

(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
27. März 2014 (27.03.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/044719 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

A61B 17/34 (2006.01) A61B 17/00 (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/069396

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. September 2013 (18.09.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 018 533.2
19. September 2012 (19.09.2012) DE

(71) Anmelder: FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR
FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG
E.V. [DE/DE]; Hansastraße 27c, 80636 München (DE).

(72) Erfinder: SANAGOO, Arash; Rieslingweg 27, Stuttgart
70329 (DE).

(74) Anwalt: BECKMANN, Christian; Theresienhöhe 13,
80339 München (DE).

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

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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.

(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,
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).

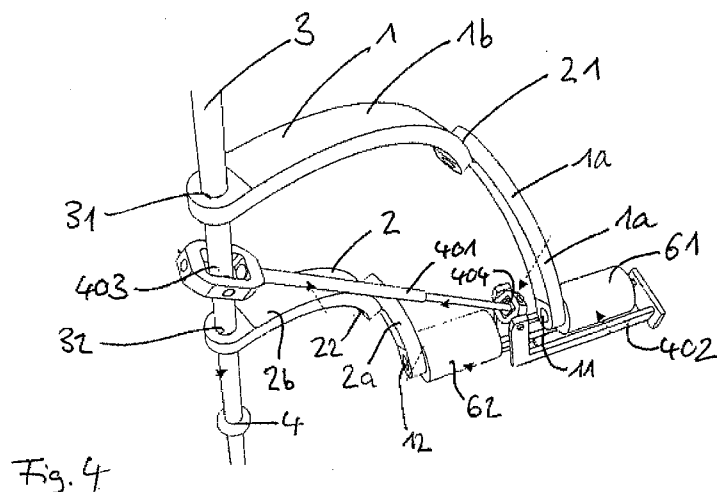
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MANIPULATOR FOR MINIMALLY INVASIVE SURGERY

(54) Bezeichnung : MANIPULATOR FÜR DIE MINIMALINVASIVE CHIRURGIE



(57) Abstract: The invention relates to a manipulator for minimally invasive surgery, comprising an instrument retainer, which can bear a surgical instrument, a first retaining arm having two segments, and a second retaining arm having two segments, wherein in each retaining arm, the first segment is connected to the second segment by means of a single-axis connecting joint. The axes of rotation of the connecting joints extend through a pivot point that lies on the longitudinal axis of the instrument retainer. The manipulator according to the invention has at least one drive, preferably two drives, by means of which the instrument retainer can be moved about the pivot point in two rotational degrees of freedom.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2014/044719 A1



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

Die Erfindung betrifft einen Manipulator für die minimalinvasive Chirurgie mit einem Instrumentenhalter, der ein chirurgisches Instrument tragen kann, sowie einem ersten Haltearm mit zwei Segmenten und einem zweiten Haltearm mit zwei Segmenten, wobei jeweils das erste Segment mit dem zweiten Segment über ein einachsiges Verbindungsgelenk verbunden ist. Die Drehachsen der Verbindungsgelenke verlaufen durch einen Pivotpunkt, der auf der Längsachse des Instrumentenhalters liegt. Der erfindungsgemäße Manipulator weist zumindest einen Antrieb, vorzugsweise zwei Antriebe, auf, mit der Instrumentenhalter in zwei Winkelfreiheitsgraden um den Pivotpunkt bewegbar ist.

Manipulator für die minimalinvasive Chirurgie

Die Erfindung betrifft einen Manipulator für die minimalinvasive Chirurgie mit einem Instrumentenhalter, der ein chirurgisches Instrument tragen kann, so-
5 wie einem ersten Haltearm mit zwei Segmenten und einem zweiten Haltearm mit zwei Segmenten, wobei jeweils das erste Segment mit dem zweiten Segment über ein einachsiges Verbindungsgelenk verbunden ist. Die Drehachsen der Verbindungsgelenke verlaufen durch einen Pivotpunkt, der auf der Längs-
10 achse des Instrumentenhalters liegt. Der erfindungsgemäße Manipulator weist zumindest einen Antrieb, vorzugsweise zwei Antriebe, auf, mit der Instrumentenhalter in zwei Winkelfreiheitsgraden um den Pivotpunkt bewegbar ist.

15 In der minimalinvasiven Chirurgie (MIC) werden kleine, nur wenige Millimeter große Stiche angelegt und ein Trokar durch diese Abdominal-Einschnitte geschoben. Der Chirurg führt seine Instrumente durch den Trokar hindurch und manipuliert sie innerhalb des Abdomens, indem er sie durch den Trokar hin-

ein- und herauschiebt oder um die Trokar-Achse oder um einen Drehmittelpunkt dreht. Der Drehmittelpunkt wird hierbei durch die Einschnitte in den Muskeln der Bauchdecke definiert.

5 Die Abdominal-Einschnitte liefern keine stabile Bezugsposition, also keinen stabilen Drehmittelpunkt. Bei der minimalinvasiven Chirurgie ist es jedoch erforderlich, den Drehmittelpunkt fest im Raum zu definieren, um ausschließen zu können, dass die Körperwand am Einschnitt zerrissen wird. Der Manipulator sollte daher so ausgelegt sein, dass die Instrumente konstruktionsbedingt nur um diesen virtuellen Drehpunkt gedreht werden können. Hierdurch
10 kann die Verletzung der Weichgewebe im Falle einer Steuerungsstörung ausgeschlossen werden.

Die DE 694 17 229 T2 beschreibt ein Positioniergerät für einen entfernten Mittelpunkt kugelig Drehung basierend auf zwei miteinander verbundenen Parallelkinematik-Ketten. Die hier beschriebene Vorrichtung weist jedoch sehr
15 große Abmessungen auf, was zu einer Behinderung des Operationsbereiches führen kann. Darüberhinaus ist die zu bewegende Masse sehr groß, so dass die Vorrichtung schlechte Dynamikeigenschaften aufweist.

20 Die US 2002/0103476 A1 beschreibt ein chirurgisches Instrument für die minimalinvasive Chirurgie, bei welchem eine Doppelparallel-Kinematik mittels Seilzügen angetrieben wird. Die Seilzugkinematik ist hier sehr aufwendig und die Vorrichtung weist sehr große Abmessungen auf und benötigt einen großen
25 Arbeitsraum.

Die DE 430 78 76 C1 beschreibt ein mechanisches Führungssystem basierend auf zwei Kreissegment-Bögen mit Führungsschienen. Die großen Führungsschienen erfordern viel Platz. Darüberhinaus muss ein Operationsroboter in
30 der Lage sein, drei derartige Manipulatoren nebeneinander zu verwenden, was mit der Vorrichtung der DE 430 78 76 C1 nicht möglich ist.

Die DE 320 50 85 A1 beschreibt ein stereotaktisches Chirurgiesystem mit einer seriellen kinematischen Kette. Durch die Vielzahl hintereinander angeordneter Verbindungsstellen ist diese Vorrichtung jedoch relativ labil.
35

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Manipulator für die minimal-invasive Chirurgie anzugeben, der mit einer geringen Baugröße realisierbar ist, eine sichere Fixierung des Drehpunktes eines chirurgischen Instrumentes erlaubt und dabei eine hohe Stabilität aufweist.

5

Diese Aufgabe wird gelöst durch den Manipulator für minimalinvasive Chirurgie nach Anspruch 1. Die abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Manipulators an.

10

Erfindungsgemäß wird ein Manipulator für minimalinvasive Chirurgie angegeben, der einen Instrumentenhalter aufweist, der sich entlang einer Längsachse erstreckt. Im Folgenden soll die Längsachse des Instrumentenhalters als Instrumentenachse bezeichnet werden. Vorzugsweise ist der Instrumentenhalter gerade. Er kann beispielsweise als Rohr ausgebildet sein, durch das ein

15

chirurgisches Instrument schiebbar und handhabbar ist.

Der erfindungsgemäße Manipulator weist einen ersten Haltearm und einen zweiten Haltearm auf. Dabei weist der erste Haltearm ein erstes und ein zweites Segment auf, wobei das erste Segment und das zweite Segment über ein

20

einachsiges erstes Verbindungsgelenk verbunden sind.

Als einachsiges Gelenk wird allgemein ein Gelenk verstanden, das eine Drehung der durch das Gelenk verbundenen Teile um genau eine Achse zulässt. Im einfachsten Fall kann ein solches einachsiges Element beispielsweise eine

25

zylindrische Verbindung sein, die nur eine Drehung um die Zylinderachse zulässt.

Das erste Verbindungsgelenk, über welches das erste Segment und das zweite Segment des ersten Haltearmes verbunden sind, ist um genau eine Achse drehbar, nämlich die Achse des ersten Verbindungsgelenkes. Diese soll im

30

folgenden als Verbindungsachse bezeichnet werden. Dabei ist das erste Verbindungsgelenk so angeordnet, dass diese Verbindungsachse durch den Pivotpunkt verläuft.

35

Der Pivotpunkt ist jener Punkt, um den der Instrumentenhalter drehbar ist. Der Pivotpunkt ist also der Drehmittelpunkt jeder Drehung des Instrumenten-

halters.

5 Der zweite Haltearm des Manipulators weist ebenfalls ein erstes Segment und ein zweites Segment auf, wobei das erste Segment und das zweite Segment über ein einachsiges zweites Verbindungsgelenk miteinander verbunden sind. Dieses zweite Verbindungsgelenk ist um eine zweite Verbindungsachse drehbar, welche ebenfalls durch den Pivotpunkt verläuft.

10 Erfindungsgemäß ist außerdem das erste Segment des ersten Haltearmes an seinem dem ersten Verbindungsgelenk abgewandten Ende an einem einachsigen ersten Haltegelenk angeordnet, welches um eine Achse drehbar ist, die im Folgenden als erste Halteachse bezeichnet wird. Diese erste Halteachse verläuft ebenfalls durch den Pivotpunkt.

15 Darüberhinaus ist das erste Segment des zweiten Haltearmes an seinem dem zweiten Verbindungsgelenk abgewandten Ende ebenfalls an einem einachsigen Gelenk angeordnet, das im Folgenden als zweites Haltegelenk bezeichnet wird. Dieses ist um eine zweite Halteachse drehbar, die ebenfalls durch den Pivotpunkt verläuft.

20 Das zweite Segment des ersten Haltearmes ist mit seinem dem ersten Verbindungsgelenk abgewandten Ende mit dem Instrumentenhalter über ein einachsiges erstes Gelenk des Instrumentenhalters verbunden. Das erste Gelenk des Instrumentenhalters ist dabei an einem ersten Ort am Instrumentenhalter angeordnet. Dieses erste Gelenk des Instrumentenhalters erlaubt eine Drehung um die Instrumentenachse. Seine Drehachse fällt also mit der Instrumentenachse zusammen.

30 Darüberhinaus ist auch das zweite Segment des zweiten Haltearmes an seinem dem zweiten Verbindungsgelenk abgewandten Ende mit dem Instrumentenhalter an einem zweiten Ort des Instrumentenhalters verbunden, vorzugsweise über ein einachsiges zweites Gelenk des Instrumentenhalters, das ebenfalls um die Instrumentenachse drehbar ist. Die Drehachse des zweiten Gelenkes fällt in diesem Fall also mit der Instrumentenachse zusammen. Das
35 zweite Segment kann jedoch auch fest mit dem Instrumentenhalter verbunden sein.

Durch die oben beschriebene Konstruktion ist der Pivotpunkt ortsfest gegenüber jenen Orten, an welchen das erste und das zweite Haltegelenk angeordnet sind. Vorzugsweise sind das erste und das zweite Haltegelenk an einer tragenden Struktur angeordnet. Der Pivotpunkt ist dann ortsfest gegenüber dieser tragenden Struktur. Eine solche tragende Struktur kann beispielsweise ein Gehäuse sein.

Der erfindungsgemäße Manipulator weist zumindest einen Antrieb auf, vorzugsweise zwei Antriebe, mit dem bzw. mit denen eine Drehung der Instrumentenachse in zwei Winkelfreiheitsgraden um den Pivotpunkt bewirkbar ist. Vorzugsweise ist der zumindest eine Antrieb ortsfest gegenüber dem ersten und dem zweiten Haltegelenk sowie auch gegenüber dem Pivotpunkt. Das bedeutet, dass der oder die Antriebe bei Bewegung des Instrumentenhalters nicht selbst mit bewegt werden. Hierdurch wird die zu bewegende Masse des Manipulators gering gehalten und dadurch die Stabilität vergrößert.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Manipulator zwei der Antriebe aufweisen, wobei ein erster der zwei Antriebe mit dem ersten Segment des ersten Haltearmes über eine erste Welle verbunden ist, und wobei ein zweiter der zwei Antriebe mit dem ersten Segment des zweiten Haltearmes über eine zweite Welle verbunden ist. Die erste und die zweite Welle können hierbei jeweils zwei Abschnitte aufweisen, die über eine Kupplung miteinander verbunden sind. Die Abschnitte verlaufen hierbei jeweils koaxial hintereinander. Vorteilhafterweise sind die Wellen gerade ausgebildet. Die beiden Abschnitte sind daher jeweils vorteilhaft ebenfalls gerade ausgebildet und setzen jeweils die entsprechende Welle zusammen. Es soll in dieser Ausgestaltung der Erfindung die jeweilige Welle als Teil des entsprechenden Haltegelenkes angesehen werden. Der jeweils andere Teil des entsprechenden Haltegelenkes ist dann jener Teil des Manipulators, gegenüber welchem die Welle drehbar ist.

Vorteilhafterweise ist die erste Welle als Rohr ausgebildet und die zweite Welle koaxial im Inneren der ersten Welle angeordnet oder die zweite Welle ist als Rohr ausgebildet und die erste Welle ist koaxial im Inneren der ersten Welle angeordnet. Die Kupplung kann dann vorteilhaft so ausgestaltet sein, dass

5 sie die Abschnitte beider Wellen miteinander verbindet. Dabei verbindet die Kupplung zum einen die beiden Abschnitte der ersten Welle, um die erste Welle zusammenzusetzen und zum anderen die beiden Abschnitte der zweiten Welle, um die zweite Welle zusammenzusetzen. Die Abschnitte beider Wellen können hierbei vorteilhafterweise gemeinsam getrennt und verbunden werden.

10 Sofern oben von Enden der Segmente die Rede ist, sind diese Enden funktional in dem Sinne zu verstehen, dass das Segment wie eine längliche Verbindung zwischen den beiden Enden wirkt, deren Enden die besagten Enden darstellen. Es ist nicht unbedingt erforderlich, dass die Segmente tatsächlich länglich ausgebildet sind, jedoch ist dies vorteilhaft, um die zu bewegende Masse gering zu halten. Dass ein Gelenk am Ende eines Segments angeordnet ist bedeutet vorzugsweise, dass das Gelenk so angeordnet ist, dass sich das Segment vom Gelenk in nur einer Richtung erstreckt, abgesehen von das Gelenk umgebenden Anteilen des Segments, die der Fixierung des Gelenkes am Segment dienen.

20 Da die Drehachsen der Gelenke an den Segmenten sich stets im Pivotpunkt schneiden, sind die Segmente vorteilhaft so gebogen, dass die Drehachsen der Gelenke zueinander in einem solchen Winkel stehen, dass sich die Drehachsen im Pivotpunkt schneiden. Vorteilhafterweise können eines oder mehrere der Segmente als Kreissegmente ausgebildet sein, die länglich entlang eines Kreisbogens um den Pivotpunkt verlaufen. Auch ist es möglich, dass eines oder mehrere der Segmente gerade ausgebildet sind und an ihren die Gelenke aufweisenden Ende so abgeknickt sind, dass die Drehachsen der Gelenke sich im Pivotpunkt schneiden. Darüberhinaus kann man auch eines oder mehrere der Segmente aus zwei geraden, vorzugsweise gleichlangen, Abschnitten zusammengesetzt sein, die so zueinander in einem Winkel stehen, dass sich die Drehachsen an den Enden dieser Abschnitt im Pivotpunkt schneiden.

35 Mit dem Pivotpunkt liegt stets der Drehmittelpunkt der Bewegung des Instrumentenhalters im Schnittpunkt der genannten Drehachsen. Die Form der Segmente kann grundsätzlich beliebig gewählt werden, solange die durch das Segment verbundenen Gelenke so angeordnet sind, dass sich deren Achsen

5 im Pivotpunkt schneiden. Die beschriebene Ausgestaltung der Segmente als Kreissegmente ist besonders vorteilhaft, da sich hier das Kreissegment in einer Kugelschale bewegt, wodurch die Kollision mit anderen Kreissegmenten vermieden werden kann. Das Kreissegment kann durch den Winkel der entsprechenden Drehachsen, den Radius und die Dicke vollständig beschrieben werden.

10 Die Länge der Segmente wird bestimmt durch die Lage der Verbindungsgelenke und der Haltegelenke. Diese können dabei vorteilhaft so angeordnet werden, dass der Instrumentenhalter im durch die vorgesehene Anwendung gegebenen Raumwinkelbereich mit hinreichend großer Präzision und Kraftmoment bewegbar ist.

15 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann die erste Halteachse vorteilhaft mit der zweiten Halteachse zusammenfallen. Wie beschrieben, ist dies jedoch nicht unbedingt notwendig.

20 Bevorzugterweise ist das erste Gelenk des Instrumentenhalters am ersten Ort des Instrumentenhalters gegenüber dem zweiten Ort des Instrumentenhalters und gegebenenfalls einem Gelenk am zweiten Ort, beabstandet. Hierdurch wird es möglich, den oder die Antriebe zur Drehung des Instrumentenhalters an den Haltegelenken anzuordnen. Bei einer Beabstandung der Gelenke des Instrumentenhalters können daher die Haltegelenke angetrieben sein. Hierdurch kann die bewegte Masse bei Bewegung des Instrumentenhalters besonders gering gehalten werden, was die Stabilität und Präzision erhöht.

30 Vorteilhafterweise hat das erste Haltegelenk einen anderen Abstand vom Pivotpunkt als das zweite Haltegelenk. Hierdurch können die Haltearme so konstruiert werden, dass eine Kollision in allen Lagen ausgeschlossen wird. Darüberhinaus erlaubt es diese Ausführung, zumindest ein Haltegelenk, vorzugsweise beide Haltegelenke, durch den zumindest einen Antrieb, vorzugsweise zwei Antriebe, anzutreiben und dabei den Instrumentenhalter in zwei Winkelfreiheitsgraden zu bewegen.

35 In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind das erste Gelenk des Instrumentenhalters, das erste Verbindungsgelenk und das erste

5 Haltegelenk auf einer gemeinsamen Kugelfläche angeordnet und/oder gegebenenfalls das zweite Gelenk des Instrumentenhalters, das zweite Verbindungsgelenk und das zweite Haltegelenk auf einer gemeinsamen Kugelfläche angeordnet, die besonders vorteilhaft einen anderen Radius hat als die Kugelfläche der ersten Gelenke. Die Kugelflächen haben dabei den Pivotpunkt als Mittelpunkt.

10 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der zumindest eine Antrieb ein Antrieb sein, mit dem das erste Segment des ersten Haltearmes um die erste Halteachse antreibbar ist. Vorteilhafterweise kann außerdem ein weiterer Antrieb vorgesehen sein, der nicht mit dem ersten Antrieb identisch ist, mit dem das erste Segment des zweiten Haltearmes um die zweite Halteachse antreibbar ist. In dieser Ausgestaltung kann die Bewegung des Instrumentenhalters so realisiert werden, dass der oder die Antriebe selbst nicht bewegt, also verschoben, werden. Hierdurch kann die zu bewegende Masse gering gehalten werden. Vorteilhafterweise ist in dieser Ausgestaltung der Erfindung der Instrumentenhalter mit beiden Haltearmen über jeweils ein Gelenk des Instrumentenhalters verbunden.

20 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann der Manipulator eine lineare Verbindung aufweisen, deren eine Seite ortsfest gegenüber dem ersten und dem zweiten Haltegelenk ist, und deren andere Seite mit dem Instrumentenhalter verbunden ist. Die lineare Verbindung ist also zwischen einer zu den Haltegelenken ortsfesten Struktur und dem Instrumentenhalter angeordnet. Nimmt man die Haltegelenke als ortsfest an, beispielsweise verbunden mit einer tragenden Struktur, so ist auch das entsprechenden Ende der linearen Verbindung ortsfest, während sich das mit dem Instrumentenhalter verbundenen Ende der linearen Verbindung um dieses Ende dreht, wenn der Manipulator bewegt wird.

30 Vorteilhafterweise kann die lineare Verbindung mit dem Instrumentenhalter über eine Kardangeln verbunden sein, dass eine Drehungen des Instrumentenhalters in allen winkelfreiheitsgraden um einen Drehpunkt des Kardangelns erlaubt, jedoch eine Drehung des Instrumentenhalters um die Instrumentenachse verhindert. Sofern durch die lineare Verbindung nur die Drehung des Instrumentenhalters um die Instrumentenachse verhindert werden

35

- 5 soll, kann die lineare Verbindung so ausgestaltet sein, dass sie in allen anderen Freiheitsgraden der Bewegung des Instrumentenhalters beweglich ist, also keine anderen Freiheitsgrade einschränkt. Hierzu kann insbesondere die lineare Verbindung mit ihrem relativ zu den Haltegelenken ortsfesten Ende an einem Kardan- oder Kugelgelenk angeordnet sein. Darüberhinaus kann vorteilhaft die lineare Verbindung in diesem Falle eine veränderliche Länge aufweisen. Beispielsweise kann hierzu die lineare Verbindung durch zwei ineinander verlaufende Teile gebildet sein, die ineinander entlang einer Längsachse der linearen Verbindung verschiebbar sind.
- 10
- Sofern durch die lineare Verbindung eine Kraft auf den Instrumentenhalter ausgeübt werden soll, gleichzeitig aber eine Drehung des Instrumentenhalters um die Instrumentenachse nicht verhindert werden soll, kann die lineare Verbindung mit dem Instrumentenhalter auch über ein Kugelgelenk verbunden
- 15 sein.
- In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann der zumindest eine Antrieb die lineare Verbindung antreiben. Dabei wird die Antriebskraft über die lineare Verbindung auf den Instrumentenhalter ausgeübt. Der Antrieb ist dabei wiederum vorteilhafterweise an dem relativ zu den Haltegelenke ortsfesten Ende der linearen Verbindung angeordnet. Der Antrieb kann vorteilhafterweise die lineare Verbindung um eine oder zwei Achsen drehen, die ortsfest gegenüber den Haltegelenken sind.
- 20
- Vorteilhafterweise kann die lineare Verbindung hierbei mittels zweier Antriebe um zwei senkrecht zueinander stehende Achsen angetrieben werden. Dies ermöglicht eine Bewegung des Instrumentenhalters um zwei Winkelfreiheitsgrade um den Pivotpunkt.
- 25
- In einer alternativen Ausführungsform ist es auch möglich, die lineare Verbindung nur um eine Achse anzutreiben, die ortsfest zu den Haltegelenke ist, und einen weiteren Antrieb vorzusehen, mittels welchem eine Kraft in der Längsrichtung der linearen Verbindung ausübbar ist. Auch hierdurch kann eine Bewegung des Instrumentenhalters in zwei Winkelfreiheitsgraden bewirkt werden.
- 30
- 35

- Es ist vorteilhaft, wenn die lineare Verbindung mit ihrem ortsfesten Ende über ein Kardangelenke mit beispielsweise einer die Haltegelenke tragenden Struktur verbunden ist. Es kann hierbei einer oder zwei der genannten Antriebe auf eine oder zwei der Achsen des Kardangelenkes wirken. Wird also, wie oben beschrieben, die lineare Verbindung um zwei ortsfeste Achsen gedreht, können beide Elemente des Kardangelenkes angetrieben sein. Wird die lineare Verbindung nur um eine Achse gedreht, so ist vorteilhaft nur ein Element des Kardangelenkes angetrieben und das andere Element frei beweglich.
- Es sei darauf hingewiesen, dass, wenn beide Elemente des Kardangelenkes angetrieben sind, einer der Antriebe nicht völlig ortsfest ist sondern bei Bewegung durch den anderen Antrieb mitbewegt wird. Vorteilhaft ist der mitbewegte Antrieb jedoch möglichst nah am Kardangelenke angeordnet, so dass das hierbei auftretende Drehmoment gering ist.
- Die genannten Achsen, um welche die lineare Verbindung drehbar ist, stehen vorteilhafterweise senkrecht zur Längsrichtung der linearen Verbindung.
- Vorteilhafterweise weist der erfindungsgemäße Manipulator außerdem einen Instrumentenantrieb auf. Bevorzugterweise ist dieser Instrumentenantrieb so aufgebaut, dass die Antriebselemente ortsfest implementiert sind. Die Kraftübertragung kann beispielsweise durch parallel zur Linearachse ausgerichtete, nicht relativ zueinander drehbare Kolben und Zylinder erfolgen. Die Kolben bzw. Zylinder können auf der ortsfesten Seite mit ortsfesten Motoren und auf der Instrumentenhalterseite mit Kupplungen des Instrumentenantriebs verbunden sein und die Kupplungen von außen antreiben.
- Vorteilhafterweise weist der Instrumentenantrieb eine lineare Übertragung auf, deren eines Ende ortsfest relativ zu einer das erste und das zweite Haltegelenke tragenden Struktur ist, und dessen anderes Ende mit dem Instrumentenhalter verbunden ist. Darüberhinaus weist vorzugsweise der Instrumentenantrieb einen Motor auf, der an dem ortsfesten Ende der linearen Übertragung angreift. Vorteilhafterweise ist die lineare Übertragung so ausgestaltet, dass mit ihr eine durch den Motor ausgeübte Kraft oder ein durch den Motor ausgeübtes Drehmoment zum Instrumentenhalter übertragbar ist.

5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung kann die lineare Übertragung eine Stange sein, die mit dem Motor über ein erstes Kardangelenke, hier als erstes Übertragungskardangelenke bezeichnet, verbunden ist und am Instrumentenhalter über ein zweites Kardangelenke, hier als zweites Übertragungskardangelenke bezeichnet, angreift. In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung kann die lineare Übertragung eine elastische Verbindung und/oder eine Feder sein oder aufweisen, deren eines Ende mit dem Motor verbunden ist und dessen anderes Ende am Instrumentenhalter angreift.

10 Vorteilhafterweise greift die Übertragung am Instrumentenhalter an einer Kupplung an, über welche ein gehaltenes Instrument angetrieben wird.

15 Bevorzugterweise ist eine Länge der linearen Übertragung veränderbar. Sofern die lineare Übertragung als Stange ausgebildet ist, so kann dies beispielsweise dadurch bewirkt werden, dass die Stange zwei ineinander verschiebbliche Teile aufweist. Die Längenveränderlichkeit kann auch dadurch realisiert sein, dass die lineare Übertragung eine Feder aufweist.

20 Durch die Längenveränderlichkeit der linearen Übertragung blockiert die lineare Übertragung nicht die Bewegung des Instrumentenhalters.

25 Im folgenden soll die Erfindung anhand einiger Figuren beispielhaft erläutert werden. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen dabei gleiche oder entsprechende Merkmale. Die in den gezeigten Beispielen genannten Merkmale können auch unabhängig vom konkreten Beispiel realisiert sein.

Es zeigt:

30 Figur 1 verschiedene Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Manipulators für minimalinvasive Chirurgie mit unterschiedlichen Längen von Segmenten von Haltearmen,

35 Figur 2 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit unterschiedlichen Möglichkeiten der Anordnung von Antrieben,

Figur 3 verschiedene Möglichkeiten der Ausgestaltung von Segmenten von

Haltearmen,

Figur 4 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer linearen Verbindung,

5 Figur 5 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer angetriebenen linearen Verbindung,

10 Figur 6 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer linearen Verbindung, die in einer Winkelrichtung und in ihrer Längsrichtung angetrieben ist,

15 Figur 7 einen erfindungsgemäßen Manipulator, wie in Figur 6 gezeigt, bei dem die lineare Verbindung über ein Kugelgelenk mit dem Instrumentenhalter verbunden ist,

20 Figur 8 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer linearen Übertragung zum Antrieb eines Instruments,

25 Figur 9 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer linearen Übertragung zum Antrieb eines Instrumentes, wobei die lineare Übertragung elastische Bereiche aufweist,

30 Figur 10 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer linearen Übertragung zum Antrieb eines Instrumentes, wobei die lineare Übertragung eine Feder aufweist,

35 Figur 11 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer Kupplung zu den Antrieben, und

40 Figur 12 einen erfindungsgemäßen Manipulator mit einer Kupplung zu den Antrieben in den Einzelteilen.

45 Figur 1 zeigt beispielhaft einen erfindungsgemäßen Manipulator für minimal-invasive Chirurgie. Die in drei Teilfiguren zeigen unterschiedliche Varianten des erfindungsgemäßen Manipulators mit variierenden Längen von Segmen-

ten 1a, 1b, 2a, 2b von Haltearmen 1, 2.

Der erfindungsgemäße Manipulator weist zunächst einen Instrumentenhalter
3 auf, der sich entlang einer im Folgenden als Instrumentenachse bezeichne-
5 ten Längsachse des Instrumentenhalters 3 erstreckt. Wie im beigeigten Bei-
spiel dargestellt kann der Instrumentenhalter 3 gerade ausgebildet sein.

Darüberhinaus weist der erfindungsgemäße Manipulator einen ersten
Haltearm 1 auf, der ein erstes Segment 1a und ein zweites Segment 1b auf-
10 weist. Dabei ist das erste Segment 1a mit dem zweiten Segment 1b über ein
einachsiges erstes Verbindungsgelenk 21 verbunden. Das erste Verbindungs-
gelenk 21 ist um eine erste Verbindungsachse 51 drehbar, die durch einen
Pivotpunkt 4 verläuft. Der Pivotpunkt 4 ist dabei auf dem Instrumentenhalter
3 bzw. der Instrumentenachse angeordnet.

15 Das erste Segment 1a des erste Haltearmes 1 ist an seinem dem ersten Ver-
bindungsgelenk 21 abgewandten Ende an einem ersten Haltegelenk 11 ange-
ordnet, dass um eine erste Halteachse 41 drehbar ist, die ebenfalls durch den
Pivotpunkt 4 verläuft. Darüberhinaus ist das zweite Segment 1b des ersten
20 Haltearmes 1 an seinem dem ersten Verbindungsgelenk 21 abgewandten En-
de mit dem Instrumentenhalter 3 an einem ersten Ort des Instrumentenhal-
ters über ein einachsiges erstes Gelenk 31 des Instrumentenhalters verbun-
den, das um die Instrumentenachse drehbar ist.

25 In entsprechender Weise weist der zweite Haltearm 2 ein erstes Segment 2a
und ein zweites Segment 2b auf, die über ein zweites Verbindungsgelenk 22
miteinander verbunden sind. Das Verbindungsgelenk 22 ist dabei um eine
zweite Verbindungsachse 52 drehbar, die durch den Pivotpunkt 4 verläuft.

30 Das erste Segment 2a des zweiten Haltearmes 2 ist an seiner dem zweiten
Verbindungsgelenk 22 abgewandten Seite an einem zweiten Haltegelenk 12
angeordnet, dass um eine zweite Halteachse drehbar ist. Wie in Figur 1 ge-
zeigt, kann die zweite Halteachse optional mit der ersten Halteachse 41 zu-
sammenfallen. Wichtig ist jedoch nur, dass die zweite Halteachse durch den
35 Pivotpunkt 4 verläuft.

Das zweite Element 2b des zweiten Haltearmes 2 ist an seinem dem zweiten Verbindungsgelenk 22 angewandten Ende mit dem Instrumentenhalter 3 an einem zweiten Ort des Instrumentenhalters verbunden. Die Verbindung kann über ein einachsiges zweites Gelenk 32 des Instrumentenhalters gebildet sein, das um die Instrumentenachse drehbar ist, sie kann aber auch fest sein.

Im gezeigten Beispiel können alle Segmente 1a, 1b, 2a und 2b als Kreisbögen ausgestaltet sein, deren Kreismittelpunkt durch den Pivotpunkt 4 gebildet wird. Die jeweiligen Gelenke 11, 21, 31, 12, 22, 32 sind dabei jeweils am Ende des entsprechenden Kreisbogens angeordnet.

Im gezeigten Beispiel können das erste Gelenk 31 des Instrumentenhalters und gegebenenfalls das zweite Gelenke 32 des Instrumentenhalters, bzw. der erste Ort des Instrumentenhalters und der zweite Ort des Instrumentenhalters, voneinander beabstandet sein. Auch kann der Abstand des ersten Haltegelenkes 11 vom Pivotpunkt 4 unterschiedlich zum Abstand des zweiten Haltegelenkes 12 vom Pivotpunkt 4 sein. Im gezeigten Beispiel können alle Gelenke 11, 21, 31 des ersten Haltearmes 1 auf einer gemeinsamen Kugeloberfläche angeordnet sein, deren Mittelpunkt der Pivotpunkt 4 bildet und alle Gelenke 12, 22, 32 des zweiten Haltearmes 2 können auf einer weiteren Kugeloberfläche angeordnet sein, deren Mittelpunkt ebenfalls der Pivotpunkt 4 ist, wobei der Radius der Kugeloberfläche des zweiten Haltearmes 2 kleiner als jener des ersten Haltearmes 1 ist. Durch eine solche Anordnung kann eine Kollision der Haltearme in jeder Position wirkungsvoll vermieden werden, da sich die Haltearme stets in unterschiedlichen Kugeloberflächen bewegen.

Erfindungsgemäß weist der Manipulator zumindest einen Antrieb 61, 62 auf, mit dem eine Drehung des Instrumentenhalters 3 bzw. der Instrumentenachse in zwei Winkelfreiheitsgraden um den Pivotpunkt bewirkbar ist. Im gezeigten Beispiel kann der Manipulator zwei Antriebe 61 und 62 aufweisen. Dabei ist über den Antrieb 61 das Haltegelenk 11 antreibbar und über den Antrieb 62 das Haltegelenk 12. Über den ersten 1 und den zweiten 2 Haltearm wird dadurch der Instrumentenhalter 3 um den Pivotpunkt 4 bewegt. Unabhängig von der Anordnung der Antriebe 61, 62 ist in der erfindungsgemäßen Konstruktion die Lage der Haltegelenke 11 und 12 stets fest gegenüber der Lage des Pivotpunktes 4. Sind die Haltegelenke 11 und 12 daher ortsfest beispiels-

weise mit einer tragenden Struktur verbunden, so ist auch der Pivotpunkt 4 konstruktionsbedingt ortsfest.

5 Im gezeigten Beispiel wird durch den ersten Antrieb 61 das erste Segment 1a des ersten Haltearmes 1 angetrieben und durch den zweiten Antrieb 62 das erste Segment 2a des zweiten Haltearmes 2.

10 Die drei Teilbilder der Figur 1 zeigen unterschiedliche Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Manipulators, in denen die Verbindungsgelenke 21, 22 unterschiedlich angeordnet sind. Eine unterschiedliche Anordnung der Verbindungsgelenke 21 und 22 führt zu unterschiedlichen Längen der entsprechenden Segmente 1a, 1b, 2a und 2b. Es ist insbesondere auch möglich, was in Figur 1 nicht gezeigt ist, dass die Verbindungsgelenke 21 und 22 coaxial zueinander angeordnet sind, so dass die erste Verbindungachse 51 und die zweite Verbindungachse 52 aufeinander liegen.

20 Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Manipulator, auf den die Figur 1 gemachten Aussagen ebenfalls zutreffen. Anders als in Figur 1 sind jedoch hier die Antriebe 61 des ersten Haltearmes 1 und 62 des zweiten Haltearmes 2 nicht coaxial angeordnet und die Haltegelenke 11 des ersten Haltearmes und 12 des zweiten Haltearmes sind daher ebenfalls nicht coaxial angeordnet. Dennoch sind auch hier in beiden Teilbildern die Antriebe 61 und 62 sowie die Haltegelenke 11 und 12 so angeordnet, dass deren Drehachsen wie auch die Drehachsen aller anderen Gelenke durch den Pivotpunkt 4 verlaufen.

25 Figur 3 zeigt beispielhaft verschiedene mögliche Ausgestaltungen der in Figur 1 und Figur 2 sowie den anderen Beispielen zum Einsatz kommenden Segmente 1a, 1b, 2a und/oder 2b. Die gezeigten Segmente verlaufen je nach Funktion im Manipulator zwischen den Gelenken 31, 32, 21 oder 22 einerseits und den Gelenken 21, 11, 22 oder 12 andererseits.

30 Unabhängig von der Form des entsprechenden Segments sind die Gelenke 31, 32, 21 oder 22 und 21, 11, 22 oder 12 am Ende des jeweiligen Segments 1a, 1b, 2a, 2b so angeordnet, dass ihre Drehachsen durch den Pivotpunkt 4 verlaufen.

35

Im linken Bild ist das Segment 1a, 1b, 2a, 2b kreisbogenförmig ausgebildet um den Pivotpunkt 4 als Mittelpunkt.

5 Im mittleren Teilbild ist das Segment gerade ausgebildet, wobei nur die Enden des Segments so abgeknickt sind, dass die Drehachsen der Gelenke 31, 21, 32, 22 und 21, 11, 22, 12 durch den Pivotpunkt 4 verlaufen.

10 Im rechten Teilbild ist das Segment 1a, 1b, 2a, 2b in seiner Mitte in zwei gleichlange Schenkel abgeknickt, die jeweils gerade sind. Der Winkel zwischen den beiden Schenkeln ist dabei so gewählt, dass die Drehachsen der Gelenke 31, 32, 21, 22 und 21, 11, 22, 12 durch den Pivotpunkt 4 verlaufen. Eine Vielzahl weiterer Ausgestaltungen der Segmente ist möglich, sofern die Randbedingung erfüllt ist, dass die Drehachsen der Gelenke an den Enden der Segmente durch den Pivotpunkt 4 verlaufen.

15
20 Figur 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Manipulator, in dem die Anordnung der Haltearme 1 und 2 mit den dazugehörigen Gelenken und Segmenten sowie der Antriebe 61 und 62 der Haltegelenke 11 und 12 jener in Figur 1 gezeigten entspricht. Auf die Beschreibung der Figur 1 soll daher diesbezüglich Bezug genommen werden.

25 Zusätzlich zur in Figur 1 gezeigten Ausgestaltung weist der Manipulator in Figur 4 eine lineare Verbindung 401 auf. Darüberhinaus zeigt Figur 4 eine tragenden Struktur 402, welche die Antriebe 61 und 62 sowie die Haltegelenke 11 und 12 trägt. Die Antriebe 61, 62 und Haltegelenke 11, 12 sind daher ortsfest relativ zur Struktur 402. Aufgrund der erfindungsgemäßen Konstruktion ist außerdem die tragende Struktur 402 ortsfest gegenüber dem Pivotpunkt 4.

30 Die lineare Verbindung 401 verläuft nun zwischen der tragenden Struktur 402 einerseits und dem Instrumentenhalter 3 andererseits. Das eine Ende der linearen Verbindung ist also ortsfest gegenüber der tragenden Struktur 402 und den Haltegelenken 11 und 12. Die andere Seite der linearen Verbindung 401 ist mit dem Instrumentenhalter 3 verbunden. Sofern hier wie auch in den anderen Beispielen von einem ortsfesten Ende die Rede ist, so bezeichnet dies
35 bei einem an einem Gelenk angeordneten Element den Drehpunkt des Gelenkes.

Die Verbindung der linearen Verbindung 401 mit dem Instrumentenhalter 3 kann über ein Kardangelenk 403 realisiert sein. Im Allgemeinen wird hier unter einem Kardangelenk ein Gelenk verstanden, das zwei senkrechte zueinander stehende einachsige Gelenke aufweist.

Im in Figur 4 gezeigten Beispiel erlaubt das Gelenk 403 eine Drehung des Instrumentenhalters 3 um eine Achse die senkrecht zur Längsrichtung des Instrumentenhalters 3 und senkrecht zu einer Längsrichtung der linearen Verbindung 401 steht. Darüberhinaus erlaubt Das Gelenk 403 eine Drehung dieser Achse um eine Drehachse, die parallel zur Längsrichtung der linearen Verbindung 401 verläuft. Dieser Freiheitsgrad kann durch die Verbindung des Gelenks 403 mit der linearen Verbindung 401 als einachsiges Gelenk realisiert sein, oder es kann die lineare Verbindung 401 fest mit dem Gelenk 403 verbunden sein und die lineare Verbindung selbst so ausgestaltet sein, dass ihre Enden gegeneinander um die Längsachse der linearen Verbindung 401 drehbar sind.

Die lineare Verbindung 401 ist im in Figur 4 gezeigten Beispiel durch zwei Segmente realisiert, die ineinander in Richtung der Längsrichtung der linearen Verbindung 401 verschieblich sind. Dadurch ist der Abstand zwischen dem Gelenk 403 und dem ortsfesten Ende der linearen Verbindung 401 variabel.

Das an der tragenden Struktur 402 angeordnete Ende der linearen Verbindung 401 ist mit der tragenden Struktur 402 über ein Kardangelenk 404 verbunden, dass eine Drehung der linearen Verbindung 401 um das ortsfeste Ende in allen Winkelfreiheitsgraden erlaubt.

In Figur 4 ist die lineare Verbindung 401 lediglich passiv und dient dazu, eine Drehung des Instrumentenhalters 3 um die Instrumentenachse, also seine Längsrichtung, zu verhindern.

Figur 5 zeigt einen erfindungsgemäßen Manipulator, dessen Aufbau abgesehen von den im Folgenden beschriebenen Unterschieden, jenen des Manipulators in Figur 4 entspricht.

- Anders als in Figur 4 sind die Haltegelenke 11 und 12 des ersten Haltearmes 1 und des zweiten Haltearmes 2 im in Figur 5 gezeigten Beispiel nicht angetrieben. Eine Bewegung des Instrumentenhalters 3 wird in Figur 5 durch Antriebe 501 und 502 bewirkt, die eine Drehung der linearen Verbindung 401 um deren ortsfestes Ende, also das relativ zur tragenden Struktur 402 feste Ende, bewirken. Wie in Figur 5 gezeigt, können die Antriebe 501 und 502 das Kardangelk 404 antreiben, über welches die lineare Verbindung 401 mit der tragenden Struktur 402 verbunden ist. In Figur 5 ist für jeden Winkelfreiheitsgrad der linearen Verbindung 401 einer der Antriebe 501 und 502 zuständig. Durch die Antriebe 501 und 502 kann der Instrumentenhalter daher in jede Winkelposition um den Pivotpunkt 4 bewegt werden. Die lineare Verbindung 401 ist hierbei also nicht passiv, wie Figur 4, sondern aktiv angetrieben durch die Antriebe 501 und 502.
- Figur 6 zeigt eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Manipulators, der, bis auf die im Folgenden beschriebenen Unterschiede, dem in Figur 4 gezeigten Manipulator entspricht.
- Anders als in Figur 4 gezeigt, weist der in Figur 6 gezeigte Manipulator keine Antriebe der Haltegelenke 11 und 12 auf. Es ist jedoch ein Antrieb 601 vorgesehen, mit dem die lineare Verbindung 401 in einem Winkelfreiheitsgrad antreibbar ist. Darüberhinaus weist die in Figur 6 gezeigte Vorrichtung einen linearen Antrieb 602 auf, der eine Längenänderung der linearen Verbindung 401 bewirken kann. Hierzu weist die lineare Verbindung 401 wiederum zwei Segmente auf, die einander verschieblich sind. Der lineare Antrieb 602 bewirkt dabei die entsprechende Verschiebung. Mittels der Antriebe 601 und 602 kann der Instrumentenhalter 3 in beiden Winkelfreiheitsgraden um den Pivotpunkt 4 bewegt werden.
- Figur 7 zeigt eine weitere beispielhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Manipulators. Die in Figur 7 gezeigte Ausgestaltung entspricht bis auf den folgenden ausgeführten Unterschied der in Figur 6 gezeigten Ausführung. Anders als in Figur 6 ist in Figur 7 die lineare Verbindung 401 mit dem Instrumentenhalter 3 nicht über ein Kardangelk 403 verbunden, sondern über ein Kugelgelenk 701. Im Gegensatz zu der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform ist daher eine Rotation des Instrumentenhalters 3 um die Instrumentenachse mög-

lich. Bezüglich der anderen Eigenschaften der in Figur 7 gezeigten Ausführungsform wird auf Figur 6 Bezug genommen.

5 Figur 8 zeigt eine weitere beispielhafte Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Manipulators. Bis auf die im Folgenden dargestellten Unterschiede entspricht diese Ausgestaltung der in Figur 6 gezeigten Ausgestaltung. Betreffend der übereinstimmenden Merkmale soll daher auf die Beschreibung zu Figur 6 Bezug genommen werden.

10 Zusätzlich zu der in Figur 6 gezeigten Ausführungsform weist die in Figur 8 gezeigte Ausführungsform einen Instrumentenantrieb auf, mit dem ein vom Instrumentenhalter 3 gehaltenes Instrument antreibbar ist. Der Instrumentenantrieb weist eine lineare Übertragung 803 auf, deren eines Ende im Wesentlichen ortsfest relativ zu der tragenden Struktur 402 ist und deren andere Ende mit dem Instrumentenhalter 3 verbunden ist.

15 Der Instrumentenantrieb weist einen Antriebsmotor 801 auf, der an der linearen Übertragung 803 angreift. Im gezeigten Beispiel kann der Motor 801 mit der linearen Übertragung 803 beispielsweise über ein Kardangelenk 802 gekoppelt sein, so dass eine vom Motor 801 ausgeübte Kraft oder ein von dem Motor 801 ausgeübtes Drehmoment auf die lineare Übertragung 803 übertragbar ist.

20 Das dem ortsfesten Ende gegenüberliegende Ende der linearen Übertragung 803 greift am Instrumentenhalter 3 an. Es kann dabei insbesondere an einer Kupplung 804 angreifen, über die das Instrument antreibbar ist. Beispielsweise kann hier die lineare Übertragung 803 mit der Kupplung 804 über ein Kardangelenk 805 verbunden sein.

25 Im gezeigten Beispiel kann die lineare Übertragung 803 zwei ineinander verschiebbliche Segmente aufweisen, so dass die lineare Übertragung 803 in ihrer Längsrichtung nicht beschränkend wirkt. Um eine Übertragung eines Drehmomentes entlang der linearen Übertragung 803 zu ermöglichen, hat vorzugsweise die lineare Übertragung 803 einen nicht kreisförmigen Querschnitt. Im in Figur 8 gezeigten Beispiel kann der Querschnitt beispielsweise rechteckig oder quadratisch sein. Der Querschnitt wird hierbei in einer Fläche

30

35

senkrecht zur Längsrichtung der linearen Übertragung 803 betrachtet.

Figur 9 zeigt eine weitere beispielhafte Ausgestaltung eines erfindungsgemä-
ßen Manipulators. Die in Figur 9 gezeigte Ausgestaltung entspricht dabei jener
5 in Figur 8 gezeigten, mit Ausnahme der im Folgenden beschriebenen Unter-
schiede.

Anders als in Figur 8 ist die lineare Übertragung 803 in Figur 9 mit dem Motor
801 nicht über eine Kardangelenk 802 sondern über ein elastisches Element
902. Darüberhinaus ist die lineare Übertragung 803 mit der Kupplung 804
10 nicht über ein Kardangelenk 805 verbunden, sondern über ein elastisches
Element 905. Die anderen Details der in Figur 9 gezeigten Ausführungsform
können wie in Figur 8 gezeigt und dort beschrieben ausgestaltet sein.

Figur 10 zeigt eine weitere beispielhafte Ausgestaltung des erfindungsgemä-
ßen Manipulators entsprechend dem in Figur 9 gezeigten, mit den im Folgen-
den beschriebenen Unterschieden. Auf die Beschreibung zu Figur 9 soll daher
hier Bezug genommen werden.

Anders in Figur 9 gezeigt ist die lineare Übertragung des Instrumentenantriebs
zwischen dem Motor 801 und der Kupplung 804 nicht durch das gerade inei-
nander verschiebbliche Element 803 und die elastischen Elemente 902 und 905
ausgestaltet, sondern durch eine Feder 1003, die am Motor 801 in einer Füh-
rung 1002 geführt wird und vor der Kupplung 804 in einer Führung 1005 ge-
25 führt wird. Wie die linearen Übertragungen in Figur 8 und Figur 9 ermöglicht
auch die lineare Übertragung in Figur 10 eine Übertragung eines Drehmomen-
tes vom Motor 801 auf die Kupplung 804. Die Längenänderung der linearen
Übertragung, die in den Figuren 8 und 9 durch ineinander verschiebbliche Ele-
mente bewirkt wird, wird in Figur 10 durch die Feder 1003 bewirkt, deren
30 Länge veränderlich ist. Die anderen Details der in Figur 10 gezeigten Ausge-
staltung entsprechend jenen in Figur 8 und 9 gezeigten.

Es sei bezüglich der linearen Übertragung, wie sie in den Figuren 8, 9 und 10
gezeigt ist, darauf hingewiesen, dass die lineare Übertragung aufweisend den
35 Motor 801, die Kupplung 802, 902, 1002, das lineare Element 803, 903, 1003,
die Kopplung 805, 905, 1005 und die Kupplung 804 in den Figuren 8, 9 und 10

in Verbindung mit einem Antrieb 601 und 602 gezeigt ist, wobei die lineare Verbindung 401 durch den Antrieb 601 in einem Winkelbereich und durch den Antrieb 602 in einer Längsrichtung angetrieben wird. Die Realisierung der linearen Übertragung ist jedoch vollständig unabhängig von der Realisierung des Antriebs. Die in den Figuren 8, 9 und 10 gezeigte lineare Übertragung kann daher auch in Verbindung mit Antrieben, wie sie in den Figuren 1, 2, 4 und 5 gezeigt sind, realisiert sein.

Figur 11 zeigt eine beispielhafte Ausführungsform der Erfindung, in welcher die Ausgestaltung der Kinematik mit erstem und zweitem Haltearm sowie dem Instrumentenhalter der in Figur 1 gezeigten Ausgestaltung entspricht. Anders als in Figur 1 sind jedoch die Antriebe 61 und 62 mit dem entsprechenden Segment des Haltearmes über jeweils eine Welle 101 und 102 verbunden. Die beiden Wellen 101 und 102 weisen jeweils zwei Abschnitte 101a, 101b sowie 102a, 102b auf, die über eine Kupplung 103 jeweils miteinander zur vollständigen Welle 101 bzw. 102 verbunden sind. Im gezeigten Beispiel ist hierzu die Welle 101 als Rohr ausgebildet, und die Welle 102 verläuft coaxial zur Welle 101 in deren Innerem.

Die Welle 101 wird im gezeigten Beispiel vom Antrieb 61 über eine Kombination zweier Zahnräder 104a und 104b angetrieben. Die Welle 101 ist Teil des ersten Haltegelenkes 11 und mit dem ersten Segment 1a des ersten Haltearmes 1 verbunden. Sie treibt dieses Segment 1a dadurch an. Es soll hierbei die Welle 101 als Teil des ersten Haltegelenkes 11 angesehen werden. Da die Welle 101 gegenüber dem ersten Segment 1a des ersten Haltearmes 1 fest ist, bildet in diesem Fall eine Tragestruktur 105 der Antriebe den anderen Teil des Haltegelenkes 11, gegenüber dem der erste Haltearm 1a beweglich ist.

Die Welle 102 wird im gezeigten Beispiel vom Antrieb 62 über eine Kombination zweier Zahnräder 106a und 106b angetrieben. Die Welle 102 ist Teil des zweiten Haltegelenkes 12 und mit dem ersten Segment 2a des zweiten Haltearmes 2 verbunden. Sie treibt dieses Segment 2a dadurch an. Die Welle 102 soll hierbei als Teil des zweiten Haltegelenkes 12 verstanden werden. Da die Welle 102 gegenüber dem ersten Segment 2a des zweiten Haltearmes 2 fest ist, bildet hier die Welle 101 des ersten Haltearmes den anderen Teil des Haltegelenkes 12.

Die Antriebe 61 und 62 sind im gezeigten Beispiel an einer gemeinsamen Tragstruktur 105 angeordnet. Die Antriebe 61 und 62 sind dabei auf jener den Haltearmen 1 und 2 abgewandten Seite der Tragstruktur 105 angeordnet.
5 Die Wellen 101 und 102 sind mit den Antrieben 61 und 62 über die genannten Zahnradkombinationen 104a, 104b bzw. 106a, 106b verbunden. Die Wellen durchtreten die Tragstruktur 105.

Die Wellen 101 und 102 sind in zwei Abschnitte 101a und 101b bzw. 102a und 102b unterteilt. Die beiden Abschnitte beider Wellen 101 und 102 sind über die Kupplung 103 miteinander verbunden. Die Kupplung 103 kann dabei einen inneren und einen äußeren Teil aufweisen, wobei über den äußeren Teil die Abschnitte 101a und 101b der äußeren Welle 101 miteinander verbunden sind und über den inneren Teil die Abschnitte 102a und 102b der inneren Welle 102.
10
15

Diese Anordnung erlaubt eine gemeinsame Trennung der Abschnitte der ersten Welle 101 und der zweiten Welle 102. Hierdurch kann jener die Antriebe 61 und 62 aufweisende Teil des Manipulators eingesetzt werden, ohne selbst sterilisiert werden zu müssen. Andererseits kann jener die Haltearme 1 und 2 aufweisende Teil des Manipulators einfach sterilisiert werden, da alle problematischen Teile des Antriebs an der Kupplung 103 abtrennbar sind.
20

Figur 12 zeigt den in Figur 11 gezeigten erfindungsgemäßen Manipulator, wobei die Antriebseinheit und die Wellen 101 und 102 getrennt dargestellt sind. Es ist zu erkennen, dass die erste Welle 101 einen ersten Abschnitt 101a und einen zweiten Abschnitt 101b aufweist, die coaxial zur Halteachse 41 angeordnet sind.
25

Die Welle 102 weist einen ersten Abschnitt 102a und einen zweiten Abschnitt 102b auf, die ebenfalls coaxial zur Halteachse 41 angeordnet sind.
30

Der erste Abschnitt 101a der ersten Welle 101 wird mittels eines Zahnrades 104b durch den Antrieb 61 angetrieben. Über die Kupplung 103 überträgt der erste Abschnitt 101a das Drehmoment auf den zweiten Abschnitt 101b der ersten Welle, der mit dem Haltearm 1 verbunden ist.
35

Der erste Abschnitt 102a der zweiten Welle 102 wird über ein Zahnrad 106b vom anderen Antrieb 62 angetrieben. Der erste Abschnitt 102a überträgt das Drehmoment über die Kupplung 103 auf den zweiten Haltearm 2.

5

Der erste Abschnitt 101a der ersten Welle 101 ist mit dem zweiten Abschnitt 101b der ersten Welle 101 über den äußeren Teil 103a der Kupplung 103 verbunden und der erste Abschnitt 102a der zweiten Welle 102 ist mit dem zweiten Abschnitt 102b der zweiten Welle 102 über den inneren Teil 103b der Kupplung 102 verbunden.

10

An der Kupplung 103 sind die ersten Abschnitte 101a, 102a von den zweiten Abschnitten 101b, 102b der Wellen 101 und 102 trennbar und verbindbar.

Patentansprüche

5

1. Manipulator für minimalinvasive Chirurgie,
aufweisend

10

einen Instrumentenhalter, der sich entlang einer als Instrumentenachse bezeichneten Längsachse des Instrumentenhalters erstreckt,

15

einen ersten Haltearm mit einem ersten Segment des ersten Haltearms und einem zweiten Segment des ersten Haltearmes, wobei das erste Segment des ersten Haltearmes mit dem zweiten Segment des ersten Haltearmes über ein einachsiges erstes Verbindungsgelenk verbunden ist, das um eine erste Verbindungsachse drehbar ist, welche durch einen auf der Instrumentenachse liegenden Pivotpunkt verläuft,

20

einen zweiten Haltearm mit einem ersten Segment des zweiten Haltearms und einem zweiten Segment des zweiten Haltearms, wobei das erste Segment des zweiten Haltearmes mit dem zweiten Segment des zweiten Haltearmes über ein einachsiges zweites Verbindungsgelenk verbunden ist, das um eine zweite Verbindungsachse drehbar ist, welche durch den Pivotpunkt verläuft, und

25

wobei das erste Segment des ersten Haltearmes an einem dem ersten Verbindungsgelenk abgewandten Ende an einem ersten Haltegelenk angeordnet ist, das um eine erste Halteachse drehbar ist, die durch den Pivotpunkt verläuft,

30

wobei das zweite Segment des ersten Haltearms an einem dem ersten Verbindungsgelenk abgewandten Ende mit dem Instrumentenhalter an einem ersten Ort des Instrumentenhalters über ein einachsiges erstes Gelenk des Instrumentenhalters verbunden ist, das um die Instrumentenachse drehbar ist,

35

5 wobei das erste Segment des zweiten Haltearms an einem dem zweiten Verbindungsgelenk abgewandten Ende an einem zweiten Haltegelenk angeordnet ist, das um eine zweite Halteachse drehbar ist, die durch den Pivotpunkt verläuft,

10 wobei das zweite Segment des zweiten Haltearms an einem dem zweiten Verbindungsgelenk abgewandten Ende mit dem Instrumentenhalter an einem zweiten Ort des Instrumentenhalters verbunden ist, und

weiter aufweisend zumindest einen Antrieb, mit dem eine Drehung der Instrumentenachse in zwei Winkelfreiheitsgraden um den Pivotpunkt bewirkbar ist.

15 2. Manipulator nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die erste Halteachse mit der zweiten Halteachse zusammenfällt.

3. Manipulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das zweite Segment des zweiten Haltearms am zweiten Ort des Instrumentenhalters über ein einachsiges zweites Gelenk des Instrumentenhalters verbunden ist, das um die Instrumentenachse drehbar ist.

20 4. Manipulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das erste Gelenk des Instrumentenhalters am ersten Ort des Instrumentenhalters gegenüber dem zweiten Ort des Instrumentenhalters beabstandet ist und/oder das erste Haltegelenk vom Pivotpunkt einen anderen Abstand hat als das zweite Haltegelenk.

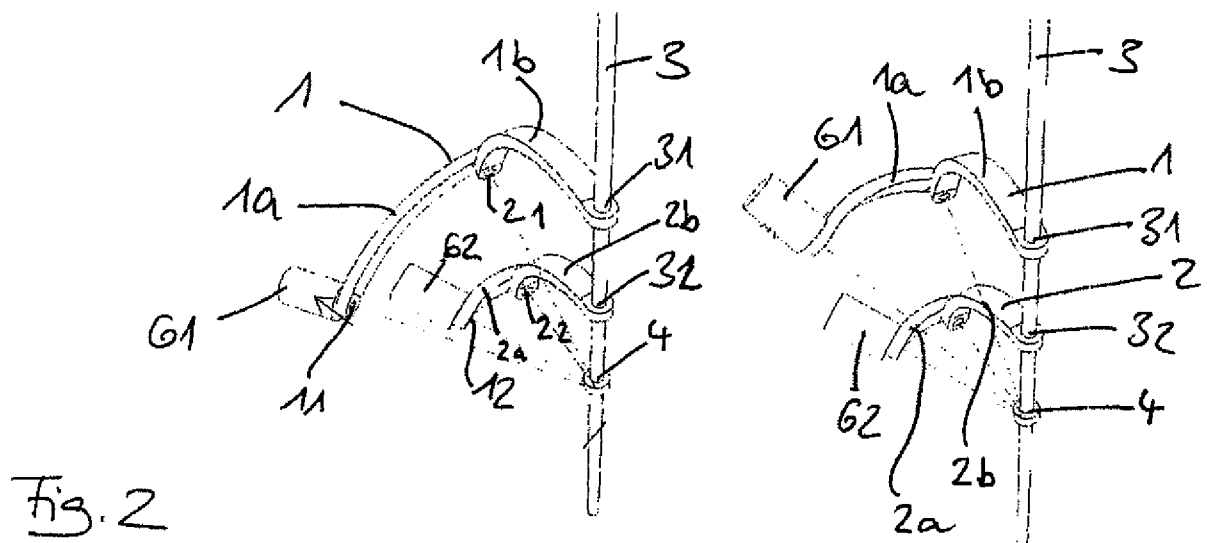
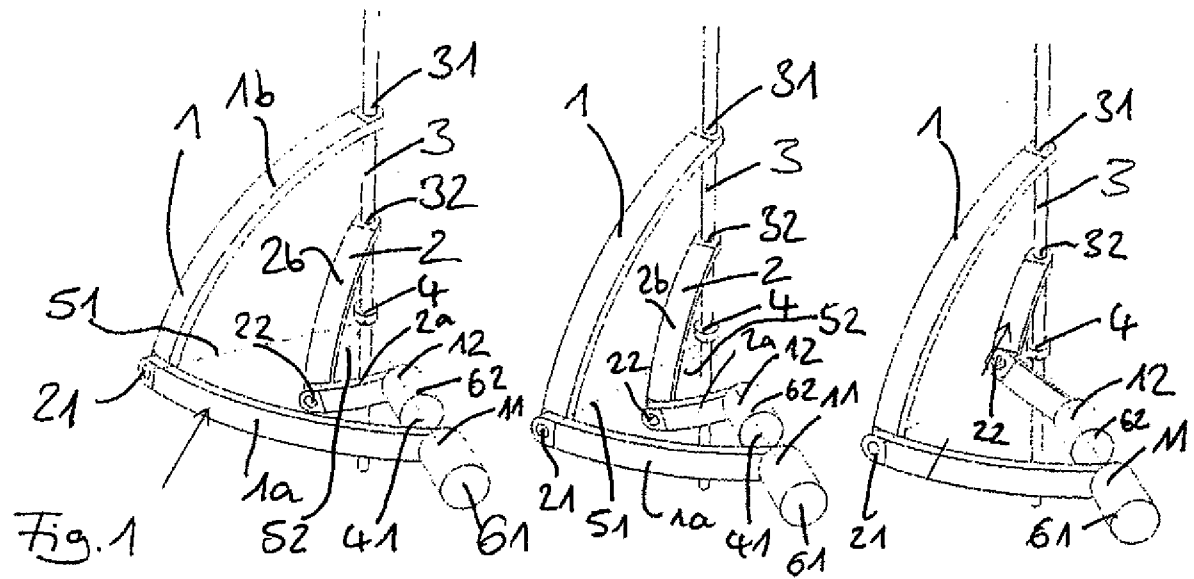
25 5. Manipulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zumindest eine Antrieb ein Antrieb ist, mit dem das erste Segment des ersten Haltearms um die erste Halteachse antreibbar ist und/oder ein nicht mit dem ersten Antrieb identischen Antrieb, mit dem das erste Segment des zweiten Haltearms um die zweite Halteachse antreibbar ist.

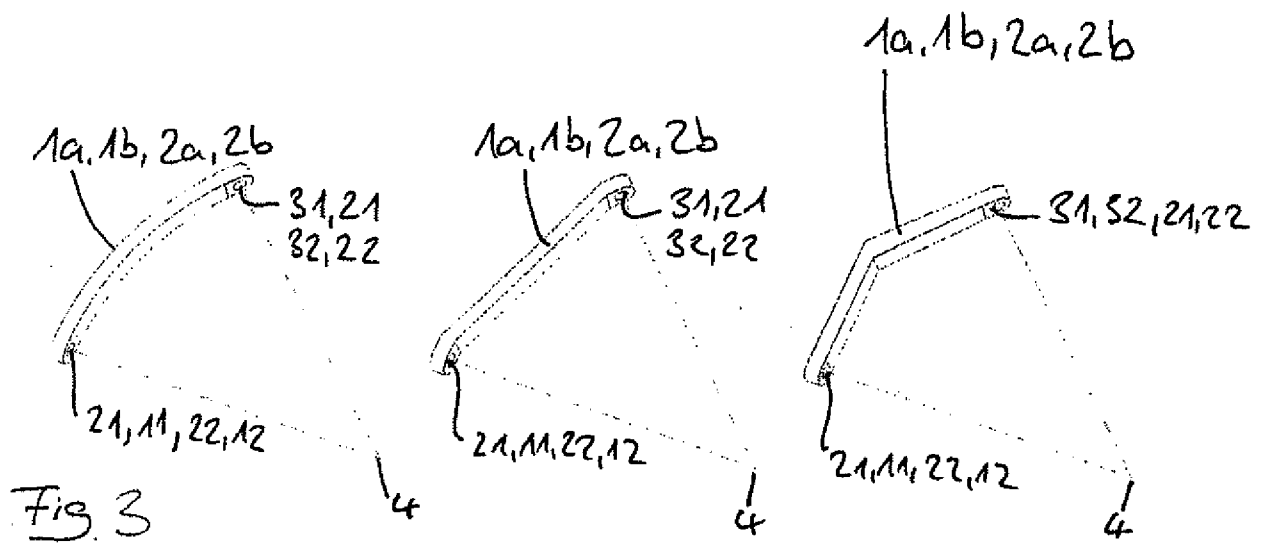
30

- 5 6. Manipulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
aufweisend zwei der Antriebe, wobei ein erster der zwei Antriebe mit
dem ersten Segment des ersten Haltearmes über eine erste Welle als
Teil des ersten Haltegelenkes verbunden ist,
wobei ein zweiter der zwei Antriebe mit dem ersten Segment des
zweiten Haltearmes über eine zweite Welle als Teil des zweiten Halte-
gelenkes verbunden ist,
wobei die erste und die zweite Welle jeweils zwei Abschnitte aufwei-
sen, die über eine Kupplung miteinander verbunden sind.
- 10 7. Manipulator nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die erste
Welle als Rohr ausgebildet ist und die zweite Welle coaxial im Inneren
der ersten Welle angeordnet ist oder wobei die zweite Welle als Rohr
ausgebildet ist und die erste Welle coaxial im Inneren der ersten Welle
angeordnet ist,
15 wobei die Kupplung so ausgestaltet ist, dass sie die Abschnitte beider
Wellen miteinander verbindet.
- 20 8. Manipulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei das erste Verbindungsgelenk, das erste Haltegelenk und das ers-
te Gelenk des Instrumentenhalters auf einer gemeinsamen Kugelober-
fläche liegen, deren Mittelpunkt der Pivotpunkt ist und/oder das zwei-
te Verbindungsgelenk, das zweite Haltegelenk und das zweite Gelenk
des Instrumentenhalters auf einer gemeinsamen Kugeloberfläche lie-
gen, deren Mittelpunkt der Pivotpunkt ist.
- 25 9. Manipulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
mit einer linearen Verbindung, deren eine Seite ortsfest gegenüber
dem ersten und dem zweiten Haltegelenk ist und deren andere Seite
mit dem Instrumentenhalter verbunden ist.
- 30 10. Manipulator nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Verbin-
dung mit dem Instrumentenhalter über ein Kardangeln oder ein Ku-
gelgelenk verbunden ist und/oder mit einer das erste und das zweite
Haltegelenk tragenden Struktur über ein Kardangeln oder ein Kugel-
gelenk verbunden ist.

11. Manipulator nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei mit dem zumindest einen Antrieb die lineare Verbindung um zumindest eine Achse drehbar ist, die senkrecht zu einer Längsrichtung der linearen Verbindung steht.
- 5 12. Manipulator nach einem der Ansprüche 8 bis 10, wobei der Manipulator zwei der Antrieb aufweist, wobei mit einem der Antriebe die lineare Verbindung um eine Achse drehbar ist, die senkrecht zur Längsrichtung der linearen Verbindung steht und mit dem anderen der Antriebe die lineare Verbindung um eine Achse drehbar ist, die senkrecht zur Längsrichtung der linearen Verbindung und senkrecht zur Achse, um den die lineare Verbindung mit dem anderen Antrieb drehbar ist, steht.
- 10 13. Manipulator nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei die lineare Verbindung nur den Raumwinkel festlegt, indem sich der Verbindungspunkt der linearen Verbindung mit dem Instrumentenhalter um das andere Ende der linearen Verbindung befindet.
- 15 14. Manipulator nach einem der 8 bis 11, wobei mit der linearen Verbindung eine Kraft in Längsrichtung der linearen Verbindung bewirkbar ist.
- 20 15. Manipulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, aufweisend einen Instrumentenantrieb, mit dem ein vom Instrumentenhalter gehaltenes Instrument antreibbar ist, wobei der Instrumentenantrieb eine lineare Übertragung aufweist, deren eines Ende ortsfest relativ zu einer das erste und das zweite Haltegelenk tragenden Struktur ist und dessen anderes Ende mit dem Instrumentenhalter verbunden ist, und einen Motor, der an dem ortsfesten Ende der linearen Übertragung angreift,
- 25 wobei die lineare Übertragung so ausgestaltet ist, dass mit ihr eine durch den Motor ausgeübte Kraft zum Instrumentenhalter übertragbar ist.
- 30

- 5 16. Manipulator nach dem vorhergehenden Anspruch,
 wobei die lineare Übertragung eine Stange ist, die mit dem Motor
 über ein erstes Übertragungskardangeln verbunden ist und am In-
 strumentenhalter über ein zweites Übertragungskardangeln an-
 greift.
- 10 17. Manipulator nach einem der Ansprüche 14 oder 15, wobei die lineare
 Übertragung eine elastische Verbindung oder eine Feder ist, deren ei-
 nes Ende mit dem Motor verbunden ist und deren anderes Ende am
 Instrumentenhalter angreift, wobei vorzugsweise am anderen Ende
 auch ein Encoder angeordnet ist, mit dem eine Drehung des Motors
 messbar ist.
- 15 18. Manipulator nach einem der Ansprüche 14 bis 16, wobei die lineare
 Übertragung am Instrumentenhalter an einer Kupplung angreift, über
 welche ein gehaltenes Instrument antreibbar ist und/oder entlang der
 Instrumentenachse hoch und runter schiebbar ist.





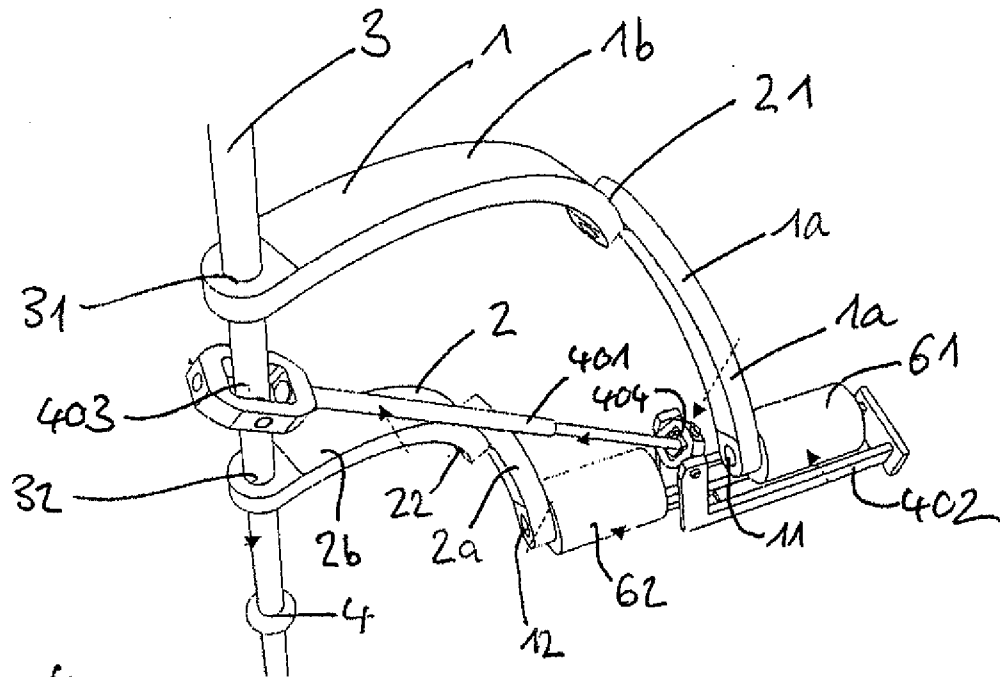


Fig. 4

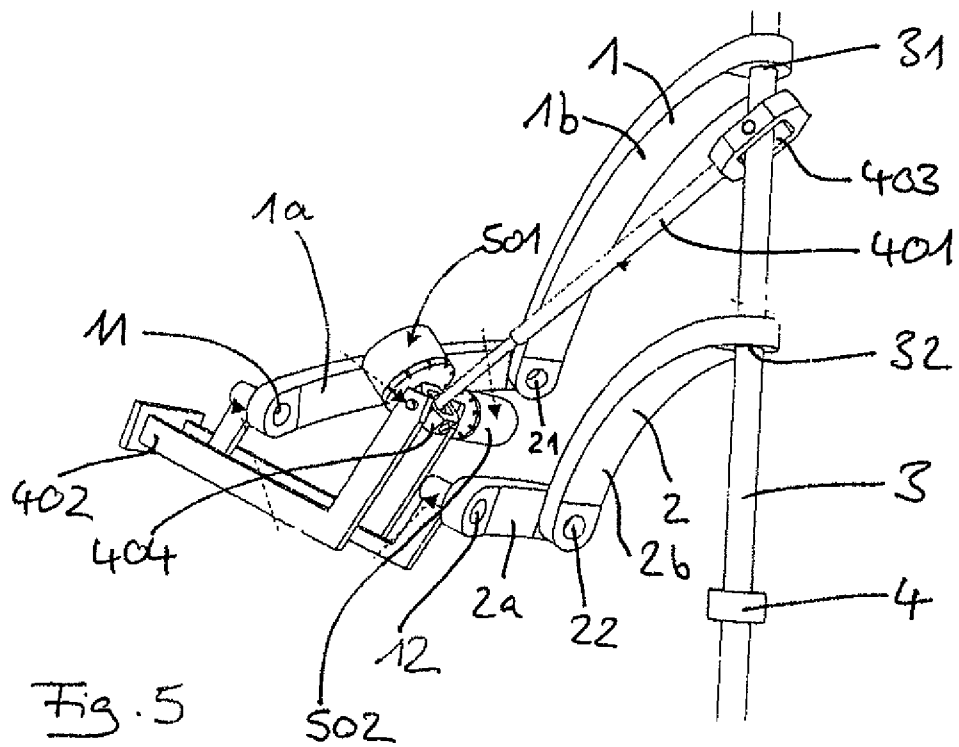


Fig. 5

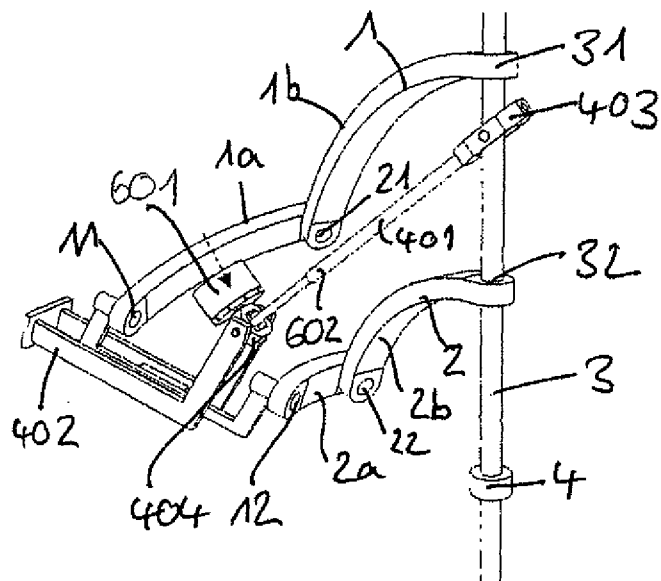


Fig. 6

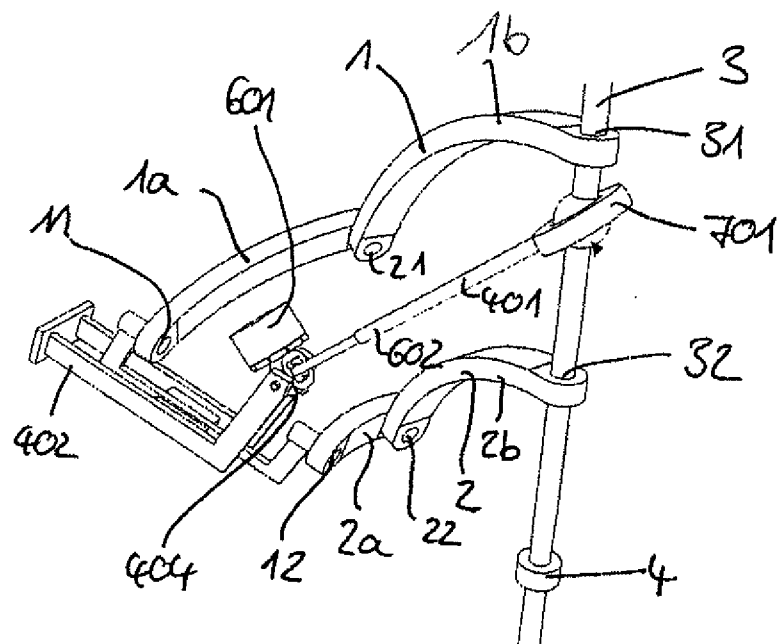


Fig. 7

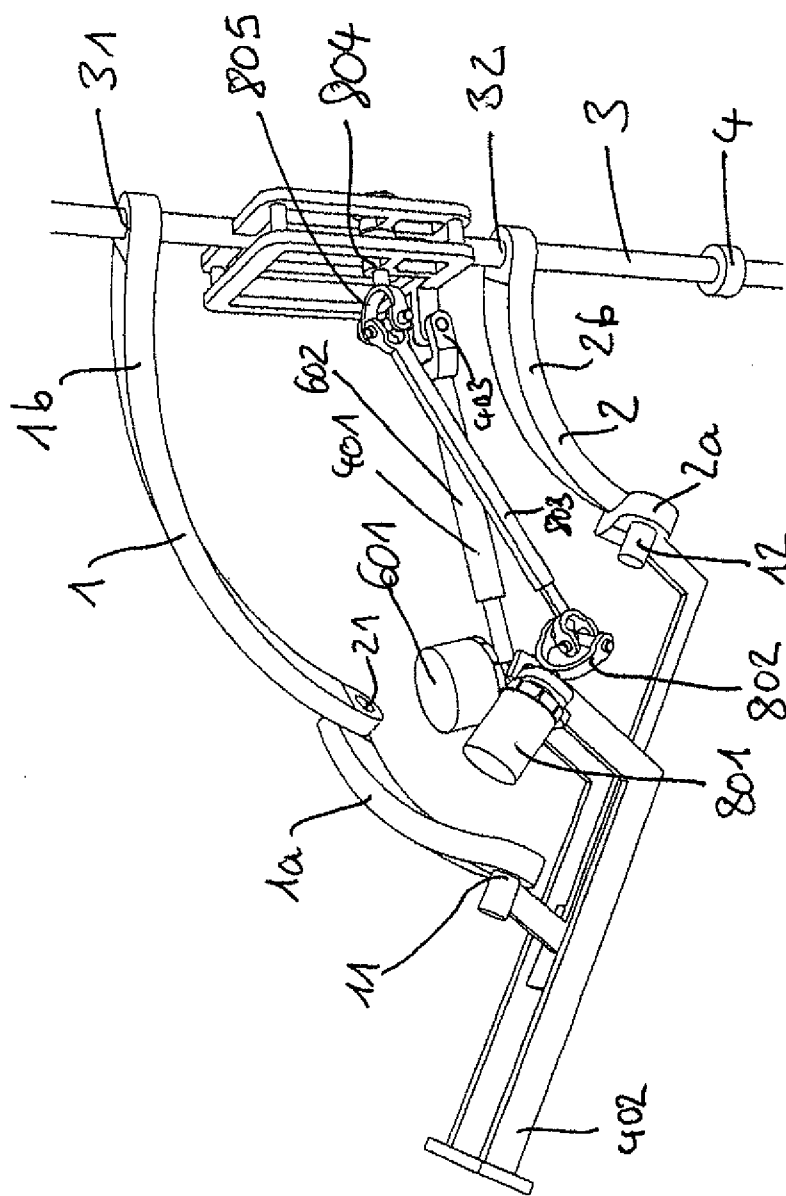
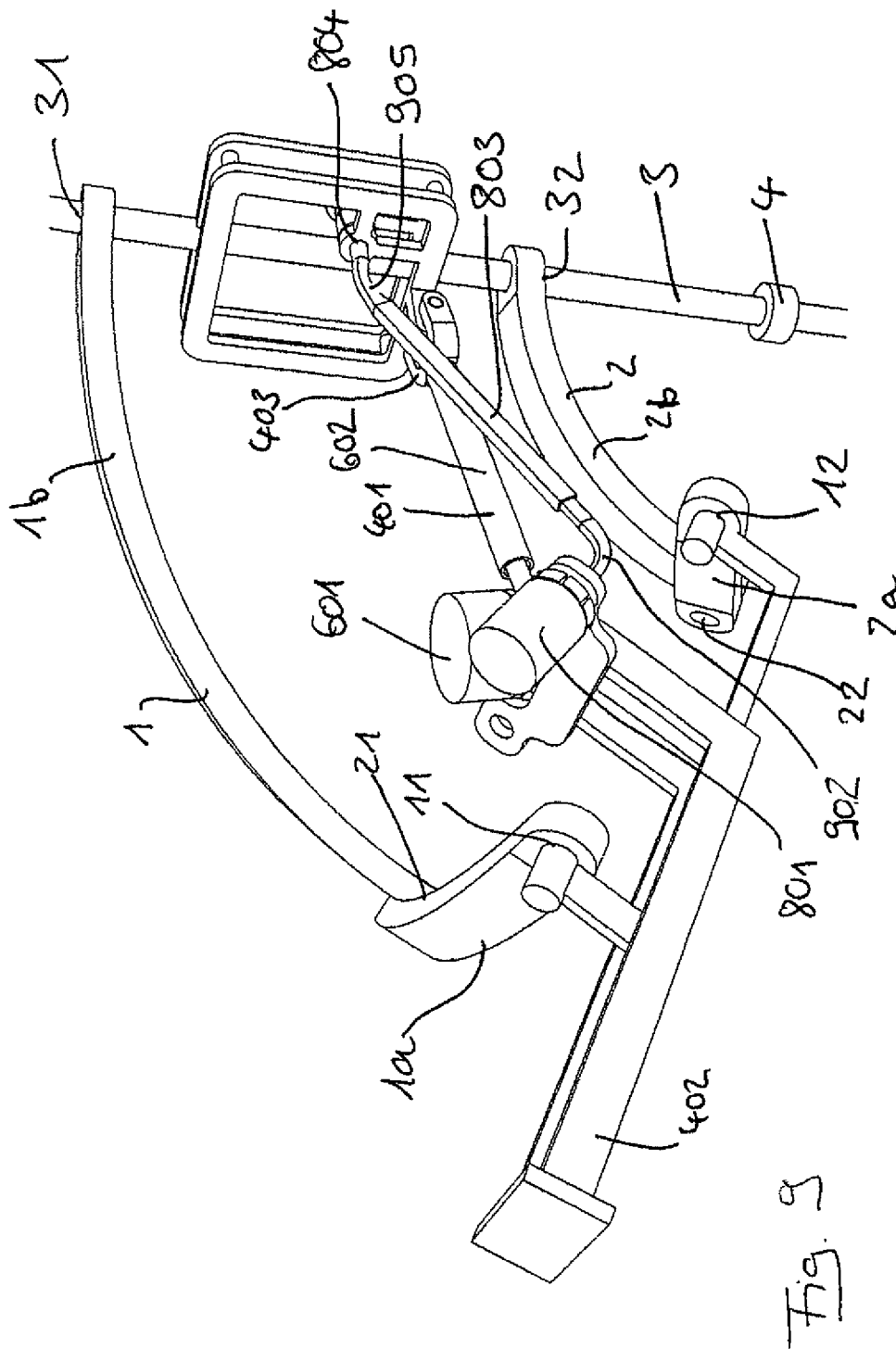
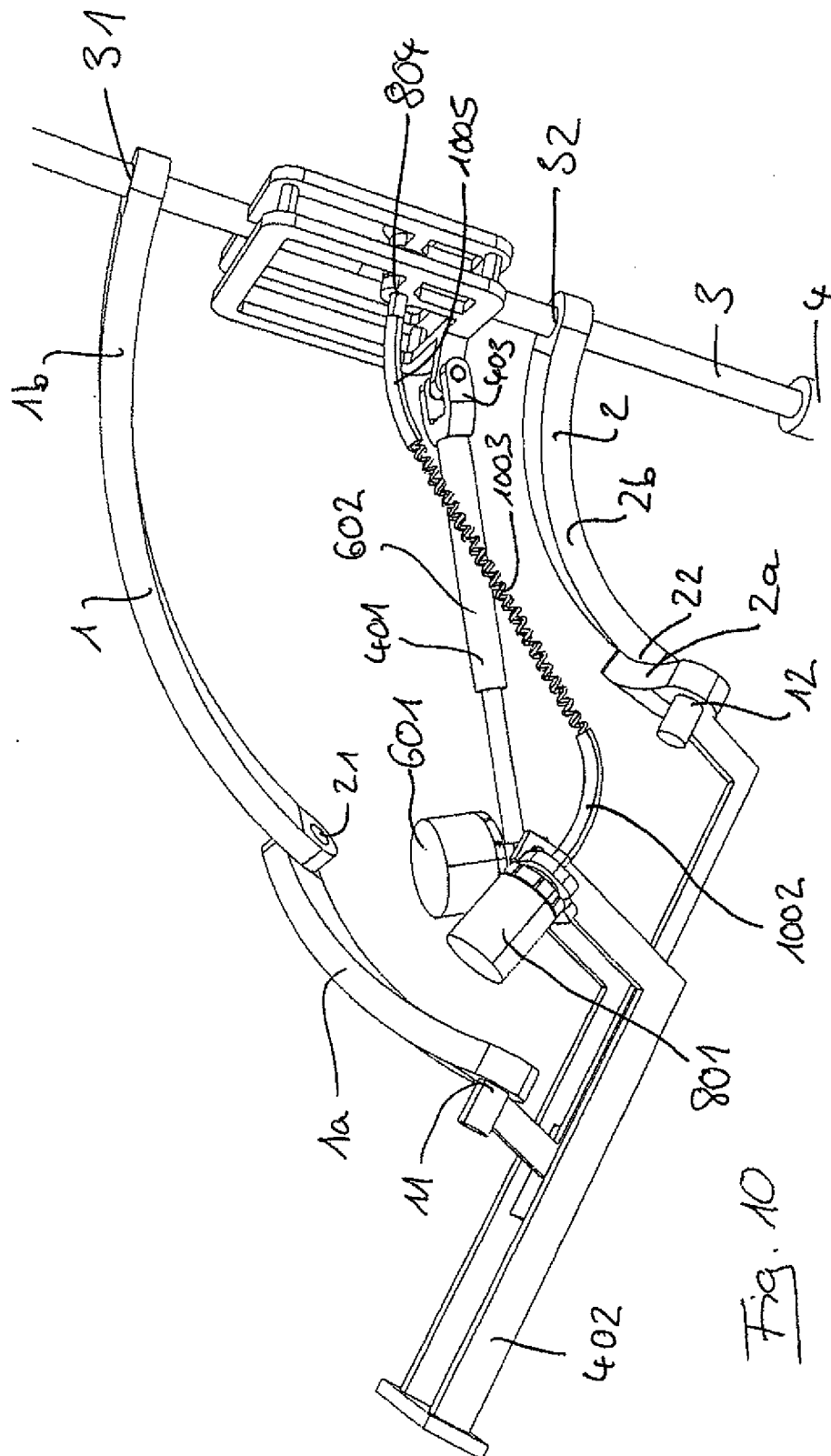


Fig. 8





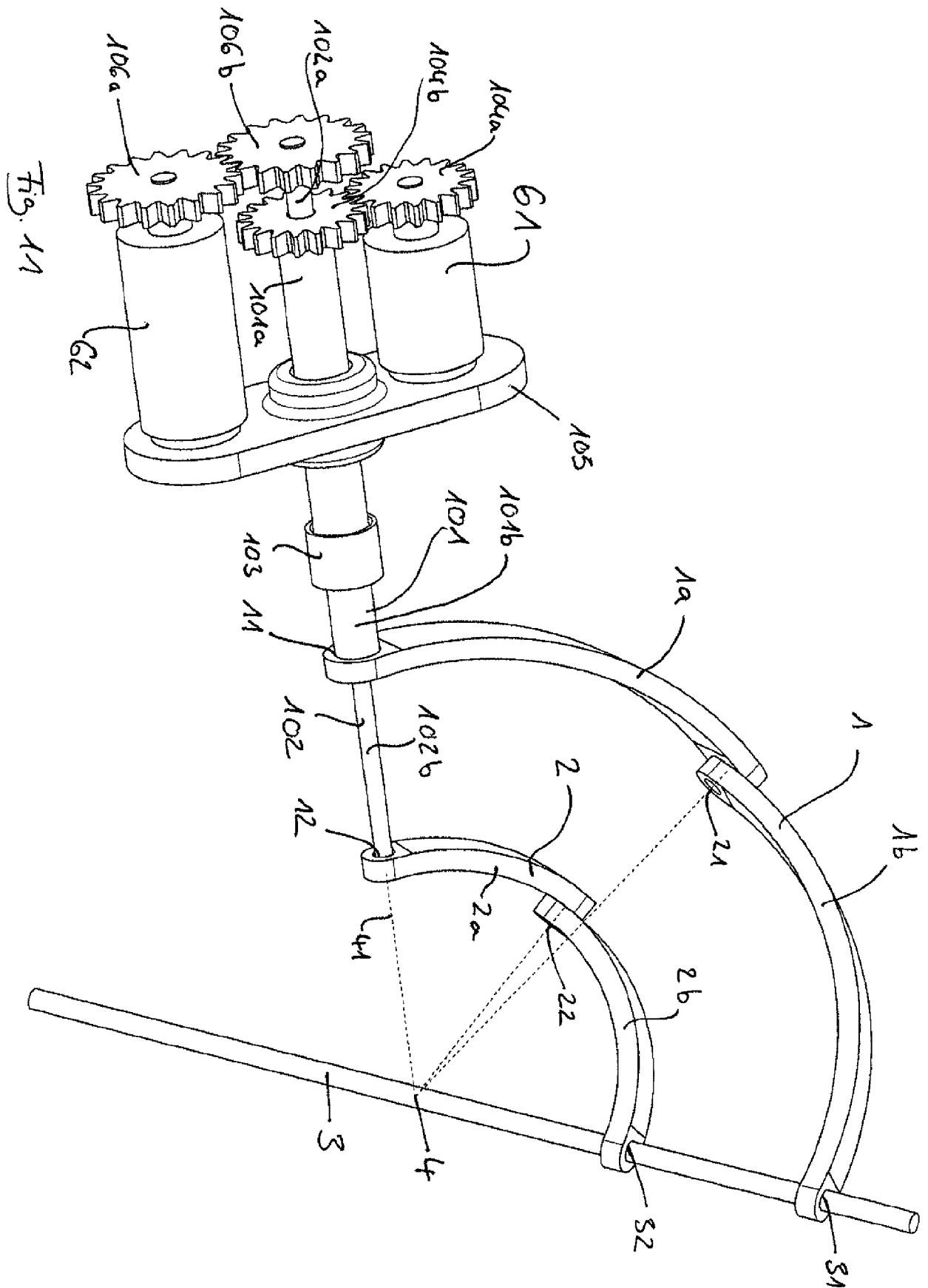
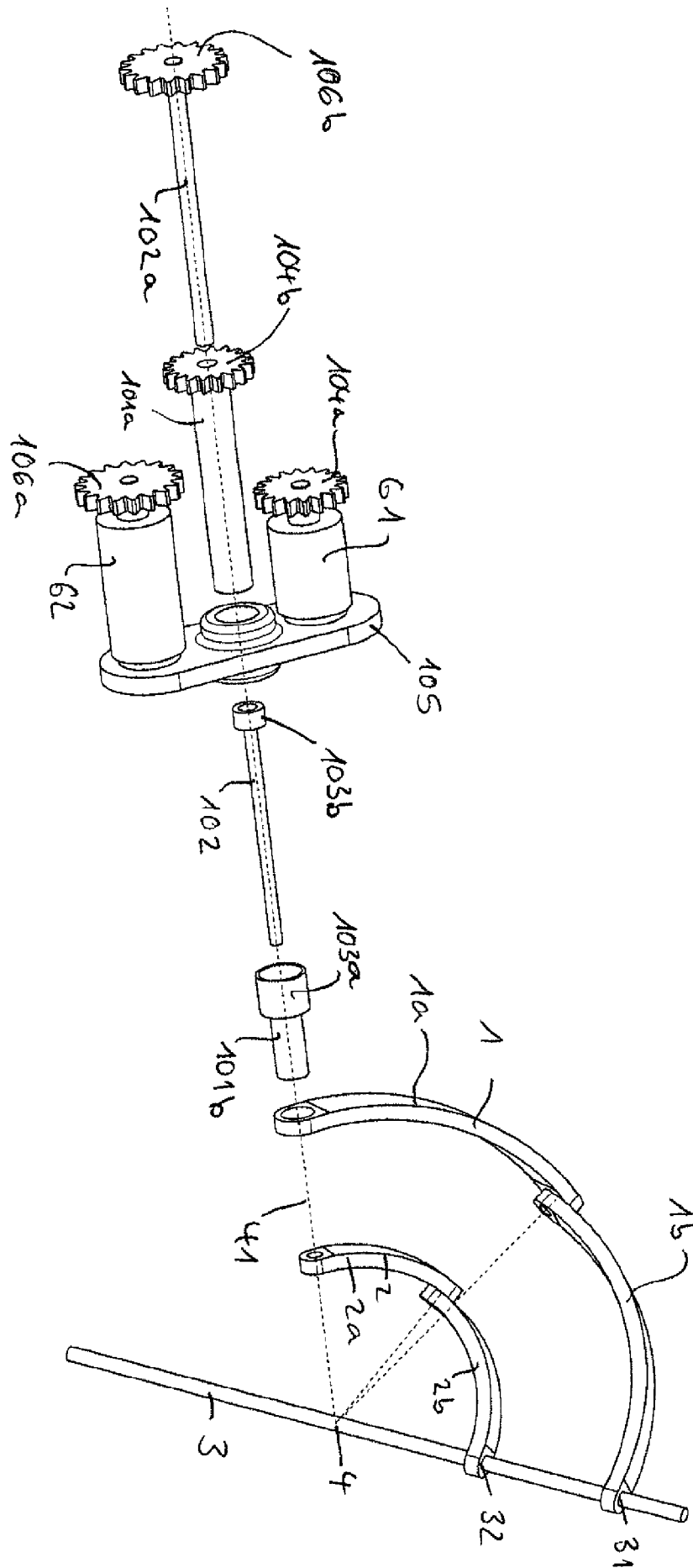


Fig. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/069396

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B17/34 A61B19/00
ADD. A61B17/00

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.
X	WO 2007/147232 A1 (ROBARTS RES INST [CA]; BAX JEFFREY [CA]; COOL DEREK [CA]; GARDI LORI A) 27 December 2007 (2007-12-27)	1-8
A	paragraph [0020] - paragraph [0072]; figures 1-8	9-18
X	US 2007/173977 A1 (SCHENA BRUCE M [US]) 26 July 2007 (2007-07-26)	1-5,7,8
A	paragraph [0027] - paragraph [0084]; figures 1-21	9-18
X	US 2004/024387 A1 (PAYANDEH SHAHRAM [CA] ET AL PAYANDEH SHAHRAM [CA] ET AL) 5 February 2004 (2004-02-05)	1-8
A	paragraph [0033] - paragraph [0055]; figures 1-10	9-18
	----- -/--	



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

6 February 2014

Date of mailing of the international search report

24/02/2014

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

Neef, Tatjana

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/069396

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2007/173788 A1 (SCHENA BRUCE M [US]) 26 July 2007 (2007-07-26) paragraph [0024] - paragraph [0076]; figures 1-18 -----	1-8
A	WO 96/22591 A1 (IMMERSION HUMAN INTERFACE CORP [US]; ROSENBERG LOUIS B [US]) 25 July 1996 (1996-07-25) page 12, line 2 - page 41, line 36; figures 2-18 -----	1-18
A	GB 2 464 147 A (KNOWLES KEVIN [GB]; PHILLIPS NATHANIEL [GB] KEVIN KNOWLES [GB]; PHILLI) 14 April 2010 (2010-04-14) page 1, paragraph 1 - page 8, paragraph 3; figures 1-5 -----	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/069396

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2007147232	A1	27-12-2007	CA 2654344 A1 27-12-2007
		EP 2034921 A1 18-03-2009	
		US 2009234369 A1 17-09-2009	
		WO 2007147232 A1 27-12-2007	
US 2007173977	A1	26-07-2007	CN 101360462 A 04-02-2009
		CN 101856273 A 13-10-2010	
		EP 1976447 A2 08-10-2008	
		JP 5153650 B2 27-02-2013	
		JP 2009524498 A 02-07-2009	
		JP 2009524530 A 02-07-2009	
		JP 2012139816 A 26-07-2012	
		JP 2012210439 A 01-11-2012	
		KR 20080091236 A 09-10-2008	
		KR 20080092346 A 15-10-2008	
		US 2007173977 A1 26-07-2007	
		US 2013338434 A1 19-12-2013	
		WO 2007114975 A2 11-10-2007	
		WO 2007120952 A2 25-10-2007	
US 2004024387	A1	05-02-2004	NONE
US 2007173788	A1	26-07-2007	US 2007173788 A1 26-07-2007
		US 2012184968 A1 19-07-2012	
		US 2013255425 A1 03-10-2013	
WO 9622591	A1	25-07-1996	AU 5167896 A 07-08-1996
		CA 2210725 A1 25-07-1996	
		DE 69632028 T2 09-12-2004	
		EP 0804786 A1 05-11-1997	
		JP 3847782 B2 22-11-2006	
		JP 4394664 B2 06-01-2010	
		JP H10512983 A 08-12-1998	
		JP 2006286016 A 19-10-2006	
		US 5731804 A 24-03-1998	
		US 6154198 A 28-11-2000	
		US 6246390 B1 12-06-2001	
		US 2002018046 A1 14-02-2002	
		US 2005162383 A1 28-07-2005	
		WO 9622591 A1 25-07-1996	
GB 2464147	A	14-04-2010	NONE

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. A61B17/34 A61B19/00

ADD. A61B17/00

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.
X	WO 2007/147232 A1 (ROBARTS RES INST [CA]; BAX JEFFREY [CA]; COOL DEREK [CA]; GARDI LORI A) 27. Dezember 2007 (2007-12-27)	1-8
A	Absatz [0020] - Absatz [0072]; Abbildungen 1-8	9-18

X	US 2007/173977 A1 (SCHENA BRUCE M [US]) 26. Juli 2007 (2007-07-26)	1-5,7,8
A	Absatz [0027] - Absatz [0084]; Abbildungen 1-21	9-18

X	US 2004/024387 A1 (PAYANDEH SHAHARAM [CA] ET AL PAYANDEH SHAHARAM [CA] ET AL) 5. Februar 2004 (2004-02-05)	1-8
A	Absatz [0033] - Absatz [0055]; Abbildungen 1-10	9-18

	-/-	



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 erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer 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

6. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/02/2014

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

Neef, Tatjana

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2007/173788 A1 (SCHENA BRUCE M [US]) 26. Juli 2007 (2007-07-26) Absatz [0024] - Absatz [0076]; Abbildungen 1-18 -----	1-8
A	WO 96/22591 A1 (IMMERSION HUMAN INTERFACE CORP [US]; ROSENBERG LOUIS B [US]) 25. Juli 1996 (1996-07-25) Seite 12, Zeile 2 - Seite 41, Zeile 36; Abbildungen 2-18 -----	1-18
A	GB 2 464 147 A (KNOWLES KEVIN [GB]; PHILLIPS NATHANIEL [GB] KEVIN KNOWLES [GB]; PHILLI) 14. April 2010 (2010-04-14) Seite 1, Absatz 1 - Seite 8, Absatz 3; Abbildungen 1-5 -----	1-18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/069396

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2007147232	A1	27-12-2007	CA	2654344 A1		27-12-2007
			EP	2034921 A1		18-03-2009
			US	2009234369 A1		17-09-2009
			WO	2007147232 A1		27-12-2007

US 2007173977	A1	26-07-2007	CN	101360462 A		04-02-2009
			CN	101856273 A		13-10-2010
			EP	1976447 A2		08-10-2008
			JP	5153650 B2		27-02-2013
			JP	2009524498 A		02-07-2009
			JP	2009524530 A		02-07-2009
			JP	2012139816 A		26-07-2012
			JP	2012210439 A		01-11-2012
			KR	20080091236 A		09-10-2008
			KR	20080092346 A		15-10-2008
			US	2007173977 A1		26-07-2007
			US	2013338434 A1		19-12-2013
			WO	2007114975 A2		11-10-2007
			WO	2007120952 A2		25-10-2007

US 2004024387	A1	05-02-2004	KEINE			

US 2007173788	A1	26-07-2007	US	2007173788 A1		26-07-2007
			US	2012184968 A1		19-07-2012
			US	2013255425 A1		03-10-2013

WO 9622591	A1	25-07-1996	AU	5167896 A		07-08-1996
			CA	2210725 A1		25-07-1996
			DE	69632028 T2		09-12-2004
			EP	0804786 A1		05-11-1997
			JP	3847782 B2		22-11-2006
			JP	4394664 B2		06-01-2010
			JP	H10512983 A		08-12-1998
			JP	2006286016 A		19-10-2006
			US	5731804 A		24-03-1998
			US	6154198 A		28-11-2000
			US	6246390 B1		12-06-2001
			US	2002018046 A1		14-02-2002
			US	2005162383 A1		28-07-2005
			WO	9622591 A1		25-07-1996

GB 2464147	A	14-04-2010	KEINE			
