

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro



(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum

26. Juni 2014 (26.06.2014)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2014/094719 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61B 19/00 (2006.01)

(74) Anwalt: KEHL, ASCHERL, LIEBHOFF & ETTMAYR; Emil-Riedel-Strasse 18, 80538 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2013/000806

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Dezember 2013 (12.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

(30) Angaben zur Priorität:

10 2012 025 101.7

20. Dezember 2012 (20.12.2012) DE

(71) Anmelder: AVATERAMEDICAL GMBH [DE/DE];
Hans-Knöll-Strasse 6, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder: VON GRÜNBERG, Hubertus; (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

Schopenhauerstrasse 10, 30625 Hannover (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

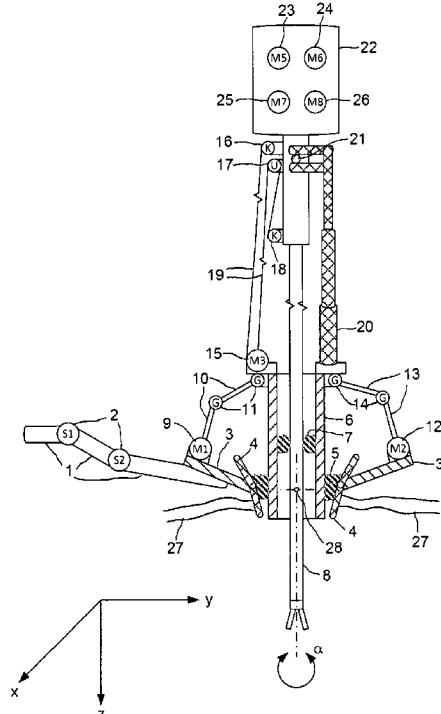
(54) Title: ACTIVE POSITIONING ARRANGEMENT OF A SURGICAL INSTRUMENT AND ROBOTIC SURGICAL SYSTEM COMPRISING SAME

(54) Bezeichnung : AKTIVE POSITIONIEREINRICHTUNG EINES CHIRURGISCHEN INSTRUMENTS UND EIN DIESE UMFASSENDES CHIRURGISCHES ROBOTERSYSTEM

(57) Abstract: The present invention relates to an active positioning arrangement of a surgical instrument for use on a robotic arm, comprising a support plate (3, 33), which can be connected to a robotic arm (1, 31), a port device (4, 34), which is arranged on the support plate (3, 33) and which is provided for access to the interior of a body, at least one guiding device (6, 36, 59) for guiding a surgical instrument (8, 38, 61) into the body, the shank of the surgical instrument (8, 38, 61) extending through the guiding device (6, 36, 59), and the guiding device (6, 36, 59) being variably connected to the port device (4, 34) via a compensating element (5, 35), and an adjustment device (9, 10, 11, 12, 13, 14, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67) for the guiding device (6, 36, 59) with respect to the port device (4, 34) which is mounted on the support plate (3, 33) and/or the port device (4, 34) and on the other end on the guiding device (6, 36, 59) such that the shank of the surgical instrument (8, 38, 61) can be moved relative to the initial position, in which the longitudinal extent of the surgical instrument runs parallel to the longitudinal extent of the port device (4, 34), in the x direction as well as in the y direction.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Figur 1



RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments zur Verwendung an einem Roboterarm umfassend eine Trägerplatte (3, 33), welche mit einem Roboterarm (1, 31) verbindbar ist, eine Porteinrichtung (4, 34), die an der Trägerplatte (3, 33) angeordnet ist und die für den Durchgang zum Inneren eines Körpers vorgesehen ist, zumindest eine Führungseinrichtung (6, 36, 59) zur Durchführung eines chirurgischen Instruments (8, 38 61) in den Körper, wobei sich der Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) durch die Führungseinrichtung (6, 36, 59) hindurch erstreckt und wobei die Führungseinrichtung (6, 36, 59) mit der Porteinrichtung (4, 34) über ein Ausgleichselement (5, 35) variabel verbunden ist, und eine Verstelleinrichtung (9, 10, 11, 12, 13, 14, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67) für die Führungseinrichtung (6, 36, 59) gegenüber der Porteinrichtung (4, 34), die zum einen an der Trägerplatte (3, 33) und/oder der Porteinrichtung (4, 34) und zum anderen an der Führungseinrichtung (6, 36, 59) derart angebracht ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) sowohl in x-Richtung als auch in y-Richtung gegenüber der Ausgangslage bewegbar ist, in welcher die Längserstreckung des chirurgischen Instruments parallel zur Längserstreckung der Porteinrichtung (4, 34) verläuft.

Aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments und ein diese umfassendes chirurgisches Robotersystem

Die vorliegende Erfindung betrifft eine aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments und ein chirurgisches Robotersystem bzw. Telemanipulator für die minimal-invasive Chirurgie und insbesondere der Laparoskopie.

Robotersysteme oder auch Telemanipulatoren für die minimal-invasive Chirurgie, insbesondere für die laparoskopische Chirurgie, ersetzen die vom Chirurgen üblicherweise manuell geführten Operations-Instrumente, wie beispielsweise chirurgische Instrumente, Endoskop bzw. Kamera, durch eine motorische Positionierung. Die einzusetzenden Operations-Instrumente werden über einen bzw. mehrere Trokare in das Innere eines Patienten geführt. Als Trokar wird ein Instrument bezeichnet, mit dessen Hilfe der Chirurg in der minimal-invasiven Chirurgie ein Zugang zu der Körperhöhle des Patienten (üblicherweise des Bauchraumes oder des Brustraumes) schafft, wobei der Zugang durch ein Rohr, einen sog. Tubus, offen gehalten wird. Die in dem Robotersystem vorgesehene Bewegungsmechanik und Steuerungslogik ermöglicht die Bewegung der Operations-Instrumente um einen Pivotalpunkt herum in 2 Freiheitsgraden (x, y) sowie eine translatorische Bewegung der Operations-Instrumente entlang der Instrumentenachse (z). Als Pivotalpunkt wird der invariante Punkt der Bewegung in 2 Freiheitsgraden (x, y) bezeichnet. Dieser Pivotalpunkt liegt idealerweise im Durchstoßpunkt des Trokars durch die Bauchdecke des Patienten. Die Steuerungslogik eines Robotersystems muss den Pivotalpunkt kennen bzw. der Pivotalpunkt muss durch die konstruktive Ausführung der Bewegungsmechanik definiert sein, um eine Bewegung des Operations-Instrumentes so zu begrenzen, dass die biomechanische Belastung des Gewebes um den Trokar herum möglichst gering ist.

Aus dem Stand der Technik bekannte Robotersysteme basieren auf Roboterarmen zur passiven Vorpositionierung und aktiven Bewegung eines Operations-Instrumentes. Eine Lösung mit Roboterarmen aus dem Stand der Technik, die eine passive Vorpositionierung und eine aktive Bewegung der Operations-Instrumente rund um den Pivotalpunkt realisieren,

benötigen einerseits einem großen Bauraum und andererseits können die Bewegungsabläufen der Roboterarmen zu einer Kollision führen.

Während eines minimal-invasiven chirurgischen Eingriffs werden mindestens zwei, in der Regel drei bis vier chirurgische Instrumente, wie Greifer, Schere, Nadelhalter, Sezierer), sowie eine Kamera bzw. ein Endoskop verwendet, die jeweils über einen gesonderten Trokar in das Körperinnere des Patienten geführt werden. Das bedeutet, dass für jedes eingesetzte Operations-Instrument ein Roboterarm vorhanden ist, der die passive Vorpositionierung und die aktive Bewegung des Instruments steuert.

Nachteil der Lösungen aus dem Stand der Technik ist, dass die Position des Patienten vor Beginn der Operation fixiert werden muss und eine Umlagerung des Patienten während der Operation nahezu nicht möglich ist.

Ein weiterer, bereits erwähnter, Nachteil ist der große Bauraum, den die bekannten Robotersysteme erfordern.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments und ein chirurgisches Robotersystem bereitzustellen, die bzw. das eine hohe Variabilität vorsieht und nur einen geringen Bauraum benötigt bzw. kleiner und leichter in seiner Ausführung ist.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Robotersystem bereitzustellen, das eine Umlagerung des Patienten während einer Operation ermöglicht, insbesondere ohne dabei die Bewegungsfreiheit des chirurgischen Instruments nach der Umlagerung einzuschränken.

Diese Aufgaben werden durch die vorliegende Erfindung gemäß Anspruch 1 durch eine aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments und gemäß Anspruch 9 durch ein chirurgisches Robotersystem gelöst.

Ein Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft eine aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments zur Verwendung an einem Roboterarm umfassend

eine Trägerplatte, welche mit einem Roboterarm verbindbar ist,

eine Porteinrichtung, die an der Trägerplatte angeordnet ist und die für den Durchgang zum Inneren eines Körpers vorgesehen ist,

zumindest eine Führungseinrichtung zur Durchführung eines chirurgischen Instruments in den Körper, wobei sich der Schaft des chirurgischen Instruments durch die Führungseinrichtung hindurch erstreckt und wobei die Führungseinrichtung mit der Porteinrichtung über ein Ausgleichselement variabel verbunden ist, und eine Verstelleinrichtung für die Führungseinrichtung gegenüber der Porteinrichtung, die zum einen an der Trägerplatte und/oder der Porteinrichtung und zum anderen an der Führungseinrichtung derart angebracht ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments sowohl in x-Richtung als auch in y-Richtung gegenüber der Ausgangslage bewegbar ist, in welcher die Längserstreckung des chirurgischen Instruments parallel zur Längserstreckung der Porteinrichtung verläuft.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Ausgleichselement in seiner Geometrie derart variierbar, dass ein frei wählbarer Winkel sowohl in x- als auch in y-Richtung zwischen der Porteinrichtung und der Führungseinrichtung im Hinblick auf die zueinander kongruente Ausgangslage einstellbar ist, wobei das Ausgleichselement insbesondere aus einem elastischen Material ausgebildet ist.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Verstelleinrichtung zumindest zwei ansteuerbare Aktuatoren auf, welche insbesondere als zueinander orthogonal angeordnete Stellantriebe ausgeführt sind, wobei ein Kugelhebelmechanismus zwischen der Führungseinrichtung und der Trägerplatte oder der Porteinrichtung derart vorgesehen ist, dass durch die Stellantriebe mittels des Kugelhebelmechanismus die Führungseinrichtung gegenüber der Ausgangslage in x-Richtung und y-Richtung unabhängig voneinander positionierbar ist.

Bei einer ebenfalls bevorzugten Ausführungsform ist an der Führungseinrichtung eine Translationsverstelleinrichtung vorgesehen, die mit dem chirurgischen Instrument derart verbunden ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments in z-Richtung bewegbar ist. Bevorzugt bewegt die Translationsverstelleinrichtung mittels eines Teleskopsystems 20 und/oder Seilzugsystems den Schaft des chirurgischen Instruments in z-Richtung.

In einer ferner bevorzugten Ausführungsform ist an dem chirurgischen Instrument eine Instrumentenantriebseinheit vorgesehen, welche einen Rotationsaktuator umfasst, durch den

der Schaft des chirurgischen Instruments gegenüber der Ausgangslage um die z-Richtung drehbar variiert wird. Bevorzugt weist die Instrumentenantriebseinheit drei Instrumentenaktuatoren auf, durch welche die am distalen Ende angebrachte Wirkeinheit des chirurgischen Instruments in drei weiteren Freiheitsgraden variiierbar ist. Insbesondere bevorzugt ist die Instrumentenantriebseinheit über eine Halteeinrichtung an dem proximalen Ende des Teleskopsystems angeordnet.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung betrifft ein chirurgisches Robotersystem zur Durchführung von operativen Eingriffen am menschlichen Körper umfassend

eine Steuereinrichtung, welche von einem Benutzer zur Durchführung des operativen Eingriffs bedienbar ist,

eine Trägerstruktur, an welcher zwei oder mehrere Roboterarme angebracht sind, welche durch die Steuereinrichtung bewegbar sind,

und wobei an zumindest einem Roboterarm eine aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments vorgesehen ist, welche

eine Trägerplatte, welche mit einem Roboterarm verbindbar ist,

eine Porteinrichtung, die an der Trägerplatte angeordnet ist und die für den Durchgang zum Inneren eines Körpers vorgesehen ist,

zumindest eine Führungseinrichtung zur Durchführung eines chirurgischen Instruments in den Körper, wobei sich der Schaft des chirurgischen Instruments durch die Führungseinrichtung hindurch erstreckt und wobei die Führungseinrichtung mit der Porteinrichtung über ein Ausgleichselement variabel verbunden ist, und

eine Verstelleinrichtung für die Führungseinrichtung gegenüber der Porteinrichtung umfasst, die zum einen an der Trägerplatte und/oder der Porteinrichtung und zum anderen an der Führungseinrichtung derart angebracht ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments sowohl in x-Richtung als auch in y-Richtung gegenüber der Ausgangslage bewegbar ist, in welcher die Längserstreckung des chirurgischen Instruments parallel zur Längserstreckung der Porteinrichtung verläuft.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Robotersystems ist das Ausgleichselement in seiner Geometrie derart variierbar, dass ein frei wählbarer Winkel sowohl in x- als auch in y-Richtung zwischen der Porteinrichtung und der Führungseinrichtung im Hinblick auf die

zueinander kongruente Ausgangslage einstellbar ist, wobei das Ausgleichselement insbesondere aus einem elastischen Material ausgebildet ist.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen chirurgischen Robotersystems ergeben sich aus den Unteransprüchen analog zu der aktiven Positioniereinrichtung für ein chirurgisches Instrument. Dies ergibt sich insbesondere dadurch, dass die erfindungsgemäße aktive Positioniereinrichtung mit einem Robotersystem kombiniert bzw. nachgerüstet werden kann.

Erfindungsgemäß können die Begriffe Robotersystem und Telemanipulator synonym verwendet werden.

Die vorliegende Erfindung wird rein beispielhaft durch die beigefügten Figuren realisiert. Es zeigt:

Figur 1 eine schematische Ansicht der erfindungsgemäßen aktiven Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments, welche an einem Roboterarm angebracht ist;

Figur 2 eine schematische Teilansicht der erfindungsgemäßen aktiven Positioniereinrichtung mit Anschlussmöglichkeit zur Einleitung von Insufflationsgas, in der Regel CO2;

Figur 3 eine Draufsicht der aktiven Positioniereinrichtung nach Figur 1;

Figur 4 eine schematische Ansicht eines Teils des erfindungsgemäßen chirurgischen Robotersystems während einer Operation am menschlichen Körper;

Figur 5 eine schematische Ansicht eines Roboterarms gemäß der Erfindung;

Figur 6 eine schematische Ansicht eines chirurgischen Instruments, welches Bestandteil der Erfindung sein kann;

Figur 7 eine schematische Ansicht eines Robotersystems mit einem Roboterarm und aktiven Positioniereinrichtungen gemäß der Erfindung; und

Figur 8 eine schematische Ansicht eines Robotersystems mit 4 Roboterarmen und aktiven Positioniereinrichtungen gemäß der Erfindung.

Figur 9 eine schematische Ansicht der erfindungsgemäßen aktiven Positioniereinrichtung für zwei chirurgische Instrumente und einem gemeinsamen Port, welche an einem Roboterarm angebracht ist;

Figur 10 eine Draufsicht der aktiven Positioniereinrichtung nach Figur 9

Die vorliegende Erfindung betrifft gemäß einem Aspekt ein chirurgisches Robotersystem bzw. einen Telemanipulator, bei dem eine passive Vorpositionierung des Trokars bzw. der aktiven Positioniereinrichtung mit einer aktiven Steuerung bzw. Motorisierung des Trokars zur Bewegung eines Operations-Instrumentes kombiniert wird. Ein solcher erfindungsgemäßer „aktiver Trokar“ kann das Operations-Instrument um den Pivotalpunkt zumindest in 2 Freiheitsgraden (Richtung 101 und 102) bewegen, wie in Figur 6 dargestellt ist. Erfindungsgemäß weisen die Operations-Instrumente insgesamt 7 Freiheitsgrade auf: 3 Freiheitsgrade (Freiheitsgrade 101, 102, und 103 gemäß Figur 6) werden durch eine motorische Kopplung des in den Trokar eingesetzten Operations-Instruments mit entsprechenden Antriebseinheiten realisiert, weitere 4 Freiheitsgrade (Freiheitsgrade 104, 105, 106 und 107 gemäß Figur 6) werden durch eine Antriebseinheit am Ende eines jeden eingesetzten Operations-Instrumentes realisiert.

Da der Pivotalpunkt durch den aktiven Trokar selbst definiert wird, wird die Lage des der Pivotalpunktes vor Beginn der Operation über eine Vorpositionierung des aktiven Trokars festgelegt. Eine Umlagerung des Patienten nach dem Beginn des chirurgischen Eingriffs ist damit möglich, da der Pivotalpunkt mit den erfindungsgemäßen Positioniereinrichtungen bzw. aktiven Trokaren konstruktiv verbunden ist und bei einer Umlagerung gegenüber der aktiven Positioniereinrichtung beibehalten wird, d.h., dass der Pivotalpunkt gegenüber dem Instrument und der Trägerplatte sowie Führungseinrichtung stets beibehalten wird.

Weiterhin kann durch den Verzicht auf Roboterarme zur aktiven Positionierung der Instrumente das System deutlich kleiner und leichter ausgeführt werden. Damit ist ein einfacherer Transfer des Gesamtsystems, beispielsweise in einen anderen Operations-Saal, und damit eine höhere Flexibilität und Nutzungsauslastung möglich.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend im Detail unter Bezugnahme auf die Figuren beschrieben:

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments, die an einem Roboterarm angebracht ist. Während eines minimal-invasiven, laparoskopischen Eingriffs kommen in der Regel 4 Operations-Instrumente zum Einsatz, hiervon 3 chirurgische Instrumente und 1 Kamera bzw. Endoskop, die über das Telemanipulatorsystem vom Operateur gesteuert werden. Erfindungsgemäß sind demnach vorzugsweise 4 Ausführungen eines aktiven Trokars bzw. einer aktiven Positioniereinrichtung im System vorhanden. Es versteht sich jedoch, dass auch Ausführungsformen mit 1 bis 3 oder mehr als 4 aktiven Trokaren unter den Schutzbereich der Erfindung fallen. Jeder aktive Trokar wird über einen Roboterarm 1, welche mit Gelenken 2 versehen sein kann gewichtskraftfrei gelagert. Dieser Halterungsmechanismus ist demnach für jeden aktiven Trokar vorzusehen. Alle Halterungsmechanismen können an einem gemeinsamen Träger (siehe Figur 4), oder an getrennten Trägern befestigt werden. Eine Befestigung an getrennten Trägern kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn die Anordnung der Trokare für den chirurgischen Eingriff dies erfordert.

Mit dem Roboterarm 1 ist eine Trägerplatte 3 des aktiven Trokars fest verbunden. Diese Trägerplatte 3 ist wiederum fest mit einer Porteinrichtung 4 verbunden. Die Porteinrichtung 4 ist seinerseits über ein Ausgleichselement 5 mit der Führungseinrichtung 6 verbunden. Über das Ausgleichselement 5 ist eine Bewegung (Neigung) der Führungseinrichtung 6 gegenüber der Porteinrichtung 4 möglich. Durch diese Bewegung wird die pivotale Bewegung des chirurgischen Instruments 8 realisiert. Die Führungseinrichtung 6 nimmt das chirurgische Instrument 8 auf. Über einen Dichtungsring 7 erfolgt eine gasdichte Abdichtung des chirurgischen Instrumentes 8 gegenüber der Führungseinrichtung 6. In der Laparoskopie wird der Bauchraum durch Einleitung eines Gases (Kohlendioxid, CO₂) „aufgepumpt“, um dem Operateur mehr Bewegungsfreiheit für den eigentlichen chirurgischen Eingriff zu ermöglichen. Damit das Gas nicht entweichen kann, ist die Abdichtung 7 erforderlich.

Die Aktuatoren bzw. Stellantriebe 9, 12 sind orthogonal zueinander angeordnet. Über einen Kugelhebelmechanismus 10, 11 sowie 13, 14 werden Kräfte auf das obere Ende der Führungseinrichtung 6 ausgeübt, so dass diese sich relativ zur Porteinrichtung 4 in 2 Achsen (x, y) unabhängig voneinander bewegen lässt.

Ein weiterer Stellantrieb 15 ist am oberen Ende der Führungseinrichtung 6 angebracht. Über eine Stellantriebsmechanik bestehend aus Klemme 16, Umlenkrolle 17, Klemme 18 und entsprechende Seilzüge 19 wird die translatorische Bewegung des Instrumentes in z-Richtung realisiert.

Ein Teleskopsystem 20 ist über die Halteinrichtung 21 mit einer Instrumentenantriebseinheit 22 derart verbunden, das eine Rotationsbewegung α des chirurgischen Instrumentes 8 um die z-Achse verhindert wird. Die Rotationsbewegung α des chirurgischen Instruments 8 wird durch einen Rotationsaktuator 23, welcher mit dem Schaft des chirurgischen Instruments 8 verbunden ist, realisiert. Die Instrumentenaktuatoren 24, 25 und 26 realisieren die Bewegungen des chirurgischen Instruments 8 in den Freiheitsgraden 105, 106 und 107, siehe Figur 6 .

Figur 2 zeigt eine erfindungsgemäße aktive Positioniereinrichtung wie in Figur 1, zusätzlich versehen mit einem Insufflations-Anschluss bestehend aus einer Zuführungsrohre (29), welche unterhalb der Dichtung (7) in den Hohlraum des Trokars (6) mündet sowie einer Anschluss- und Ventilbaugruppe (30). An die Anschluss- und Ventilbaugruppe wird zweckmäßigerweise ein Insufflations-Gerät angeschlossen. Dieses pumpt ein Gas, im Regelfall CO₂ über die Ventilbaugruppe (30) und die damit verbundene Zuführungsrohre (29) in den Bauchraum des Patienten. Die Dichtung (7) verhindert ein ungewolltes Entweichen des Gases aus dem Bauchraum des Patienten in die Umgebung. Die Dichtung (7) ist zweckmäßigerweise so ausgeführt, dass diese bei vollständigen Entfernen des Instruments (8) aus dem Trokar (6) diesen gasdicht abschließt, d.h. auch bei entnommenen Instrument entweicht kein Insufflationsgas in die Umgebung.

Figur 3 zeigt eine Draufsicht der aktiven Positioniereinrichtung gemäß Figur 1;

Figur 4 zeigt eine schematische Ansicht eines Teils des erfindungsgemäßen chirurgischen Robotersystems während einer Operation am menschlichen Körper; die in Figur 5 detailliert beschriebenen Roboterarme werden durch Basishalterungen, hier exemplarisch 300a, 300b und 300c, derart gehalten, das diese Basishalterungen in einer z.B. bogenförmig ausgeprägten Führungsschiene 311 in Verbindung mit 312 und 313 gehalten werden und relativ zueinander unabhängig positioniert werden können. An der Koppelfläche 310 des Roboterarms wird die Aktive Positioniereinrichtung gemäß Figur 1 bzw. 2 an der Baugruppe 3 gehalten. Die vorzugsweise bogenförmige Gestalt der Führung hat den Vorteil die Roboterarme gemäß der typischen Anatomie eines Patienten in einem Bogen oberhalb der Bauchdecke 27 vorzupositionieren.

Figur 5 zeigt eine schematische Ansicht eines Roboterarms gemäß der Erfindung; Der Roboterarm besteht aus mehreren Gliedern 303, 306 und 309, welche über Gelenke miteinander so verbunden sind, das eine Anordnung der Koppelfläche 310 zu einer Aktiven Positioniereinrichtung gemäß Figur 1 bzw. 2 möglich ist. Der Roboterarm selbst ist über ein

Gelenk 301, welches eine Schwenkbewegung um die Drehachse 302 um +/- 90° ermöglicht, an einer Basishalterung 300 befestigt. Das erste Teilglied 303 des Roboterarms führt zu einem weiteren Gelenk 304, welches eine Drehachse 305, vorzugsweise orthogonal zur Drehachse 302, aufweist. Über das Gelenk 304 ist ein weiteres Teilglied 306 des Roboterarms verbunden, welches über ein weiteres Gelenk 307 eine Schwenkbewegung 308 ermöglicht, vorzugsweise orthogonal zur Drehachse 302 und orthogonal zur Drehachse 305, angeordnet. Das dritte Teilglied 309 des Roboterarms weist an seinem distalen Ende eine Koppelfläche 310 auf, an welche durch Herstellung einer geeigneten kraft- und vorzugsweise auch formschlüssigen Verbindung die Aktive Positionierungseinrichtung gemäß Figur 1 bzw. 2 an der Baugruppe 3 befestigt werden kann. Die Gelenke 301, 304, 307 können sowohl aktiv, d.h. versehen mit Stellantrieben, als auch passiv ausgeführt sein. Die Gelenke 301, 304, 307 sind mit absoluten Positionsgebern versehen, so dass die Lage bzw. Orientierung der Roboterarme und der jeweils daran angekoppelten Aktiven Positioniereinrichtung im Raum bekannt ist. Die Signale der absoluten Positionsgeber können vorzugsweise in der Steuereinheit 202 so miteinander verrechnet werden, dass unter Kenntnis der Geometrie und der aktuellen Stellung der Aktiven Positioniereinrichtung gemäß Figur 1 bzw. 2 eine drohende Kollision der verschiedenen Roboterarme untereinander bzw. die Kollision eines Roboterarmes mit einer Aktiven Positioniereinrichtung eines anderen Roboterarmes erkannt wird und über die Bedien- und Anzeigeeinheit 200 dem Anwender eine Kollisionswarnung ausgegeben werden kann. In einer weiteren Ausführungsform kann die Steuereinheit 202 die potentielle Kollision der verschiedenen Roboterarme untereinander, bzw. die Kollision eines Roboterarmes mit einer Aktiven Positioniereinrichtung eines anderen Roboterarmes durch eine Änderung des durch die Bedien- und Anzeigeeinheit 200 vorgegebenen Stellbefehls aktiv vermeiden. In einer passiven Ausführung sind die Gelenke 301, 304, 307 vorzugsweise mit einer Einrichtung gegen unbeabsichtigtes Verstellen der Gelenkposition gesichert.

Figur 6 zeigt ein chirurgischen Instruments als einen möglichen Bestandteil der Erfindung. Insgesamt weist die Anordnung 7 Freiheitsgrade auf. Diese werden realisiert durch eine translatorische Bewegung des Instrumentenschaftes (120) in x-Richtung (101) und y-Richtung (102). Diese Bewegungen bewirken ein Verkippen des Instrumentes um den Pivotpunkt. Weiterhin kann der Instrumentenschaft (120) in z-Richtung (103) bewegt werden. Der Instrumentenschaft (120) kann um seine eigene Instrumentenachse (110) in der Bewegungsrichtung (104) rotierend bewegt werden. Die Instrumentenspitze besteht aus mindestens 3 zueinander beweglichen Baugruppen. Eine erste Baugruppe (121) ist dabei um die Drehachse (111) in der Drehrichtung (105) kippbar zum Instrumentenschaft (120) beweglich angeordnet. Diese Baugruppe (121) trägt selbst zwei Baugruppen (122, 123),

welche unabhängig voneinander kippbar um die Drehachse (112) in der Drehrichtung (106) angeordnet sind. Durch Drehbewegung der Baugruppe (122) relativ zur Baugruppe (123) wird der Winkel (107) zwischen den beiden Baugruppen (122, 123) um die Drehachse (112) verändert. Damit kann eine Greif-, Klemm- oder Schneidbewegung ausgeführt werden, je nachdem wie die Baugruppen (122, 123) mechanisch gestaltet sind.

Figur 7 und **Figur 8** zeigen Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Robotersystems mit einem bzw. 4 Roboterarmen und mit einer (212a) bzw. 4 (212a-d) erfindungsgemäßen aktiven Positioniereinrichtungen. Die nachfolgenden Erläuterungen beziehen sich auf eine Ausführungsform mit einem Roboterarm gem. Figur 7. Die aktive Positioniereinrichtung (212a) ist über eine Vorpositionierungseinrichtung bestehend aus den Baugruppen 210 und 211 mit einer Bogenführung (209) verbunden. Die Vorpositionierungseinrichtung kann passiv, d.h. durch manuelle Verstellung oder vorzugsweise auch aktiv, d.h. durch Ausstattung der Gelenke (211) mit aktiven Stellantrieben realisiert sein. Die Vorpositionierungseinrichtung selbst wird mittels einer geeigneten Halterung, z.B. als Bogenführung (209) gehalten. Diese Bogenführung (209) kann mittels des Gelenkes (208) zum Patienten positioniert werden. Der Ausleger (207) ist verbunden mit dem fahrbaren Trägersystem (205) und ermöglicht damit eine Positionierung des gesamten Trägersystems (bestehend aus 205, 207..212a) relativ zum OP-Tisch (206). Über die Bedien- und Anzeigeeinheit (200) wird dem Bediener der aktuelle Status der Vorpositioniereinrichtung (210, 211) ausgegeben. Über die Bedien- und Anzeigeeinheit (200) kann der Bediener Steuerbefehle eingeben, welche über eine geeignete Datenverbindung (201) an die Steuereinheit (202) und von dieser an die Aktive Positioniereinrichtung (212a), an die Vorpositioniereinrichtung (210, 211) sowie an die Bogenführung (209) zur weiteren Verarbeitung gesendet werden. Die Steuereinheit (202) ist über eine geeignete Datenverbindung (203) mit dem Trägersystem verbunden. Der OP-Tisch (206) kann steuerungstechnisch über die Datenverbindung (204) ebenfalls mit der Steuereinheit (202) verbunden sein, um bei einer Veränderung der OP-Tisch – Position, z.B. der Höhe, diese Positionsänderung in der Steuereinheit zu verarbeiten und eine aktive Nachführung der Aktiven Positioniereinrichtung (212a) über die Vorpositionierungseinrichtung (210, 211) und/oder die Lage der Bogenführung (209) zu erzielen. Damit können Veränderungen der Patientenposition aufgrund einer Positionsveränderung des OP-Tisches (206) aktiv ausgeglichen werden.

Figur 9 sowie **Figur 10** zeigt eine erfindungsgemäße aktive Positioniereinrichtung für zwei chirurgische Instrumente an einem gemeinsamen Port, die an einem Roboterarm angebracht ist. Während eines minimal-invasiven, laparoskopischen Eingriffs kommen in der Regel 4

Operations-Instrumente zum Einsatz, hiervon 3 chirurgische Instrumente und 1 Kamera bzw. Endoskop, die über das Telemanipulatorsystem vom Operateur gesteuert werden. Erfindungsgemäß können daher 2 chirurgische Instrumente über einen gemeinsamen Port (single-Port) mittels zwei separaten Führungseinrichtungen in den Körper des Patienten eingeführt werden und mittels je einer aktiven Positioniereinrichtung pro chirurgischen Instrument voneinander unabhängig gesteuert werden. Es sind demnach vorzugsweise 2 Ausführungen eines aktiven Trokars für eine Single-Port-Zugang bzw. einer aktiven Positioniereinrichtung im System vorhanden. Es versteht sich jedoch, dass auch Ausführungsformen mit 1 oder mehr als 2 aktiven Trokaren für einen Single-Port-Zugang unter den Schutzbereich der Erfindung fallen. Jeder aktive Trokar wird über einen Roboterarm 31, welche mit Gelenken 32 versehen sein kann gewichtskraftfrei gelagert. Dieser Halterungsmechanismus ist demnach für jeden aktiven Trokar vorzusehen. Alle Halterungsmechanismen können an einem gemeinsamen Träger (siehe Figur 4), oder an getrennten Trägern befestigt werden. Eine Befestigung an getrennten Trägern kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn die Anordnung der Trokare für den chirurgischen Eingriff dies erfordert.

Mit dem Roboterarm 31 ist eine Trägerplatte 33 des aktiven Trokars fest verbunden. Diese Trägerplatte 33 ist wiederum fest mit einer Porteinrichtung 34 verbunden. Die Porteinrichtung 34 ist seinerseits über ein Ausgleichselement 35 mit den Führungseinrichtungen 36 und 59 verbunden. Über das Ausgleichselement 35 ist eine Bewegung (Neigung) der Führungseinrichtungen 36 und 59 gegenüber der Porteinrichtung 34 möglich. Durch diese Bewegung wird die pivotale Bewegung der chirurgischen Instrumente 38 und 61 realisiert. Die Führungseinrichtungen 36 und 59 nehmen die chirurgischen Instrumente 38 und 61 auf. Über die Dichtungsringe 37 und 60 erfolgt eine gasdichte Abdichtung der chirurgischen Instrumente 38 und 61 gegenüber den Führungseinrichtungen 36 und 59. In der Laparoskopie wird der Bauchraum durch Einleitung eines Gases (Kohlendioxid, CO2) „aufgepumpt“, um dem Operateur mehr Bewegungsfreiheit für den eigentlichen chirurgischen Eingriff zu ermöglichen. Damit das Gas nicht entweichen kann, ist die Abdichtung 37 bzw. 60 erforderlich.

Die Aktuatoren bzw. Stellantriebe 39, 42 sowie 62, 65 sind jeweils orthogonal zueinander angeordnet. Über Kugelhebelmechanismen 40, 41, 43, 44 sowie 63, 64, 66, 67 werden Kräfte auf das obere Ende der Führungseinrichtungen 36 bzw. 59 ausgeübt, so dass diese sich relativ zur Porteinrichtung 34 in 2 Achsen (x, y) unabhängig voneinander bewegen lassen.

Weitere Stellantriebe 45, 68 sind an den oberen Enden der Führungseinrichtungen 36 und 59 angebracht. Über Stellantriebsmechaniken bestehend aus Klemme 46, Umlenkrolle 47, Klemme 48 und entsprechende Seilzüge 49 wird die translatorische Bewegung des Instrumentes 38 in z-Richtung realisiert. Über Stellantriebsmechaniken bestehend aus Klemme 69, Umlenkrolle 70, Klemme 71 und entsprechende Seilzüge 72 wird die translatorische Bewegung des Instrumentes 61 in z-Richtung realisiert.

Ein Teleskopsystem 50 ist über die Halteeinrichtung 51 mit einer Instrumentenantriebseinheit 52 derart verbunden, das eine Rotationsbewegung β des chirurgischen Instrumentes 38 um die z-Achse verhindert wird. Die Rotationsbewegung β des chirurgischen Instruments 38 wird durch einen Rotationsaktuator 53, welcher mit dem Schaft des chirurgischen Instruments 38 verbunden ist, realisiert. Die Instrumentenaktuatoren 54, 55 und 56 realisieren die Bewegungen des chirurgischen Instruments 38 in den Freiheitsgraden 105, 106 und 107, siehe Figur 6.

Ein Teleskopsystem 73 ist über die Halteeinrichtung 74 mit einer Instrumentenantriebseinheit 75 derart verbunden, das eine Rotationsbewegung γ des chirurgischen Instrumentes 61 um die z-Achse verhindert wird. Die Rotationsbewegung γ des chirurgischen Instruments 61 wird durch einen Rotationsaktuator 76, welcher mit dem Schaft des chirurgischen Instruments 61 verbunden ist, realisiert. Die Instrumentenaktuatoren 77, 78 und 79 realisieren die Bewegungen des chirurgischen Instruments 61 in den Freiheitsgraden 105, 106 und 107, siehe Figur 6.

Figur 10 zeigt eine Draufsicht der aktiven Positioniereinrichtung gemäß Figur 9, aus welcher ersichtlich ist, dass die beiden Führungseinrichtungen 36, 59 durch das gemeinsame Ausgleichselement 35 verlaufen. Insbesondere ist aus Figur 10 ersichtlich, dass die erste Verstelleinrichtung 39, 40, 41, 42, 43, 44 für die erste Führungseinrichtung 36 und die zweite Verstelleinrichtung 62, 63, 64, 65, 66, 67 der zweiten Führungseinrichtung 59 für die beiden chirurgischen Instrumente derart angeordnet sind, dass eine Behinderung bzw. Einschränkung der beiden jeweiligen Verstelleinrichtungen vermieden wird.

Insgesamt betrifft die vorliegende Erfindung somit eine aktive Positioniereinrichtung, bei welcher ein oder auch mehrere chirurgische Instrumente durch einen Trokar hindurch für die minimalinvasive Chirurgie verwendet werden können.

Ansprüche

1. Aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments zur Verwendung an einem Roboterarm umfassend
 - eine Trägerplatte (3, 33), welche mit einem Roboterarm (1, 31) verbindbar ist,
 - eine Porteinrichtung (4, 34), die an der Trägerplatte (3, 33) angeordnet ist und die für den Durchgang zum Inneren eines Körpers vorgesehen ist,
 - zumindest eine Führungseinrichtung (6, 36, 59) zur Durchführung eines chirurgischen Instruments (8, 38, 61) in den Körper, wobei sich der Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) durch die Führungseinrichtung (6, 36, 59) hindurch erstreckt und wobei die Führungseinrichtung (6, 36, 59) mit der Porteinrichtung (4, 34) über ein Ausgleichselement (5, 35) variabel verbunden ist, und
 - eine Verstelleinrichtung (9, 10, 11, 12, 13, 14, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67) für die Führungseinrichtung (6, 36, 59) gegenüber der Porteinrichtung (4, 34), die zum einen an der Trägerplatte (3, 33) und/oder der Porteinrichtung (4, 34) und zum anderen an der Führungseinrichtung (6, 36, 59) derart angebracht ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) sowohl in x-Richtung als auch in y-Richtung gegenüber der Ausgangslage bewegbar ist, in welcher die Längserstreckung des chirurgischen Instruments parallel zur Längserstreckung der Porteinrichtung (4, 34) verläuft.
2. Aktive Positioniereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgleichselement (5, 35) in seiner Geometrie derart variierbar ist, dass ein frei wählbarer Winkel sowohl in x- als auch in y-Richtung zwischen der Porteinrichtung (4, 34) und der Führungseinrichtung (6, 36, 59) im Hinblick auf die zueinander kongruente Ausgangslage einstellbar ist, wobei das Ausgleichselement (5, 35) insbesondere aus einem elastischen Material ausgebildet ist.
3. Aktive Positioniereinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtung (9, 10, 11, 12, 13, 14, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67) zumindest zwei ansteuerbare Aktuatoren (9, 12, 39, 42, 62, 65) aufweist, welche

insbesondere als zueinander orthogonal angeordnete Stellantriebe (9, 12, 39, 42, 62, 65) ausgeführt sind, wobei ein Kugelhebelmechanismus (10, 11, 13, 14, 40, 41, 43, 44, 63, 64, 66, 67) zwischen der Führungseinrichtung (6, 36, 59) und der Trägerplatte (3, 33) oder der Porteinrichtung (4, 34) derart vorgesehen ist, dass durch die Stellantriebe (9, 12, 39, 42) mittels des Kugelhebelmechanismus (10, 11, 13, 14, 40, 41, 43, 44) die Führungseinrichtung (6, 36) gegenüber der Ausgangslage in x-Richtung und y-Richtung unabhängig voneinander positionierbar ist.

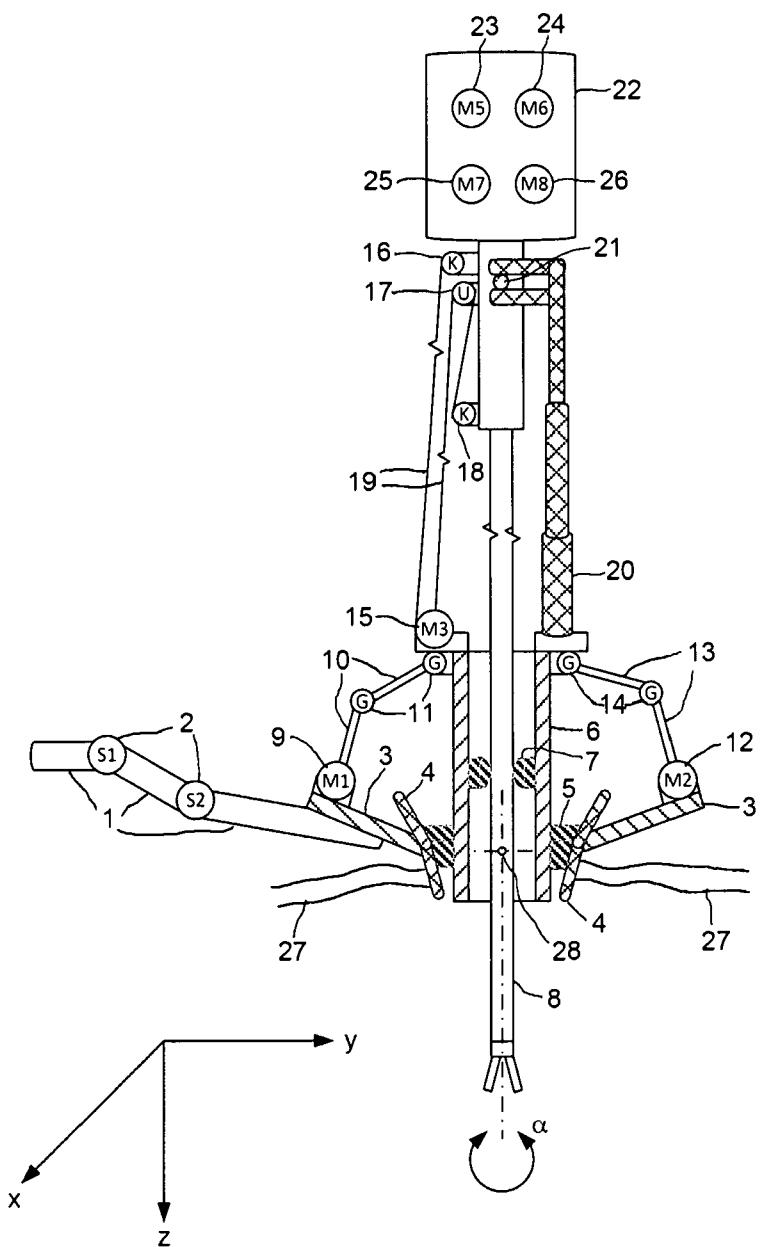
4. Aktive Positioniereinrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass an der Führungseinrichtung (6, 36, 59) eine Translationsverstelleinrichtung (15, 16, 17, 18, 19, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 68, 69, 70, 71, 72, 73) vorgesehen ist, die mit dem chirurgischen Instrument (8, 38, 61) derart verbunden ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments in z-Richtung bewegbar ist.
5. Aktive Positioniereinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Translationsverstelleinrichtung (15, 16, 17, 18, 19, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 68, 69, 70, 71, 72, 73) mittels eines Teleskopsystems (20, 50, 73) und/oder Seilzugsystems (15, 16, 17, 18, 19, 45, 46, 47, 48, 49, 68, 69, 70, 71, 72) den Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) in z-Richtung bewegt.
6. Aktive Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass an dem chirurgischen Instrument (8, 38, 61) eine Instrumentenantriebseinheit (22, 52, 75) vorgesehen ist, welche einen Rotationsaktuator (23) umfasst, durch den der Schaft des chirurgischen Instruments (8) gegenüber der Ausgangslage um die z-Richtung drehbar variiert wird.
7. Aktive Positioniereinrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Instrumentenantriebseinheit (22, 52, 75) drei Instrumentenaktuatoren (24, 25, 26, 54, 55, 56, 77, 78, 79) aufweist, durch welche die am distalen Ende angebrachte Wirkeinheit des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) in drei weiteren Freiheitsgraden variiert wird.

8. Aktive Positioniereinrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Instrumentenantriebseinheit (22, 52, 75) über eine Halteinrichtung (21, 51, 78) an dem proximalen Ende des Teleskopsystems (20, 50, 73) angeordnet ist.
 9. Aktive Positioniereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Führungseinrichtungen (36, 59) zur Durchführung von zwei chirurgischen Instrumenten (38, 61) durch ein Ausgleichselement (35) vorgesehen sind, wobei die Verstelleinrichtung (39, 40, 41, 42, 43, 44) der ersten Führungseinrichtung (36) im Wesentlichen spiegelverkehrt im Hinblick auf die Längsachse der beiden Führungseinrichtungen (36, 59) zu der Verstelleinrichtung (62, 63, 64, 65, 66, 67) der anderen Führungseinrichtung (59) angeordnet ist.
10. Chirurgisches Robotersystem zur Durchführung von operativen Eingriffen am menschlichen Körper umfassend
- eine Steuereinrichtung (200, 202), welche von einem Benutzer zur Durchführung des operativen Eingriffs bedienbar ist,
- eine Trägerstruktur (207, 208, 209), an welcher zwei oder mehrere Roboterarme angebracht sind, welche durch die Steuereinrichtung bewegbar sind,
- und wobei an zumindest einem Roboterarm eine aktive Positioniereinrichtung eines chirurgischen Instruments vorgesehen ist, welche
- eine Trägerplatte (3, 33), welche mit einem Roboterarm (1, 31) verbindbar ist,
- eine Porteinrichtung (4, 34), die an der Trägerplatte (3, 33) angeordnet ist und die für den Durchgang zum Inneren eines Körpers vorgesehen ist,
- zumindest eine Führungseinrichtung (6, 36, 59) zur Durchführung eines chirurgischen Instruments (8, 38, 61) in den Körper, wobei sich der Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) durch die Führungseinrichtung (6, 36, 59) hindurch erstreckt und wobei die Führungseinrichtung (6, 36, 59) mit der Porteinrichtung (4, 34) über ein Ausgleichselement (5, 35) variabel verbunden ist, und
- eine Verstelleinrichtung (9, 10, 11, 12, 13, 14, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67) für die Führungseinrichtung (6, 36, 59) gegenüber der Porteinrichtung (4, 34) umfasst, die zum einen an der Trägerplatte (3, 33) und/oder der Porteinrichtung (4, 34) und zum anderen an der Führungseinrichtung (6, 36, 59) derart angebracht ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) sowohl in x-Richtung als

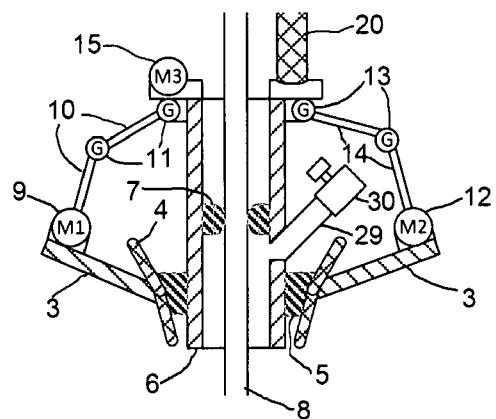
auch in y-Richtung gegenüber der Ausgangslage bewegbar ist, in welcher die Längserstreckung des chirurgischen Instruments parallel zur Längserstreckung der Porteinrichtung (4, 34) verläuft.

11. Chirurgisches Robotersystem nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Ausgleichselement (5, 35) in seiner Geometrie derart variierbar ist, dass ein frei wählbarer Winkel sowohl in x- als auch in y-Richtung zwischen der Porteinrichtung (4, 34) und der Führungseinrichtung (6, 36, 59) im Hinblick auf die zueinander kongruente Ausgangslage einstellbar ist, wobei das Ausgleichselement (5, 35) insbesondere aus einem elastischen Material ausgebildet ist.
12. Chirurgisches Robotersystem nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstelleinrichtung (9, 10, 11, 12, 13, 14, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 62, 63, 64, 65, 66, 67) zumindest zwei ansteuerbare Aktuatoren (9, 12, 39, 42, 62, 65) aufweist, welche insbesondere als zueinander orthogonal angeordnete Stellantriebe (9, 12, 39, 42, 62, 65) ausgeführt sind, wobei ein Kugelhebelmechanismus (10, 11, 13, 14, 40, 41, 43, 44, 63, 64, 66, 67) zwischen der Führungseinrichtung (6, 36, 59) und der Trägerplatte (3, 33) oder der Porteinrichtung (4, 34) derart vorgesehen ist, dass durch die Stellantriebe (9, 12, 39, 42) mittels des Kugelhebelmechanismus (10, 11, 13, 14, 40, 41, 43, 44) die Führungseinrichtung (6, 36) gegenüber der Ausgangslage in x-Richtung und y-Richtung unabhängig voneinander positionierbar ist.
13. Chirurgisches Robotersystem gemäß einem der Ansprüche 10 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass an der Führungseinrichtung (6, 36, 59) eine Translationsverstelleinrichtung (15, 16, 17, 18, 19, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 68, 69, 70, 71, 72, 73) vorgesehen ist, die mit dem chirurgischen Instrument (8, 38, 61) derart verbunden ist, dass der Schaft des chirurgischen Instruments in z-Richtung bewegbar ist.
14. Chirurgisches Robotersystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Translationsverstelleinrichtung (15, 16, 17, 18, 19, 20, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 68, 69, 70, 71, 72, 73) mittels eines Teleskopsystems (20, 50, 73) und/oder Seilzugsystems (15, 16, 17, 18, 19, 45, 46, 47, 48, 49, 68, 69, 70, 71, 72) den Schaft des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) in z-Richtung bewegt.

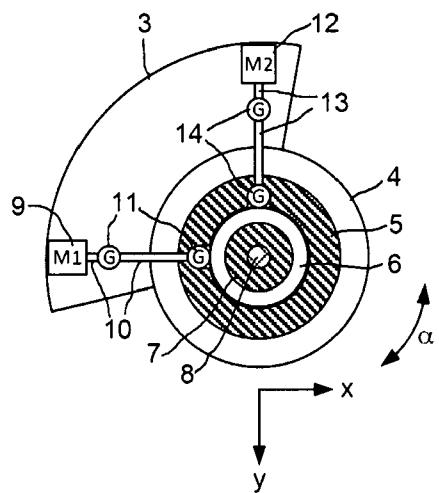
15. Chirurgisches Robotersystem nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass an dem chirurgischen Instrument (8, 38, 61) eine Instrumentenantriebseinheit (22, 52, 75) vorgesehen ist, welche einen Rotationsaktuator (23) umfasst, durch den der Schaft des chirurgischen Instruments (8) gegenüber der Ausgangslage um die z-Richtung drehbar variiert wird.
16. Chirurgisches Robotersystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Instrumentenantriebseinheit (22, 52, 75) drei Instrumentenaktuatoren (24, 25, 26, 54, 55, 56, 77, 78, 79) aufweist, durch welche die am distalen Ende angebrachte Wirkeinheit des chirurgischen Instruments (8, 38, 61) in drei weiteren Freiheitsgraden variiert wird.
17. Chirurgisches Robotersystem nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Instrumentenantriebseinheit (22, 52, 75) über eine Halteeinrichtung (21, 51, 78) an dem proximalen Ende des Teleskopsystems (20, 50, 73) angeordnet ist.
18. Chirurgisches Robotersystem nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Führungseinrichtungen (36, 59) zur Durchführung von zwei chirurgischen Instrumenten (38, 61) durch ein Ausgleichselement (35) vorgesehen sind, wobei die Verstelleinrichtung (39, 40, 41, 42, 43, 44) der ersten Führungseinrichtung (36) im Wesentlichen spiegelverkehrt im Hinblick auf die Längsachse der beiden Führungseinrichtungen (36, 59) zu der Verstelleinrichtung (62, 63, 64, 65, 66, 67) der anderen Führungseinrichtung (59) angeordnet ist.



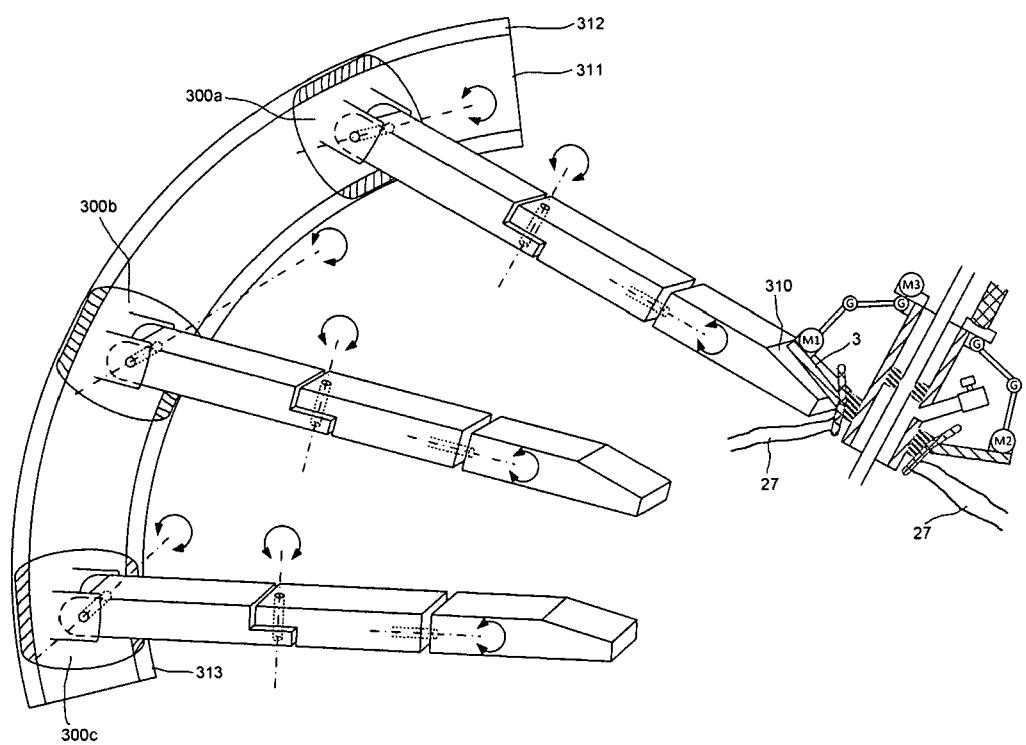
Figur 1



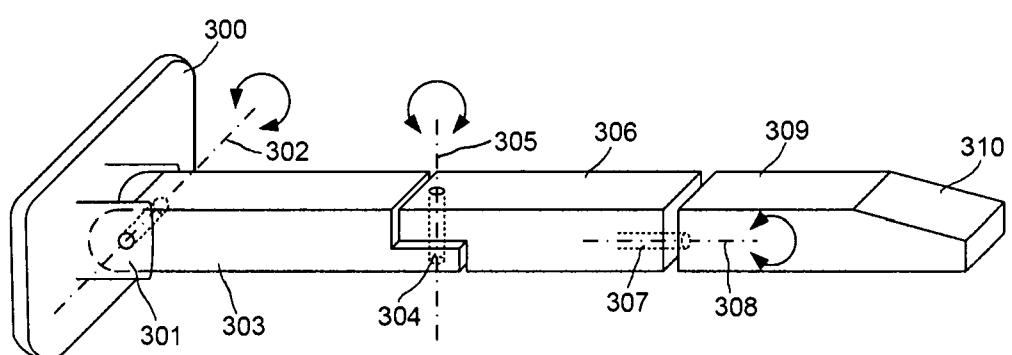
Figur 2



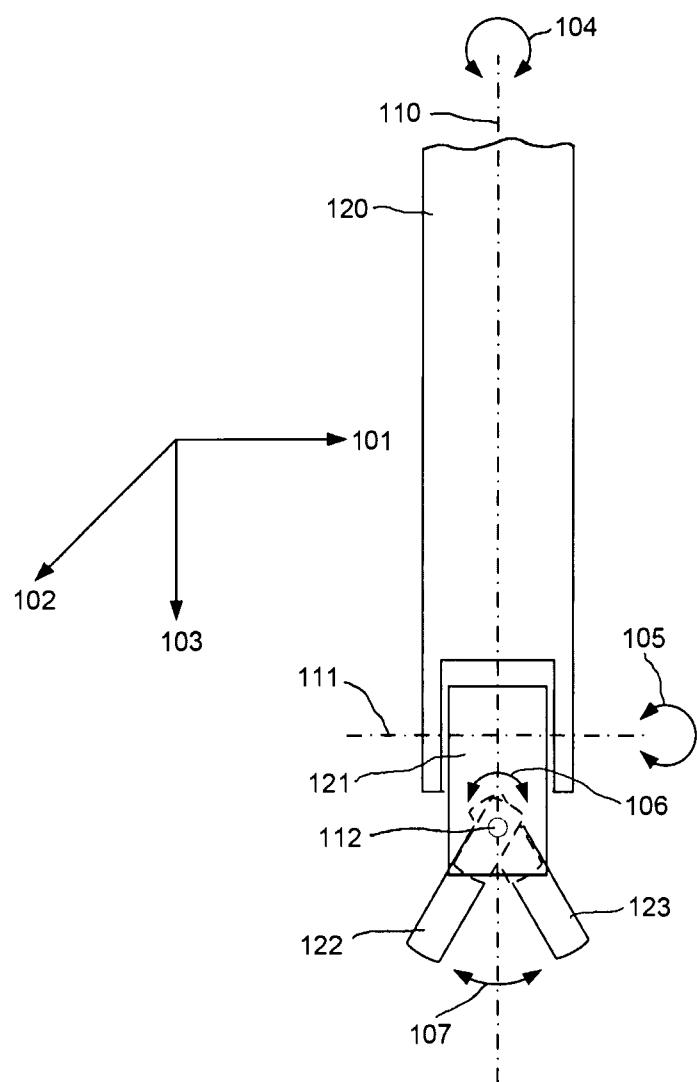
Figur 3



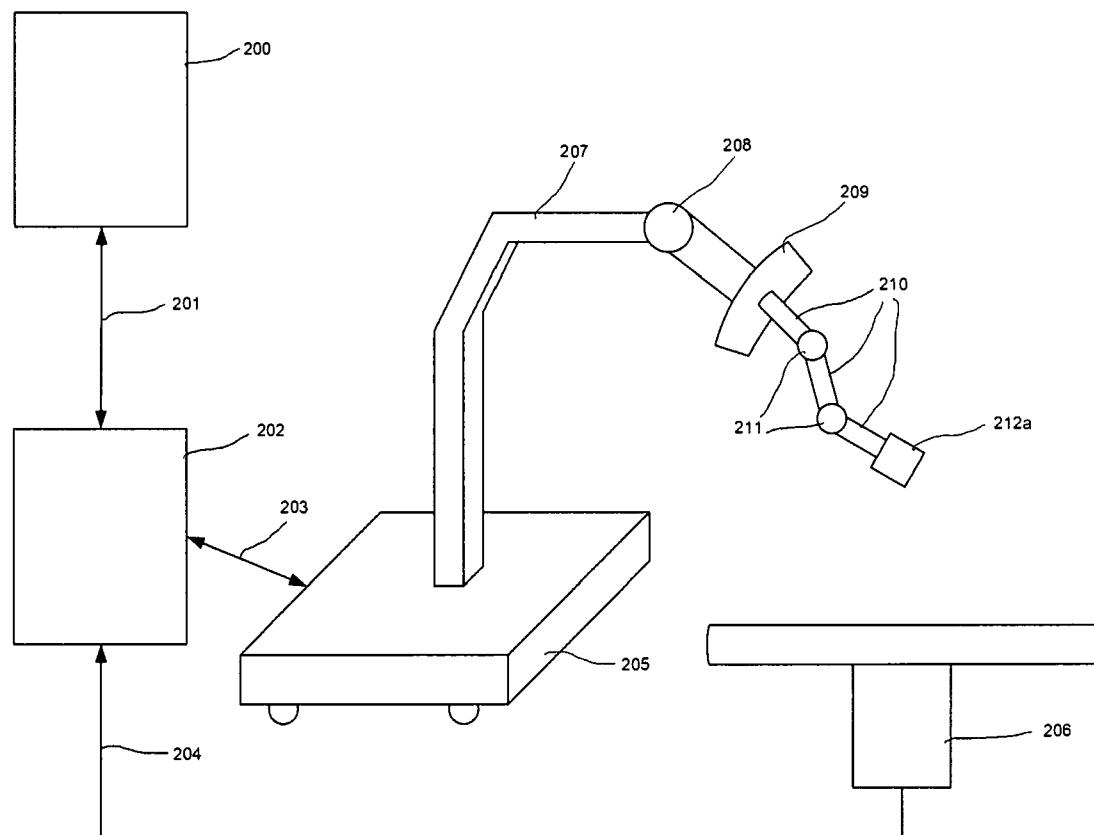
Figur 4



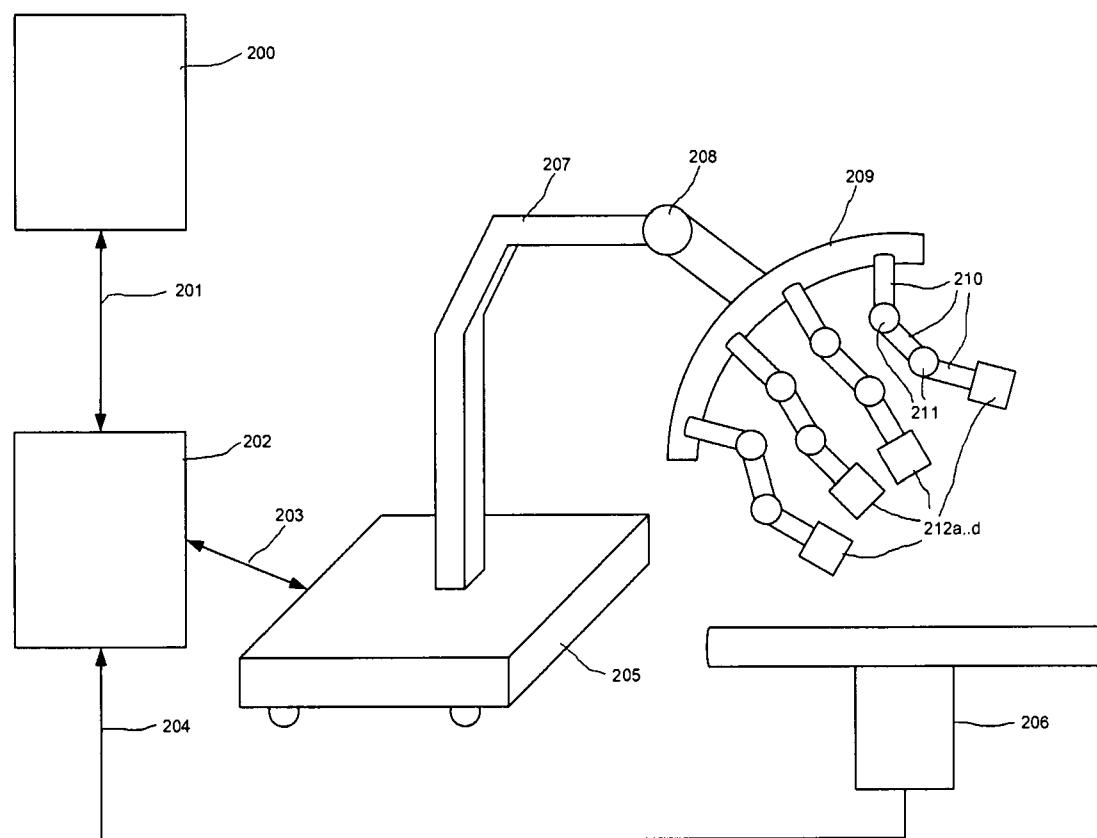
Figur 5

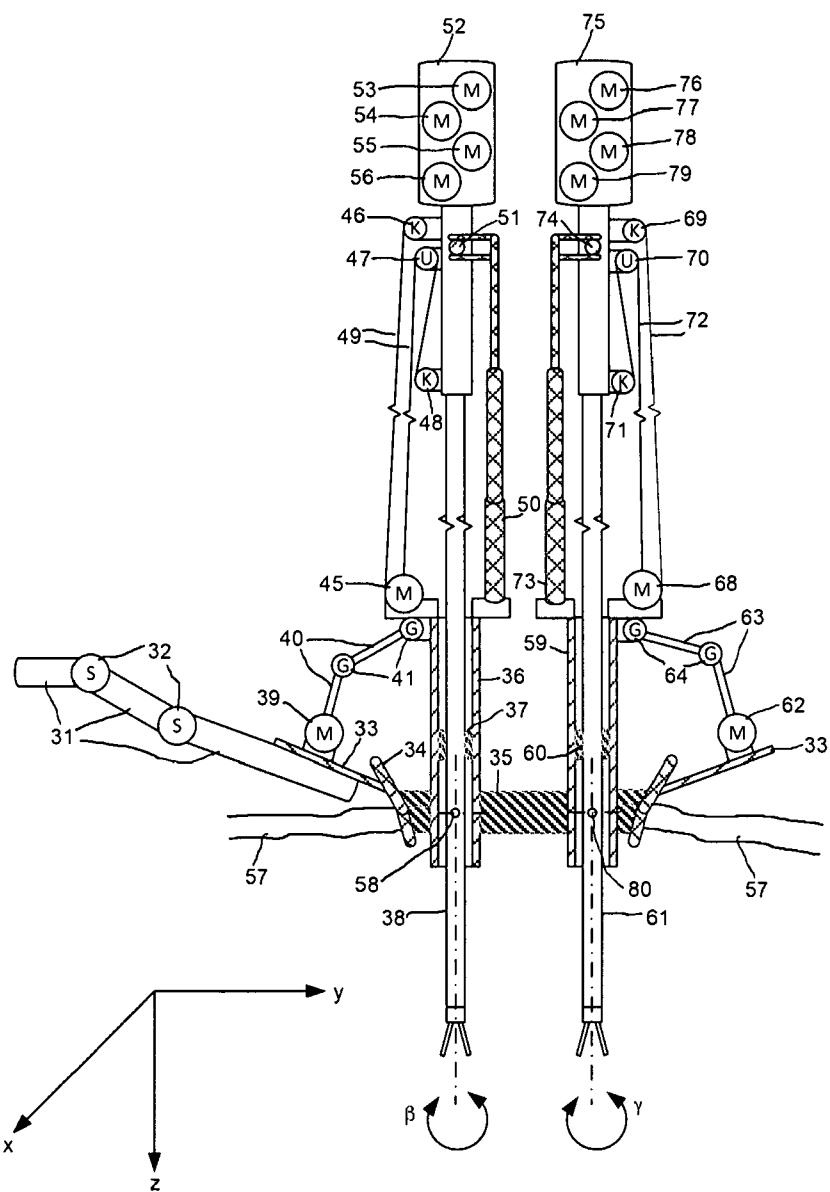


Figur 6

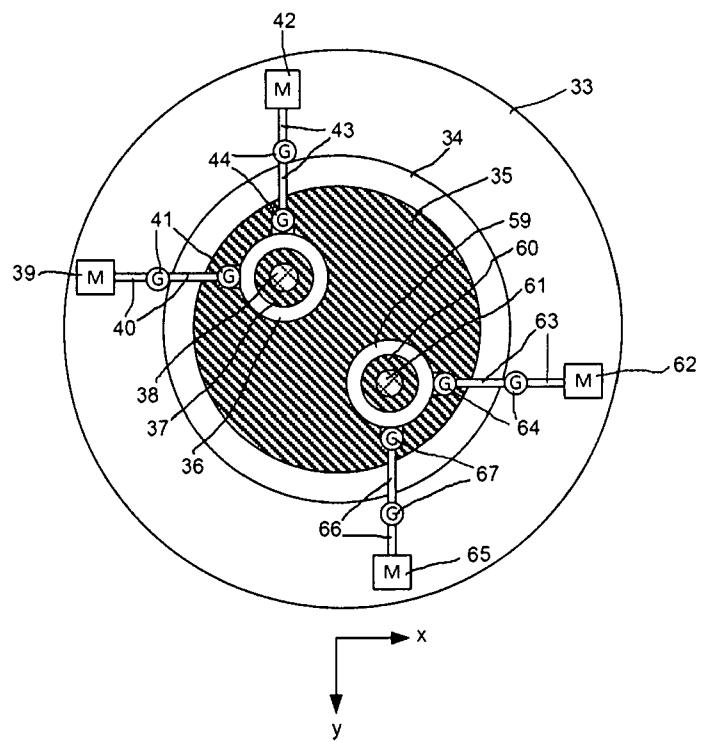


Figur 7

**Figur 8**



Figur 9



Figur 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2013/000806

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B19/00
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011/319913 A1 (LABADIE ROBERT F [US] ET AL) 29 December 2011 (2011-12-29) paragraphs [0083] - [0086], [0092]; figures 4,6,10 ----- EP 2 324 790 A1 (NEURENDO B V [NL]) 25 May 2011 (2011-05-25) paragraph [0019]; figure 3 ----- US 2010/234856 A1 (STOIANOVICI DAN [US] ET AL) 16 September 2010 (2010-09-16) paragraph [0064]; figure 1a ----- -/-	1-4,6-8, 10-13, 15-17
Y		1-4,6-8, 10-13
Y		10-13, 15-17

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
11 April 2014	23/04/2014

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mayer-Martenson, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2013/000806

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2006/035143 A1 (INST NAT SCIENCES APPLIQ [FR]; DIGESTIF IRCAD INST DE RECH SU [FR]; UN) 6 April 2006 (2006-04-06) abstract page 5, line 4 - line 22; figures 6,7 -----	1-18
A	DE 10 2009 012987 A1 (SAIA BURGESS DRESDEN GMBH [DE]) 11 February 2010 (2010-02-11) abstract; figure 2 -----	1-18
A	US 2011/152717 A1 (KIM KWANG-GI [KR] ET AL) 23 June 2011 (2011-06-23) abstract; figures 1,3 -----	1-18
A,P	US 2013/317521 A1 (CHOI HYUN-DO [KR] ET AL) 28 November 2013 (2013-11-28) abstract; figures 1,3 -----	1
1		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2013/000806

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2011319913	A1 29-12-2011	NONE		
EP 2324790	A1 25-05-2011	EP NL US	2324790 A1 2003831 C 2011118710 A1	25-05-2011 23-05-2011 19-05-2011
US 2010234856	A1 16-09-2010	NONE		
WO 2006035143	A1 06-04-2006	US WO	2009143907 A1 2006035143 A1	04-06-2009 06-04-2006
DE 102009012987	A1 11-02-2010	DE	102009012987 A1 202009018442 U1	11-02-2010 28-09-2011
US 2011152717	A1 23-06-2011	KR US	20110069206 A 2011152717 A1	23-06-2011 23-06-2011
US 2013317521	A1 28-11-2013	KR US	20130132109 A 2013317521 A1	04-12-2013 28-11-2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2013/000806

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. A61B19/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
A61B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2011/319913 A1 (LABADIE ROBERT F [US] ET AL) 29. Dezember 2011 (2011-12-29) Absätze [0083] - [0086], [0092]; Abbildungen 4,6,10 ----- EP 2 324 790 A1 (NEURENDO B V [NL]) 25. Mai 2011 (2011-05-25) Absatz [0019]; Abbildung 3 ----- US 2010/234856 A1 (STOIANOVICI DAN [US] ET AL) 16. September 2010 (2010-09-16) Absatz [0064]; Abbildung 1a ----- -/-	1-4,6-8, 10-13, 15-17 1-4,6-8, 10-13 10-13, 15-17



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11. April 2014

23/04/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mayer-Martenson, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2013/000806

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2006/035143 A1 (INST NAT SCIENCES APPLIQ [FR]; DIGESTIF IRCAD INST DE RECH SU [FR]; UN) 6. April 2006 (2006-04-06) Zusammenfassung Seite 5, Zeile 4 - Zeile 22; Abbildungen 6,7 -----	1-18
A	DE 10 2009 012987 A1 (SAIA BURGESS DRESDEN GMBH [DE]) 11. Februar 2010 (2010-02-11) Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	1-18
A	US 2011/152717 A1 (KIM KWANG-GI [KR] ET AL) 23. Juni 2011 (2011-06-23) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 -----	1-18
A, P	US 2013/317521 A1 (CHOI HYUN-DO [KR] ET AL) 28. November 2013 (2013-11-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1,3 -----	1
1		

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2013/000806

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2011319913	A1	29-12-2011		KEINE		
EP 2324790	A1	25-05-2011	EP	2324790 A1	25-05-2011	
			NL	2003831 C	23-05-2011	
			US	2011118710 A1	19-05-2011	
US 2010234856	A1	16-09-2010		KEINE		
WO 2006035143	A1	06-04-2006	US	2009143907 A1	04-06-2009	
			WO	2006035143 A1	06-04-2006	
DE 102009012987	A1	11-02-2010	DE	102009012987 A1	11-02-2010	
			DE	202009018442 U1	28-09-2011	
US 2011152717	A1	23-06-2011	KR	20110069206 A	23-06-2011	
			US	2011152717 A1	23-06-2011	
US 2013317521	A1	28-11-2013	KR	20130132109 A	04-12-2013	
			US	2013317521 A1	28-11-2013	