



(10) **DE 10 2006 045 865 B4** 2019.07.11

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2006 045 865.6**
(22) Anmeldetag: **28.09.2006**
(43) Offenlegungstag: **10.04.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **11.07.2019**

(51) Int Cl.: **A61B 17/00 (2006.01)**
A61B 17/94 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147 Köln, DE**

(74) Vertreter:
**dompatent von Kreisler Selting Werner
- Partnerschaft von Patentanwälten und
Rechtsanwälten mbB, 50667 Köln, DE**

(72) Erfinder:
**Kübler, Bernhard, Dipl.-Ing., 74229 Oedheim, DE;
Seibold, Ulrich, Dipl.-Ing., Burnaby, CA; Hagn,
Ulrich Alexander, Dipl.-Ing., 82396 Pähl, DE**

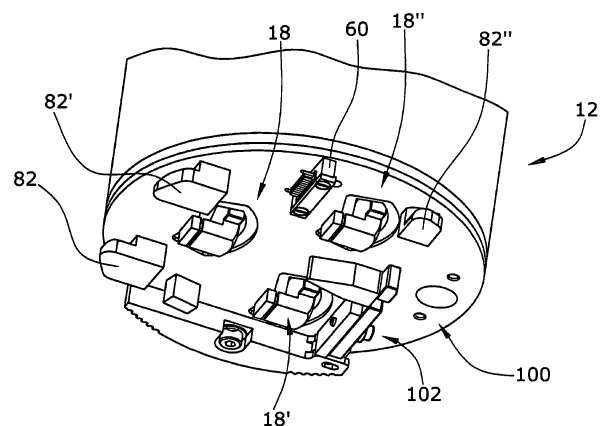
(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	103 59 932	A1
DE	696 35 050	T2
US	6 491 701	B2
US	2001 / 0 031 983	A1
US	5 018 901	A

Kübler, B. et al: "Development of Actuated and Sensor Integrated Forceps for Minimally Invasive Robotic Surgery". In: International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery 2005, 1(3):96-107 [<http://dx.doi.org/10.1002/rcs.33>]

(54) Bezeichnung: **Chirurgisches Manipulationsinstrument**

(57) Hauptanspruch: Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) mit einer Kupplung (22), die ein extrakorporales Antriebsteil (12) mit einem teilweise intrakorporalen und einen Endeffektor (40) aufweisenden Manipulatorteil (14) trennbar verbindet, und die aus einem manipulatorseitigen Kupplungsteil (20) und einem antriebsseitigen Kupplungsteil (18) gebildet ist, wobei die Kupplungsteile (18,20) voneinander trennbare drehbare Kupplungskörper (24,26) aufweisen, die zusammen gekuppelt axial miteinander fluchten und eine formschlüssige Verbindung zur Übertragung einer Drehbewegung von dem Antriebsteil (12) auf den Endeffektor (40) schließen, und den Kupplungsteilen (18,20) eine Radialführung (80) zugeordnet ist, die ausschließlich eine zu der Drehbewegungs-Längsachse (43) radiale Ein- und Auskupplungsbewegung zum Schließen und Öffnen der formschlüssigen Kupplungskörper-Verbindung erlaubt, dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungskörper jeweils in einer Längsebene und auf einer Längsachse liegend Kupplungsebenen aufweisen, wobei die zusammengekuppelten Kupplungskörper einander vollflächig berühren und einen Formschluss in einer Formschlussebene ausbilden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein chirurgisches Manipulationsinstrument, mit einer Kupplung, die ein extrakorporales Antriebsteil mit einem teilweise intrakorporalen Manipulatorteil trennbar verbindet.

[0002] Chirurgische Instrumente, die nicht zum einmaligen Gebrauch, sondern zum mehrfachen Gebrauch konzipiert sind, müssen nach jedem Gebrauch sterilisiert werden. Die Sterilisierung kann mit Hilfe nicht-thermischer oder thermischer Verfahren durchgeführt werden. Im klinischen Alltag wird im Wesentlichen mit thermischen Verfahren sterilisiert, insbesondere durch die sogenannte Autoklavierung. Bei der Autoklavierung wird das zu sterilisierende Instrument über einen bestimmten Zeitraum überspanntem Wasserdampf ausgesetzt, der alle zu sterilisierenden Oberflächen benetzen muss. Das zu sterilisierende Instrument ist dabei im Autoklaven Temperaturen von bis zu 156 °C und Drücken bis zu 2 bar über eine Dauer von bis zu 40 Min. ausgesetzt. Die Autoklavierung muss nach jedem Gebrauch des Instruments wiederholt werden, so dass im Laufe eines Instrumentenlebens bis zu mehrere Hundert Autoklavierungen durchlaufen werden können.

[0003] Seit den 1980er Jahren gewinnt die sogenannte minimal invasive Chirurgie immer mehr an Bedeutung. Hierbei werden lange, schlanke Manipulationsinstrumente durch nur kleine Öffnungen in der Oberhaut vorgeschoben. Das intrakorporale Operationsfeld wird mit Hilfe einer auf die gleiche Weise eingebrachten stabförmigen Kamera und eines extrakorporalen Monitors beobachtet. Die minimal invasive Chirurgie bietet insbesondere Vorteile für den Patienten, nämlich geringe Traumatisierung, kurze Rekonvaleszenzzeiten, geringere postoperative Schmerzen, geringeren Blutverlust, geringeres Infektionsrisiko, geringeres Risiko für Wundheilungsstörungen, bessere kosmetische Ergebnisse etc. Nachteile der minimal invasiven Chirurgie sind u.a. die eingeschränkte Bewegungsfreiheit der chirurgischen Instrumente. Durch die als feststehend anzusehende Durchtrittsstelle durch das Oberhaut- und Fettgewebe, die einen invarianten Punkt bildet, ergeben sich umgekehrte Bewegungsverhältnisse bzw. eine gestörte Hand-Auge-Koordination zum Monitorbild. Zwei Freiheitsgrade der Bewegung sind durch den invarianten Punkt gebunden, d.h. nicht jeder Punkt im Arbeitsraum kann mit beliebiger Orientierung des funktionalen Instrumentenendes erreicht werden.

[0004] Minimal invasive Manipulationsinstrumente, die intrakorporal zusätzliche Freiheitsgrade der Bewegung bieten, können zu einer erhöhten intrakorporalen Manipulierbarkeit verhelfen und stellen damit eine wichtige Verbesserung für die minimal invasive Chirurgie dar. Die zusätzlichen Freiheitsgrade müssen zielgerichtet bewegt werden. Dies ist mit manu-

eller Bedienung zwar möglich, jedoch erfordert dies großes Geschick und Übung. Ein robotergestützter telemanipulierter Ansatz, bei dem der Chirurg abseits des Patienten an einer ergonomisch geformten Konsole sitzt und mit Hilfe einer geeigneten Mensch-Maschine-Schnittstelle das chirurgische Manipulationsinstrument mit Hilfe des Monitors führt, ohne über die Kinematik und deren Aktuierung nachdenken zu müssen, ist daher sinnvoll. Das chirurgische Manipulationsinstrument wird dabei rechnergestützt aktuiert und führt die vom Chirurgen gewünschte Bewegung entsprechend aus.

[0005] Die Aktuatoren zum Antrieb des chirurgischen Manipulationsinstruments können in der Regel jedoch nicht autoklaviert werden. Daher ist eine Trennbarkeit des extrakorporalen Antriebsteiles von dem teilweise intrakorporalen Manipulatorteil erforderlich.

[0006] Das chirurgische Manipulationsinstrument wird daher zweiteilig und durch eine Kupplung trennbar in ein extrakorporales Antriebsteil und ein teilweise intrakorporales Manipulatorteil getrennt.

[0007] Aus US 6 491 701 B2 ist ein chirurgisches Manipulationsinstrument mit einer Kupplung zur Trennung des Antriebsteiles von dem Manipulatorteil bekannt. Die Kupplungsteile weisen jeweils drehbare Kupplungskörper auf, die axiale Stifte bzw. Bohrungen aufweisen und axial miteinander verkuppelt bzw. voneinander getrennt werden. Da die drehbaren einander gegenüberstehenden Kupplungskörper nicht zusammen kuppelbar sind, wenn sie nicht genau zueinander ausgerichtet sind, muss beim Einkuppeln ein Suchlauf für alle Kupplungskörper-Paare durchgeführt werden. Die Kupplungskörper rotieren jeweils so lange bis eine Position gefunden ist, in der alle Kupplungskörper-Paare in einer zusammenführbaren Kupplungsposition stehen. Eine ähnliche Kupplung ist aus US 2001 003 1983 A1 bekannt. Die Kupplungsteile weisen hier halbzyklindrisch geformte Kupplungskörper auf. Für einen leichtgängigen Kupplungsvorgang ist es erforderlich, ein gewisses Mindest-Spiel zwischen den Kupplungskörpern im zusammengekuppelten Zustand vorzusehen. Dieses Spiel wirkt sich jedoch beim Betrieb des Manipulatorinstruments nachteilig aus bzw. macht eine automatische Regelung ggf. sogar unmöglich.

[0008] Die Druckschrift DE 696 35 050 T2 bezieht sich auf ein zweiteilige chirurgisches Manipulationsinstrument mit einem extrakorporalen Antriebsteil und einem davon lösbaren Manipulatorteil. Die Kupplungsteile weisen voneinander trennbare drehbare Kupplungskörper auf, die axial miteinander fluchten und eine formschlüssige Verbindung zur Übertragung einer Drehbewegung darstellen.

[0009] In der Druckschrift Kübler, B. et al: „Development of Actuated and Sensor Integrated Forceps for Minimally Invasive Robotic Surgery“ wird bei einem chirurgischen Manipulatorinstrument eine seitliche Kupplungsbewegung offenbart. Allerdings wird in diesem Dokument an keiner Stelle näher darauf eingegangen bzw. detailliert dargestellt, wie die Kupplungskörper ausgebildet sind.

[0010] Die Druckschrift US 5018901 A offenbart eine Kupplung, die ausschließlich eine axiale und eine rotatorische Kupplungsbewegung vorsieht. Eine radiale Kupplungsbewegung ist nicht offenbart.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber, ein chirurgisches Manipulationsinstrument mit einer Kupplung zwischen einem Antriebsteil und einem Manipulatorteil zu schaffen, die ein einfaches Verkuppeln und eine spielfreie Verkupplung ermöglicht.

[0012] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein chirurgisches Manipulatorinstrument mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weiterbildungen folgen in den abhängigen Ansprüchen.

[0013] Bei dem erfindungsgemäßen chirurgischen Manipulationsinstrument ist den beiden die Kupplung bildenden Kupplungsteilen eine Radialführung zugeordnet, die ausschließlich eine zu der Drehbewegungssaxialen der Kupplungskörper radiale Ein- und Auskupplungsbewegung zum Schließen und Öffnen der formschlüssigen Kupplungskörper-Verbindung erlaubt. Die Kupplungskörper einer Bewegungsachse fluchten zusammengekuppelt axial miteinander und bilden zusammengekuppelt eine formschlüssige Verbindung zur Übertragung einer Drehbewegung von dem Antriebsteil zu dem Endeffektor des Manipulatorteiles. Durch eine radiale Kupplungsbewegung kann bei entsprechender Ausbildung der Kupplungskörper auf einfache Weise eine eindeutige formschlüssige Verbindung beim Verkuppeln hergestellt werden. Erfindungsgemäß weisen die Kupplungskörper eine Formschluss-Ebene annähernd in einer Längsebene auf. Die beiden eine Längsebene aufweisenden Kupplungskörper richten sich beim radialen Zusammenführen von selbst parallel zueinander aus, bis sie sich in der Kupplungsposition vollflächig berühren. Ein Suchlauf zur Ausrichtung der Kupplungskörper miteinander ist nicht erforderlich.

[0014] Wegen der radialen Kupplungsbewegung und der dabei praktisch unvermeidlichen Selbstausrichtung der Kupplungskörper miteinander ist das Zusammenkuppeln auch unter ungünstigen Bedingungen, beispielsweise im Operationssaal und durch doppelt behandschuhte Personen, die keine technischen Fachleute sind, mit hoher Zuverlässigkeit und Bedienungssicherheit gewährleistet. Zur Herstellung einer spielfreien Verbindung eines Kupplungskörper-Paares bzw. mehrerer Kupplungskörper-Paare muss

vom Bediener lediglich eine gewisse Vorspannung in radialer Richtung aufgebracht werden, die jedoch im Bereich weniger Newton liegt. Die Formschluss-Ebene liegt bevorzugt auf der Axialen der drehbaren Kupplungskörper. Die Radialführung kann einen erweiterten Einlauf aufweisen, um die Einfädung der beiden Kupplungsteile zu Beginn der Kupplungsbewegung zu erleichtern.

[0015] Vorzugsweise ist einem der beiden Kupplungskörper eines Kupplungskörper-Paares ein Radialjustierelement zur Einstellung einer spielfreien Kupplung der Kupplungskörper miteinander zugeordnet. Das Radialjustierelement erlaubt es, die beiden Kupplungskörper zueinander so einzustellen, dass in der Kupplungsposition eine spielfreie Verkupplung der beiden Kupplungskörper miteinander sichergestellt ist. Dies ist insbesondere dann von Bedeutung, wenn mehrere Kupplungskörper-Paare zur Übertragung von Antriebskräften in Bezug auf mehrere Endeffektor-Freiheitsgrade vorgesehen sind. In diesem Fall sollte jedem Kupplungskörper-Paar ein entsprechendes Radialjustierelement zugeordnet sein. Wird mit einem Antriebsteil stets dasselbe und kein anderes Manipulatorteil betrieben, kann das jeweilige Radialjustierelement an dem antriebsseitigen Kupplungskörper vorgesehen sein. Sollen mehrere verschiedene Manipulatorteile mit einem einzigen Antriebsteil betrieben werden können, ist es vorteilhaft, die Radialjustierelemente jeweils an den manipulatorseitigen Kupplungskörpern vorzusehen.

[0016] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist der antriebsseitige Kupplungskörper als U-förmiger Bügel ausgebildet, dessen eine Endseite den Kupplungskörper bzw. seine Formschluss-Ebene bildet und darstellt. Der U-förmige Bügel weist eine gewisse Federungseigenschaft auf, die in engen Grenzen eine gewisse Elastizität auf einer Seite der Kupplung sicherstellt. Hierdurch wird bei mehreren miteinander verkuppelten Kupplungskörper-Paaren sichergestellt, dass ein spielfreies Koppeln mehrerer Kupplungskörper-Paare trotz gewisser Toleranzen möglich ist.

[0017] Die Radialjustierelemente sollten so justiert werden, dass bei einem Minimum an Kupplungskraft eine definierte Spielfreiheit sichergestellt ist. Durch das Radialjustierelement können Fertigungs- und Montagetoleranzen ausgeglichen werden. Ferner können über die Zeit auftretende Dejustagen korrigiert und damit über die gesamte Lebensdauer des Manipulatorinstruments Spielfreiheit sichergestellt werden.

[0018] Vorzugsweise sind die Kupplungsteile mehrachsig ausgebildet, so dass mehrere Kupplungskörper-Paare zum Antrieb mehrerer Endeffektor-Freiheitsgrade des Manipulatorteiles vorgesehen sind.

[0019] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist an dem antriebsseitigen Kupplungsteil und an dem manipulatorseitigen Endeffektor jeweils ein Drehmomentsensor zugeordnet. Ferner ist manipulatorseitig ein Differenzmodul vorgesehen, das die Differenz der von den beiden genannten Drehmomentsensoren gemessenen Drehmomente ermittelt.

[0020] Zur mechanischen Kopplung des manipulatorseitigen Kupplungskörpers mit dem ihm zugeordneten Endeffektor werden häufig Seilzüge verwendet. Als Seilzüge werden dabei wegen ihrer im Vergleich zu Metall-Seilzügen besseren Biegsamkeit um sehr kleine Radien häufig Kunststoff-Seilzüge verwendet. Beispielsweise sind hierzu Seilzüge aus Hochmodul-PE geeignet, die unter dem Namen „Vectran“ bekannt sind. Diese weisen auch über lange Zeiträume kein Kriechen auf, sind jedoch sehr elastisch. Bei Kräften von bis zu 100 Newton, wie sie in der Praxis auftreten können, treten daher erhebliche Längenänderungen auf. Die Längenänderung ist umgekehrt proportional zu der Drehmoment-Differenz, die durch das Differenzmodul bestimmt wird. Da die Seilzug-Dehnung aus der Drehmoment-Differenz ermittelt werden kann, kann aus der Stellung des Antriebsmotors die Stellung des Endeffektors bestimmt bzw. entsprechend der errechneten Seilzug-Dehnung korrigiert werden.

[0021] Vorzugsweise weist das Antriebsteil einen Antriebsmotor zum Antrieb des antriebsseitigen Kupplungskörpers auf. Zwar kann das Antriebsteil grundsätzlich auch manuell bedient werden, jedoch spielt in der Praxis die roboterartige Ausbildung chirurgischer Manipulationsinstrumente eine dominierende Rolle.

[0022] Vorzugsweise ist ein Endeffektor an dem Manipulatorteil vorgesehen, der durch den zugeordneten manipulatorseitigen Kupplungskörper angetrieben wird. Unter einem Endeffektor sind alle Effektoren zu verstehen, die bei einem chirurgischen Manipulationsinstrument zum Einsatz kommen, insbesondere Greifer, Scheren, Gelenke etc.

[0023] Vorzugsweise ist der Drehwinkel der Kupplungskörper kleiner als 180° , d.h. kleiner als $\pm 90^\circ$ um eine Mittellage, besonders bevorzugt kleiner oder gleich 80° , d.h. $\pm 40^\circ$ um eine Mittellage. Bei einer Begrenzung des Drehwinkels der Kupplungskörper eines Kupplungskörper-Paares auf weniger als 180° kann sichergestellt werden, dass sich die Formschluss-Ebenen der Kupplungskörper beim radialen Zusammenkuppeln stets zueinander ausrichten können, ohne miteinander zu verkanten. Dies ist insbesondere dann möglich, wenn beispielsweise der antriebsseitige Kupplungskörper vor dem Zusammenkuppeln in eine Mittelposition gestellt wird. Bei einem Drehwinkel der beiden Kupplungskörper eines Kupplungskörper-Paares von weniger als 80° zueinander

kann auf eine Ausrichtung eines der beiden Kupplungskörper in eine Mittelposition vor dem Zusammenkuppeln vollständig verzichtet werden.

[0024] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert.

[0025] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines chirurgischen Manipulationsinstrumentes,

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines antriebsseitigen Kupplungsteiles des Manipulationsinstrumentes in der **Fig. 1**,

Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines manipulatorseitigen Kupplungsteiles des Manipulationsinstrumentes der **Fig. 1**,

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Kupplungskörper-Paares, und

Fig. 5 eine Darstellung eines antriebsseitigen Kupplungskörpers.

[0026] In der schematischen Darstellung eines chirurgischen Manipulationsinstrumentes **10** der **Fig. 1** ist ein extrakorporales Antriebsteil **12** und ein (teilweise) intrakorporales Manipulatorteil **14** dargestellt, die entlang einer Trennlinie **16** voneinander trennbar miteinander verbunden sind.

[0027] Das Antriebsteil **12** weist ein antriebsseitiges Kupplungsteil **18** und das Manipulatorteil **14** weist ein manipulatorseitiges Kupplungsteil **20** auf, die zusammen eine Kupplung **22** bilden.

[0028] Die Kupplungsteile **18,20** weisen jeweils voneinander trennbare und um eine Längsachse drehbare Kupplungskörper **24,26** auf, die zusammengekuppelt eine formschlüssige Verbindung zur Übertragung einer Drehbewegung von dem Antriebsteil **12** auf das Manipulatorteil **14** ermöglichen. In zusammengekuppeltem Zustand fluchten die Längsachsen der drehbaren Kupplungskörper **24,26** miteinander. Die Kupplungskörper **24,26** weisen jeweils in einer Längsebene und auf der Längsachse liegend Kupplungsebenen **28,30** auf, die zusammengekuppelt einander vollflächig berühren und auf diese Weise einen Formschluss in einer Formschluss-Ebene darstellen. Der Drehwinkel der beiden Kupplungskörper **24,26** beträgt jeweils $2 \times 20^\circ$, also jeweils 40° , wobei die Mittelposition der beiden Kupplungsteile **24,26** miteinander formschlüssig korrespondiert.

[0029] Das Antriebsteil **12** weist einen Antriebsmotor **32** auf, durch den eine Antriebswelle **34** direkt oder unter Zwischenschaltung eines entsprechenden Getriebes angetrieben wird. An der Antriebswelle **34** ist starr der als U-förmiger Bügel **36** ausgebildete Kupplungskörper **24** befestigt. An der Antriebswelle **34**

ist ein Radialjustierelement **38** vorgesehen, mit dem der antriebsseitige Kupplungskörper **24** radial justiert werden kann, und zwar genau senkrecht zu der Formschluss-Ebene der Kupplungskörper. Mit dem Radialjustierelement **38**, das beispielsweise als Gewindeschraube ausgebildet sein kann, wird die radiale Position des Kupplungskörpers **24** so eingestellt, dass dieser unter geringer Vorspannung und bei zusammengekuppelten Kupplungsteilen **18,20** den anderen Kupplungskörper **26** vollflächig berührt.

[0030] Das Manipulatorteil **14** weist einen Endeffektor **40** auf, der schwenkbar ist und von einer manipulatorseitigen Abtriebswelle **42** über einen Seilzug **44** und eine Effektorwelle **46** rotatorisch angetrieben wird. Der Endeffektor **40** kann beispielsweise eine Zange, eine Schere, oder aber ein Gelenk-Antrieb eines Gelenkes eines Manipulatorarmes sein.

[0031] An den antriebsseitigen U-förmigen Kupplungskörper-Bügel **36** ist an dem Mittelstück ein Drehmomentsensor **50** in Form von Dehnungsmessstreifen befestigt, durch den das von dem antriebsseitigen Kupplungsteil **24** auf das manipulatorseitige Kupplungsteil **26** übertragene Drehmoment ermittelt wird. Dieser Drehmomentsensor **50** ist über eine Signalleitung mit einem Auswertemodul **52** verbunden.

[0032] Auch manipulatorseitig ist ein Drehmomentsensor **54** vorgesehen, und zwar an der Endeffektorwelle **46**. Auch dieser Drehmomentsensor **54** wird durch Dehnungsmessstreifen gebildet. Der Drehmomentsensor **54** ist über eine Signalleitung mit einem manipulatorseitigen Stecker **58** verbunden, der wiederum bei zusammengekuppelten Kupplungsteilen mit einem antriebsseitigen Stecker **60** elektrisch verbunden ist, der wiederum über eine Signalleitung mit dem Auswertemodul **52** verbunden ist.

[0033] Das Auswertemodul **52** erhält also sowohl von dem Drehmomentsensor **50** des antriebsseitigen Kupplungsteiles **24** als auch von dem Drehmomentsensor **54**, der dem Endeffektor **40** zugeordnet ist, die jeweiligen Drehmomente übermittelt. Das Auswertemodul **52** kann hieraus schließlich ein Antriebs-Drehmoment und ein Differenz-Drehmoment ermitteln. Das Antriebs-Drehmoment und das Differenz-Drehmoment werden über eine Signalleitung an ein Steuerungsmodul **70** übermittelt.

[0034] Alternativ können die Drehmomentsensoren **50, 54** jeweils auch mit Glasfasern oder auf andere Weise ausgebildet sein.

[0035] An dem Antriebsmotor **32** ist ein Positionssensor **72** angeordnet, der die absolute Position der Motorwelle über eine Signalleitung an das Steuerungsmodul **70** sendet. Das Steuerungsmodul **70** ermittelt aus der Wellenposition, dem antriebsseitigen Drehmoment und der Drehmoment-Differenz die ab-

solute Position des Endeffektors **40**. Je größer das antriebsseitige Drehmoment ist, desto größer ist die von dem Seilzug **44** übertragene Kraft in Seilzug-Längsrichtung, und desto größer ist auch die hierdurch verursachte Längung des elastischen Seilzuges **44**. Je größer die Drehmoment-Differenz ist, desto mehr Reibung liegt vor, die bei der Ermittlung der absoluten Endeffektor-Position korrigierend berücksichtigt wird. Mit Hilfe der Drehmoment-Sensoren **50,54** können ferner Plausibilitätskontrollen durchgeführt werden, beispielsweise zur Feststellung eines Seilzug-Risses, zu hoher Systemkräfte, Rechner-Kommandierungsfehler in der Hardware etc. Der Seilzug **44** besteht bevorzugt aus einem Stahlseil, kann jedoch auch aus Kunststoff oder anderen Materialien bestehen.

[0036] Den beiden Kupplungsteilen **18,28** ist eine Radialführung **80** zugeordnet, die aus antriebsseitigen Führungsklauen **82,82',82''** und manipulatorseitigen Führungsklauen **84,84',84''** gebildet wird. Die Radialführung sorgt für eine einfache Einfädung und Führung beim Einkuppeln in radialer Richtung sowie für eine entsprechende Fixierung im eingekuppelten Zustand der Kupplung **22**.

[0037] In den **Fig. 2-5** ist eine konstruktive Ausgestaltung des in der **Fig. 1** schematisch dargestellten Manipulationsinstrumentes **10** dargestellt. Die **Fig. 3** zeigt ein vollständiges Manipulatorteil **14** mit einer Kupplungsplatte **90**, die drei manipulatorseitige Kupplungsteile **20,20',20''** und drei Radialführungsklauen **84,84',84''** aufweist. Ferner sind manipulatorseitige Verriegelungselemente **92** vorgesehen.

[0038] In der **Fig. 2** ist das antriebsseitige Gegenstück zu der manipulatorseitigen Kupplungsplatte **90** dargestellt, nämlich die antriebsseitige Kupplungsplatte **100**. Auf der Kupplungsplatte **100** sind drei Radialführungs-Klauen **82,82',82''** angeordnet. Ferner weist die Kupplungsplatte **100** drei antriebsseitige Kupplungsteile **18,18'** und **18''** auf. Auf der Kupplungsplatte **100** ist ferner ein mechanischer Verriegelungsbügel **102** angeordnet, der mit manipulatorseitigen Verriegelungselementen **92** zusammenwirkt und eine vollständige Verriegelung bzw. eine Entriegelung der beiden Kupplungsplatten **90,100** miteinander bzw. voneinander bewirken kann.

[0039] In der **Fig. 4** ist die Anordnung des Drehmomentsensors **50** auf der Außenseite des U-förmigen Bügels **36** in Form von zwei Dehnungsmessstreifen erkennbar, die als Widerstands- oder als optische Dehnungsmessstreifen ausgebildet sein können. In den **Fig. 4** und **Fig. 5** sind ferner drei als Gewindeschrauben ausgebildete Radialjustierelemente **38** erkennbar, mit denen die Kupplungsebene **28** radial genau justiert und spielfrei verspannt werden kann. Die

Gewindeschrauben sind eine zentrale Zugschraube und zwei seitliche Druckschrauben.

Patentansprüche

1. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) mit einer Kupplung (22), die ein extrakorporales Antriebs- teil (12) mit einem teilweise intrakorporalen und einen Endeffektor (40) aufweisenden Manipulator- teil (14) trennbar verbindet, und die aus einem manipulator- seitigen Kupplungsteil (20) und einem antriebsseitigen Kupplungsteil (18) gebildet ist, wobei die Kupplungsteile (18,20) voneinander trennbare drehbare Kupplungskörper (24,26) aufweisen, die zu- sammen gekuppelt axial miteinander fluchten und eine formschlüssige Verbindung zur Übertragung einer Drehbewegung von dem Antriebsteil (12) auf den Endeffektor (40) schließen, und den Kupplungsteilen (18,20) eine Radialführung (80) zugeordnet ist, die ausschließlich eine zu der Drehbewegungs-Längsachse (43) radiale Ein- und Auskupp- lungsbewegung zum Schließen und Öffnen der form- schlüssigen Kupplungskörper-Verbindung erlaubt, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kupplungskörper jeweils in einer Längsebene und auf einer Längsachse liegend Kupplungsebenen aufweisen, wobei die zusammengekuppelten Kupp- lungskörper einander vollflächig berühren und einen Formschluss in einer Formschlussebene ausbilden.

2. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) nach Anspruch 1, wobei einem der beiden Kupp- lungskörper (24) ein Radialjustierelement (38) zur Einstellung einer spielfreien Kupplung der Kupp- lungskörper (24,26) miteinander zugeordnet ist.

3. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei der Dreh- winkel der Kupplungskörper (24,26) kleiner als 180°, und besonders bevorzugt kleiner als 80° ist.

4. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das an- triebsseitige Kupplungsteil (18) einen U-förmigen Bü- gel (36) aufweist, dessen eines Ende den Kupplungs- körper (28) bildet.

5. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Kupp- lung (22) mehrachsig ausgebildet ist und mehrere Paare einander zugeordneter Kupplungskörper (18, 20, 18', 20', 18'', 20'') zum Antrieb mehrerer Endeffektoren (40) aufweist.

6. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das An- triebsteil (12) einen Antriebsmotor (32) zum Antrieb des antriebsseitigen Kupplungskörpers (24) aufweist.

7. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei dem an- triebsseitigen Kupplungsteil (18) ein Drehmoment- sensor (50) zugeordnet ist, und ein Auswertemodul (52) vorgesehen ist, das aus dem Sensorsignal das antriebsseitige Drehmoment ermittelt.

8. Chirurgisches Manipulationsinstrument (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei jeweils ein Drehmomentsensor (50,54) dem antriebsseitigen Kupplungsteil (18) und dem Endeffektor (40) zuge- ordnet ist, und ein Auswertemodul (52) vorgesehen ist, das die Differenz der von den Drehmomentsen- soren (50,54) gemessenen Drehmomente ermittelt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

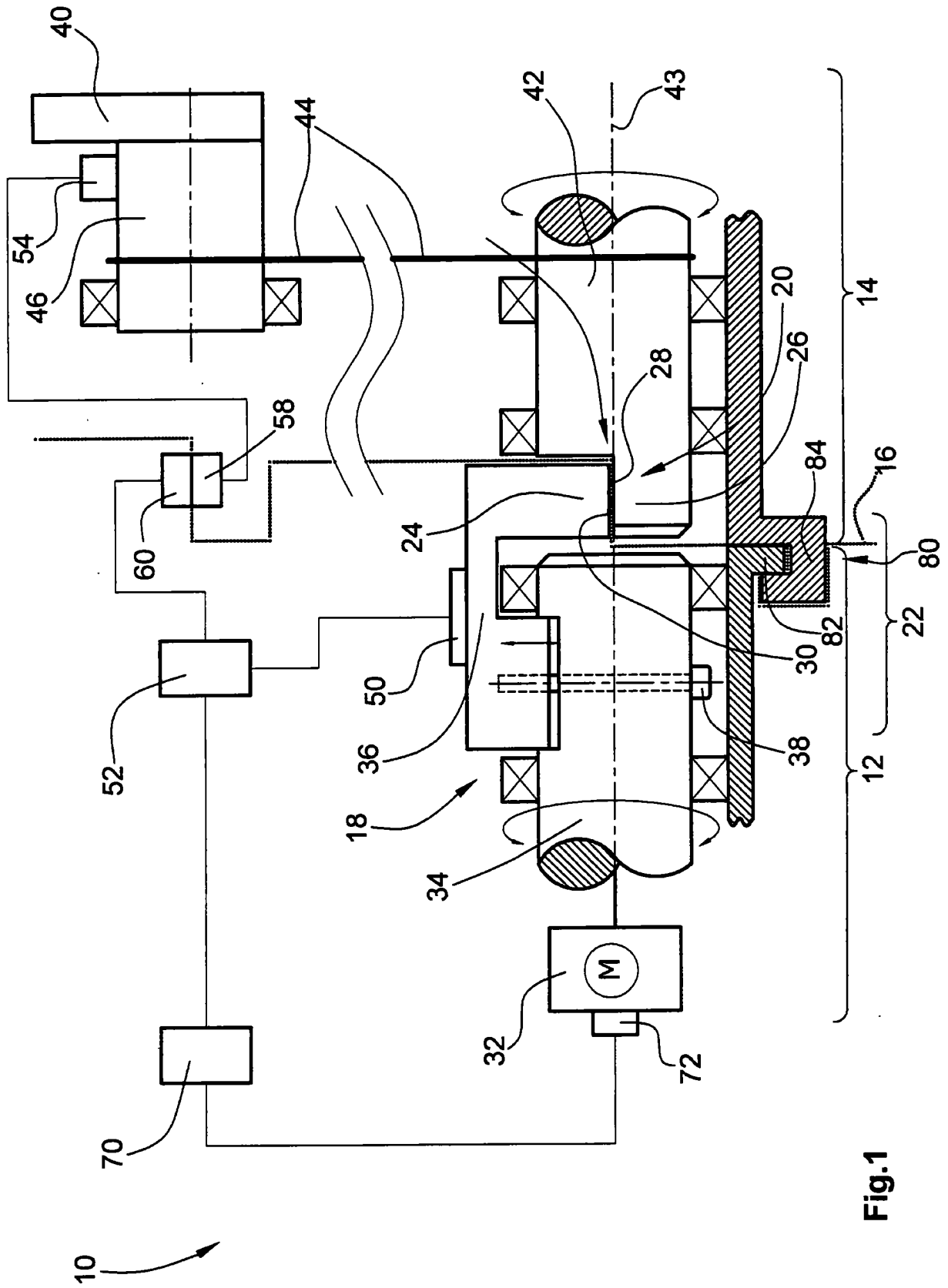


Fig.1

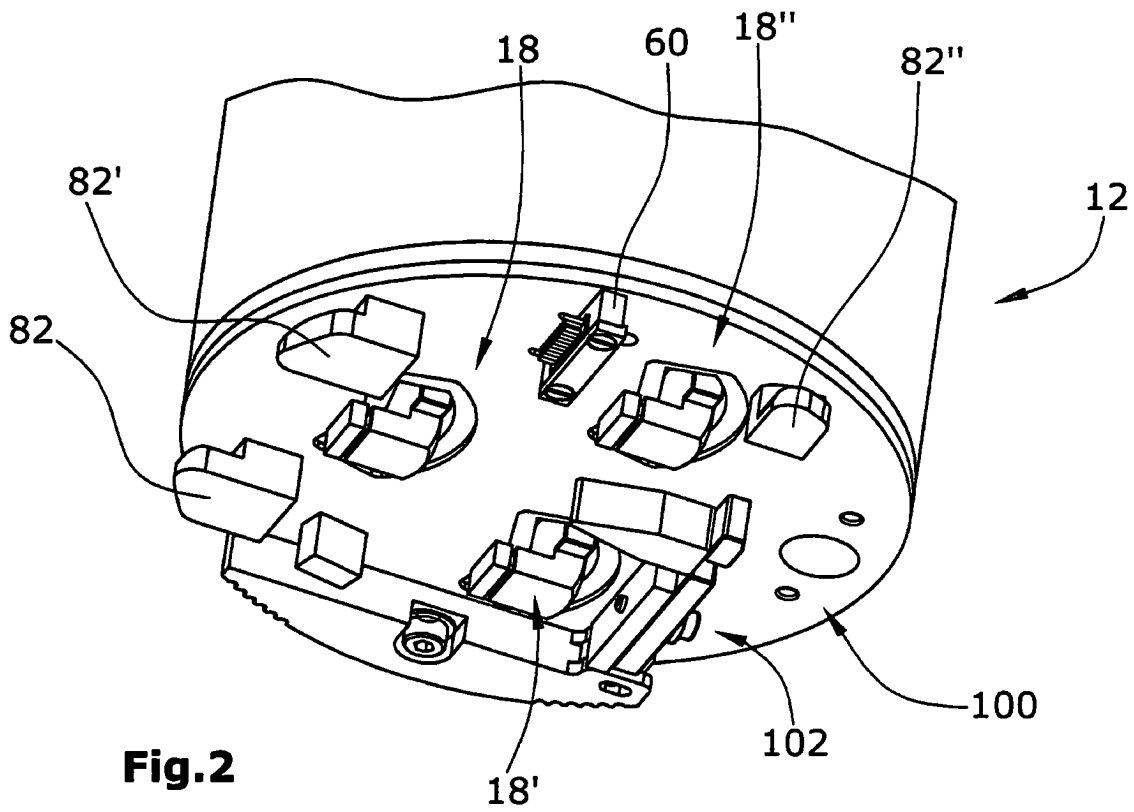


Fig. 2

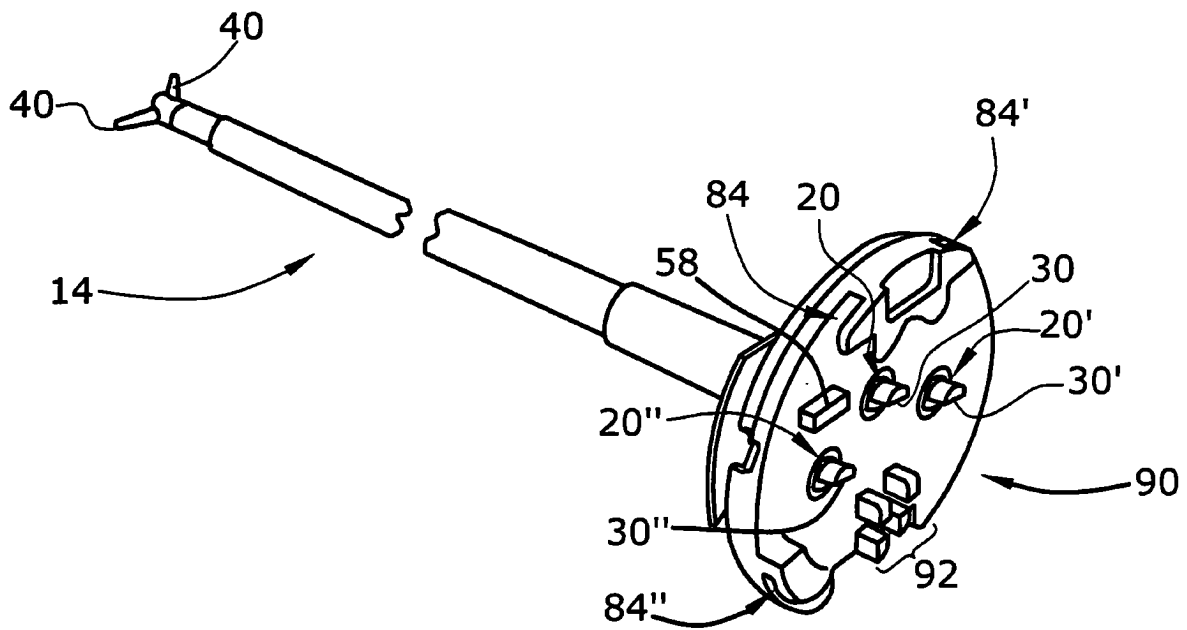


Fig. 3

