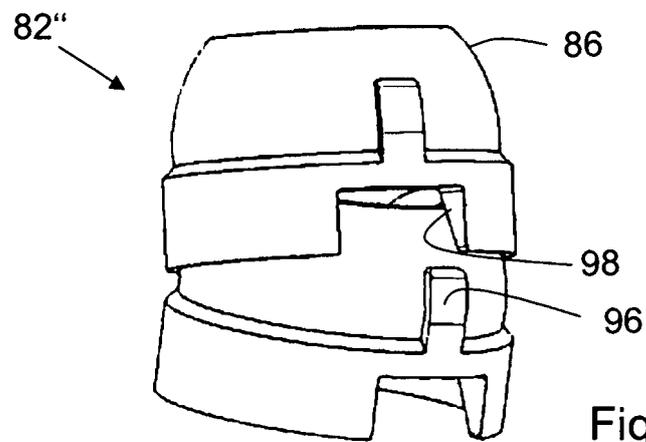


Fig. 10