

(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
23. August 2012 (23.08.2012)



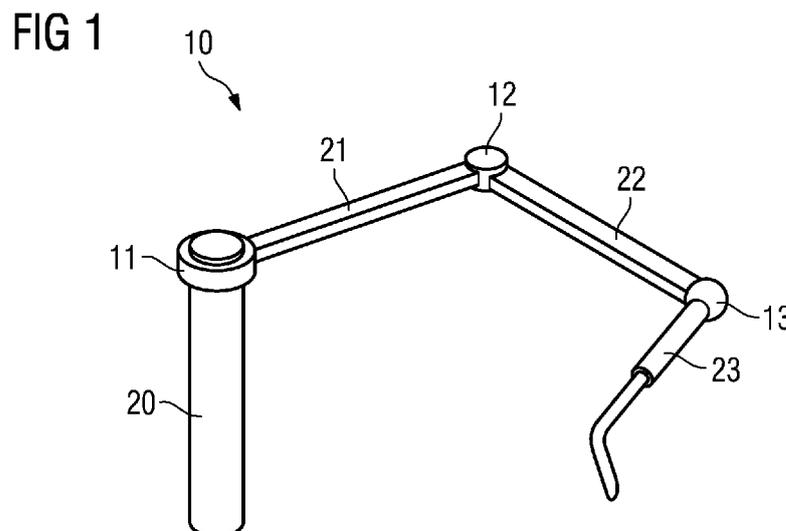
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/110317 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: *A61B 19/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/051657
- (22) Internationales Anmeldedatum: 1. Februar 2012 (01.02.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 004 370.5
18. Februar 2011 (18.02.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CHEROUVIM, Nicholas, Demetris** [GR/DE]; Schonhoverstraße 17a, 90409 Nürnberg (DE). **REINSCHKE, Johannes** [DE/DE]; Kolbestr. 37, 90425 Nürnberg (DE).
- (74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 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, 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, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, MD, 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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ARTICULATED ARM WITH LOCKING MECHANISM

(54) Bezeichnung : GELENKARM MIT FESTSTELLMCHANISMUS



(57) Abstract: The device according to the invention is an articulated arm with at least one drive unit which, in an active state, can position the articulated arm but, in a passive state, can be manually reset. In particular, the drive is movable by a manual force applied to an instrument held by the articulated arm, which is an important safety aspect. By means of a locking mechanism, the articulated arm can be locked and secured against accidental movement. The articulated arm can be used in a programmable positioning robot.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/110317 A2



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist ein Gelenkarm mit mindestens einer Antriebseinheit, die in einem aktiven Zustand den Gelenkarm positionieren kann aber in einem passiven Zustand manuell zurückstellbar ist. Insbesondere ist der Antrieb durch manuelle Krafteinwirkung auf ein vom Gelenkarm gehaltenes Instrument bewegbar, was ein entscheidender Sicherheitsaspekt ist. Mittels eines Feststellmechanismus kann der Gelenkarm arretiert und gegen versehentliche Bewegung gesichert werden. Der Gelenkarm ist in einem programmierbaren Positionierroboter einsetzbar.

Beschreibung

Gelenkarm mit Feststellmechanismus

5 Die vorliegende Erfindung betrifft einen Gelenkarm zur Halterung von chirurgischen Instrumenten. Daneben wird ein Positionierroboter mit einem erfindungsgemäßen Gelenkarm angegeben.

10 Im Bereich der Chirurgie-Assistenzsysteme, z.B. in der klassischen, nicht-minimalinvasiven Chirurgie im Bauch- oder Brustkorbraum, wird vermehrt darauf abgezielt medizinisches Personal durch technische Hilfssysteme zu ersetzen, wo es aufgrund von Konzentrationsschwächen oder Ermüdungserscheinungen eines Menschen zu Störungen und Komplikationen eines
15 chirurgischen Eingriffs kommen kann. Ein Beispiel dafür ist die Halterung von Wundhaken, die so in den Operationszugang eingesetzt werden, dass dieser offen gehalten wird. Auch andere chirurgische Instrumente, die während der Operation in einer festen Position gehalten werden müssen, werden vorzugsweise von mechanischen Haltern und nicht von medizinischem
20 Hilfspersonal gehalten.

Bisher bekannte Haltesysteme beschränken sich auf mechanische Halter verschiedener Ausführungsformen, z.B. Gestänge und
25 Platten mit einfachen mechanischen Klemmen und Gelenken, sowie Gelenkstangen mit arretierbaren Gelenken. Beispielsweise werden die Gelenke auch durch Druckluft arretiert. Für den Einsatz dieser mechanischen Halter muss der Anwender diese mit zwei Händen bedienen. Die Bedienung mit zwei Händen ist
30 sowohl zur Positionierung der Wundhaken oder Instrumente nötig als auch zur Arretierung der Gelenke, z.B. durch Schrauben oder die Betätigung von Druckluftknöpfen. Die schlechte Bedienbarkeit schränkt die Anwendung besonders für chirurgische Eingriffe ein. Besonders nachteilig ist, dass zur Bedienung
35 verschiedener Haltevorrichtungen wiederum Hilfspersonal benötigt wird.

Bisher in der Chirurgie eingesetzte Gelenkarme und Halterungen für chirurgische Instrumente, insbesondere Wundhaken, müssen vom Anwender manuell positioniert werden. Um eine Positionierung automatisch vorzunehmen, kann für industrielle
5 Anwendungen auf Industrieroboter zurückgegriffen werden, nicht aber für den Einsatz in der Chirurgie. Diese Industrieroboter können von einem Anwender ferngesteuert oder fest programmiert sein. Dabei werden für die Bewegung von Gelenkarmen jedoch Antriebe eingesetzt, die ein hohes Drehmoment
10 aufbringen können. Entweder werden Motoren mit hohem Drehmoment und kleinen Getrieben oder Motoren mit geringem Drehmoment und einem Getriebe zur Erzeugung eines höheren Drehmoments eingesetzt. In beiden Fällen ist der Antrieb dazu geeignet, relativ hohe Kräfte aufzubringen und den Roboterarm
15 auch über Widerstände hinweg zu bewegen. Derartige Industrieroboter können daher nicht in der Chirurgie eingesetzt werden, da diese ein zu hohes Sicherheitsrisiko darstellen.

Aufgabe ist es einen robotergeführten Gelenkarm anzugeben,
20 der für den Einsatz als Halterung bei chirurgischen Eingriffen kein Sicherheitsrisiko bedeutet.

Die Aufgabe ist durch einen Gelenkarm gemäß dem Patentanspruch 1 sowie durch einen Positionierroboter gemäß dem Patentanspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Der erfindungsgemäße Gelenkarm dient insbesondere zur Halterung von chirurgischen Instrumenten. Der Gelenkarm weist mindestens ein Gelenk zwischen zwei Gelenkarmabschnitten auf.
30 Des Weiteren weist der Gelenkarm mindestens eine Antriebseinheit sowie mindestens einen Feststellmechanismus auf. Die Antriebseinheit zeichnet sich dadurch aus, dass sie ein Drehmoment aufzubringen vermag, das für die Bewegung des Gelenkarms gerade ausreichend ist. Die Ausgestaltung des Gelenkarmantriebs mit einem Antrieb, der nur eine geringe Kraft ausüben
35 kann, ist ein entscheidender Sicherheitsaspekt für den Einsatz des Gelenkarms in der Chirurgie. Der Antrieb mit gerin-

gem Drehmoment hat den Vorteil, dass bei falscher Bewegung des Gelenkarmes ein geringer Widerstand ausreicht diesen zu stoppen oder zurück zu bewegen. Der Feststellmechanismus gewährleistet dann eine ausreichende Stabilität im arretierten Zustand des Gelenkarms.

Derartige Gelenkarme können beliebig viele Gelenke umfassen. Die Ausgestaltung mit nur zwei Drehgelenken und einem Kugelgelenk ist jedoch von großem Vorteil für eine einfache Handhabung, da die Bewegungsfreiheitsgrade minimiert sind. Die ersten beiden Gelenke sind vorzugsweise Drehgelenke, die eine Bewegung der ersten beiden Gelenkarmabschnitte in einer horizontalen Ebene parallel zum Ablagetisch erlauben.

Besonders vorteilhaft ist es dementsprechend den Gelenkarm nur für eine zweidimensionale Bewegung auszugestalten, d.h. das ein erster und zweiter Gelenkarmabschnitt über ein Drehgelenk an einem zentralen Mast und beide Gelenkarmabschnitte über ein weiteres Drehgelenk so miteinander verbunden sind, dass diese beiden Gelenkarmabschnitte in einer Ebene parallel zu dem Operationstisch bewegt werden können. Diese zweidimensionale Bewegung dient zunächst nur zur horizontalen Positionierung in einer vorbestimmten Höhe. Die geringe Anzahl an Gelenken hat den Vorteil, dass die Ansteuerung einfach möglich ist, insbesondere eine sehr präzise Ansteuerung jedes einzelnen Gelenks.

Am Ende des zweiten Gelenkarmabschnitts ist vorteilhafterweise noch ein drittes Gelenk angebracht, welches ein Kugelgelenk zur Bewegung in drei Dimensionen sein kann. An diesem Gelenk ist nur noch ein relativ kurzer Gelenkarmabschnitt angebracht, der insbesondere eine Halterung umfasst über die Instrumente am Gelenkarm montiert werden können oder der dritte Gelenkarmabschnitt selbst stellt einen Wundhaken dar.

35

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Antriebseinheit so ausgestaltet, dass maximal ein Drehmoment von 5 Nm aufgebracht werden kann. Diese Obergrenze der Kraft

der Antriebseinheit hat den Vorteil, dass einem Menschen durch den Gelenkarm keine Verletzung zugefügt werden kann.

5 Neben der elektrisch aktuierten Positionierung eines chirurgischen Instruments durch den Gelenkarm kann der Gelenkarm für die Feinpositionierung auch manuell geführt werden. Dazu ist ein Zustand schaltbar, indem die Gelenke passiv sind, d.h. nicht angetrieben werden, die Arretiermechanismen jedoch noch gelöst also offen sind.

10

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die Antriebseinheit des Gelenkarms so ausgestaltet, dass sie in einem aktiven Zustand den Gelenkarm zur Positionierung bewegen kann, aber in einem passiven Zustand "back-drivable", also zurückstellbar ist. D.h. in dem passiven Zustand reicht insbesondere eine manuelle Krafteinwirkung eines menschlichen Anwenders auf den Gelenkarm oder auf ein vom Gelenkarm gehaltenes Instrument aus, diesen entgegen der angetriebenen Bewegung zurückzustellen. Dabei ist der Feststellmechanismus aber nicht aktiv, d.h. der Gelenkarm ist nicht arretiert.

15
20

Insbesondere ist die Antriebseinheit auch so ausgestaltet, dass selbst in dem aktiven Zustand, in dem der Gelenkarm bewegt wird, dieser manuell zurückstellbar ist. Dies hat den Vorteil, dass zu keiner Zeit der Gelenkarm entgegen des Willens des Anwenders eine Bewegung ausführen kann, die einem Anwender oder einem Patienten gefährlich werden könnte.

25

Der Feststellmechanismus ist insbesondere so ausgestaltet, dass das mindestens eine Gelenk des Gelenkarms in einem arretierten Zustand mindestens unter einer Zugkraft von bis zu 4 Kilogramm festgestellt bleibt. D.h. der Feststellmechanismus muss die Stabilität der Position des Gelenkarms in dem arretierten Zustand gewährleisten, bis zu einer daran angreifenden Zugkraft von 10 Kilogramm. Dies hat den Vorteil, dass der Gelenkarm nicht durch eine zufällige ungewollte Berührung oder durch ein Anstoßen daran aus der eingestellten Position bewegt werden kann.

30

35

Aufgrund des Einsatzes von Antrieben mit sehr geringer Motor-
kraft wird also ein Feststellmechanismus an jedem Gelenk um-
fasst. Die Gelenke werden dadurch zu erfindungsgemäßen Dual-
5 Mode-Joints, die in einen passiven und in einen aktiven Zu-
stand schaltbar sind. Die Schaltung des Arretiermechanismus
kann elektromechanisch oder elektropneumatisch aktuiert wer-
den.

10 Die Dual-Mode-Joints, d.h. die Gelenke mit Arretiermechanis-
mus erlauben zwei Zustände: Der passive Zustand ist der arre-
tierre Zustand, in dem der Gelenkarm an einer festen Position
gehalten wird. In dem aktiven Zustand sind die Arretiermecha-
nismen der Gelenke gelöst und die Gelenke können bewegt wer-
15 den. Die Bewegung der Gelenke erfolgt über einen zentralen
oder mehrere lokal an den Gelenken angebrachte Antriebe. Alle
eingesetzten Antriebe erlauben jedoch eine Rückverfahrbar-
keit, d.h. sie sind "back-drivable". In diesem Fall sind die
verwendeten Antriebe im ausgeschalteten Zustand zurückstell-
20 bar. Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Antriebe so aus-
gestaltet sind, dass sie selbst im Betrieb durch einen manu-
ellen Eingriff des Anwenders zurückstellbar sind.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung
25 weist der Feststellmechanismus des Gelenkarms ein Zahnrad und
einen Dorn an einem Verfahrmeechanismus auf. Dabei ist das
Zahnrad mit einem ersten Gelenkarmabschnitt und der Dorn an
dem Verfahrmeechanismus mit einem zweiten Gelenkarmabschnitt
verbunden. An dem Gelenk können Dorn und Zahnrad ineinander
30 greifen. Dabei ist der Verfahrmeechanismus ausgestaltet den
Dorn zwischen die Zähne des Zahnrads zu bewegen, und so einen
Kraftschluss der beiden Gelenkarmabschnitte zu bewirken. Die-
se Art des Feststellmechanismus hat den Vorteil besonderer
Stabilität.

35

In einer alternativen Ausgestaltung des Feststellmechanismus
weist dieser eine Bremsfläche und einen Bremsklotz an einem
Verfahrmeechanismus auf. Dabei kann die Bremsfläche analog zu

dem Zahnrad an dem ersten Gelenkarmabschnitt angeordnet sein und der Bremsklotz mit dem Verfahrmechanismus an dem zweiten Gelenkarmabschnitt angeordnet sein. Der Verfahrmechanismus ist dazu ausgestaltet, den Bremsklotz auf die Bremsfläche zu-
5 zubewegen und an diese so anzupressen, dass die beschriebene erforderliche Stabilität des Gelenks im arretierten Zustand gewährleistet ist.

Eine weitere alternative Ausgestaltungsform des Feststellme-
10 chanismus umfasst eine Bremsscheibe, die mit dem ersten Gelenkarmabschnitt verbunden ist und eine Bremsscheibe, die über einen Schaft mit dem zweiten Gelenkarmabschnitt verbunden ist. Diese zweite Bremsscheibe kann über einen Verfahrme-
chanismus auf die erste Bremsscheibe bewegt und an diese an-
15 gepresst werden, wodurch wiederum die Arretierung der beiden Gelenkarmabschnitte erfolgt.

Zu den Arretiermechanismen: Grundsätzlich ist der Feststell- oder Arretiermechanismus mechanisch ausgeführt. In einer Va-
20 riante werden die zwei Gelenkarmabschnitte über ein Zahnrad und einen Dorn miteinander mechanisch verbunden, in einer Alternative erfolgt die Arretierung aufgrund von Kontaktrei-
bung. Die Arretierung mit einem Zahnrad ist von Vorteil für Drehgelenke. Dabei ist das Zahnrad konzentrisch zum Drehge-
25 lenk angeordnet. Der Dorn, der durch einen Verfahrmechanismus in das Zahnrad ragen kann, ist in einer besonderen Ausführungsform z.B. durch eine Feder vorgespannt und kann somit durch Lösen der Feder sehr schnell in einer gewünschten Posi-
tion das Gelenk arretieren. Die Aktuierung der Feder kann
30 z.B. elektromagnetisch erfolgen. Vorzugsweise sind alle Arretiermechanismen zusätzlich zur elektrischen Schaltbarkeit mit einem manuell bedienbaren mechanischen Schalter versehen, der erlaubt, das Gelenk zu öffnen. Dies stellt wiederum eine Si-
cherheitsvorkehrung dar.

35

Die Arretierung auf Basis von Kontaktreibung kann zwei sehr unterschiedliche Ausführungsformen haben. Zum einen ein Drehgelenk mit Bremsfläche, die ähnlich zum Zahnrad konzentrisch

zum Drehgelenk angeordnet ist. Auf diese wird analog zum Dorn ein Bremsklotz zubewegt und angepresst. Auch die Aktuierung des Bremsklotzes kann elektromagnetisch erfolgen. Dieser kann auch durch eine Feder vorgespannt sein, um ein schnelles Arretieren zu ermöglichen. Aber auch eine Aktuierung des Bremsklotzes durch einen Pneumatikzylinder ist von Vorteil, besonders beim Einsatz in der Chirurgie, da in einem Operationsaal eine Druckluftversorgung gewährleistet ist. Beim Einsatz einer Vorspannung durch eine Feder ist diese insbesondere so ausgestaltet, dass sie durch einen Antrieb zum Öffnen des Gelenks vorgespannt wird und die Bewegung des Bremsklotzes zum Arretieren des Gelenks dann durch die Federkraft erfolgt. Zum anderen kann die Arretierung auch durch Aufeinanderpressen von zwei Bremsscheiben erfolgen. Dabei ist eine Bremsscheibe an einem Schaft senkrecht zu diesem angeordnet, der zentral innerhalb des Drehgelenks verläuft und mit einem der Gelenkarmabschnitte verbunden ist, wobei die zweite Bremsscheibe, die auf die erste angedrückt wird, fest mit dem zweiten Gelenkarmabschnitt verbunden ist. Diese Ausgestaltungsform weist eine höhere Kontaktfläche der Bremsflächen auf. Als Bremsflächen sind verschiedene Gummioberflächen geeignet. Im Allgemeinen sind Oberflächen mit hohem Reibungskoeffizient geeignet.

Auch in dieser Variante sind beide Bremsscheiben fest mit jeweils einem Gelenkarmabschnitt verbunden. Während die erste Bremsscheibe starr mit dem ersten Gelenkarmabschnitt verbunden ist, ist die zweite senkrecht auf die erste zu bewegbar. Auch in der Ausführung mit den Bremsscheiben kann die bewegliche Bremsscheibe elektrisch oder pneumatisch aktuiert werden. Insbesondere kann für den elektrischen Antrieb eine Kugelumlaufspindel eingesetzt werden. Mit einem derartigen Spindelantrieb können ausreichend hohe Haltekräfte bewirkt werden. Alternativ ist wieder die Aktuierung mit einem Pneumatikzylinder möglich. Über die Druckluft ist auch dadurch eine ausreichend hohe Kraft auf die Bremsscheibe ausübbar.

Die Aktuierung der Gelenke sowie die Aktuierung der Feststellmechanismen kann elektrisch erfolgen. Dazu kann ein Elektromotor in Verbindung mit einem Getriebe eingesetzt werden. Die Aktuierung der Gelenke erfolgt jedoch ausschließlich zur Positionierung des Gelenkarms ohne einen Widerstand zusätzlich zur Bewegungsreibung in den Gelenken überwunden werden muss. Beispielsweise wird die Kraft, die für das Halten von Wundhaken nötig ist, nicht durch den Gelenkarmtrieb aufgebracht. Das Halten des Wundhakens wird erst im arretierten Zustand möglich. Der Gelenkarmtrieb ist in seiner Kraft spezifisch auf die Reibung und Trägheit der Gelenke ausgerichtet. Die Gelenke sind jedoch vorzugsweise nicht widerstandslos. Ein gewisser Widerstand in den Gelenken, selbst im passiven Zustand, d.h. im geöffneten Zustand der Arretiermechanismen, ist von Vorteil für die Stabilität bei ungewolltem Anstoßen am Gelenkarm.

Der erfindungsgemäße Gelenkarm ist besonders dafür geeignet in einem Positionierroboter eingesetzt zu werden. Durch den Einsatz von Antriebsmechanismen sehr geringen Drehmoments ist ein sicherer Einsatz dieser Gelenkarme in der Chirurgie möglich.

Insbesondere weist der Positionierroboter eine Sensoreinheit auf, die beispielsweise einen Druck- oder Zugkraftsensor umfasst. Mittels einer derartigen Sensoreinheit ist die Implementierung einer Sicherheitsfunktion, z.B. einer Notabschaltung, möglich.

Der Roboterarm ist also durch seine Dual-Mode-Joints so arretierbar, dass er mit geringer Antriebskraft bewegt werden kann. Dies hat den Vorteil, dass der Roboterarm vollständig fernsteuerbar bewegbar ist und auch verschiedene Positionen selbsttätig angefahren werden können, z.B. durch vorherige Eingabe oder Berechnung der Positionen in einem Chirurgieplanungsprogramm. Und durch die verschiedenen Sensoren, z.B. Druck-, Zug- und/oder optische Sensoren, können Bewegungsfunktionen so implementiert sein, dass der Gelenkarm intelli-

gent agieren kann. So wird die Verwendung und Handhabung durch einen Chirurgen für diesen stark vereinfacht und Positioniervorgänge beschleunigt.

5 In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Positionierroboter ausgestaltet, Fernsteuerbefehle zu empfangen und diese mittels der Antriebseinheit in Bewegungsvorgänge des Gelenkarms umzusetzen. D.h. an eine oder mehrere Antriebseinheiten der Gelenke des Gelenkarms werden Steuerbefehle gegeben. Die Fernsteuerung hat den Vorteil, dass ein
10 Anwender, der insbesondere ein Chirurg ist, den Roboter nicht manuell, z.B. über Eingabetasten, betätigen muss.

Dazu ist der Positionierroboter z.B. über eine Datenverbindung mit einer Bedieneinheit verbunden. Diese Bedieneinheit
15 weist insbesondere mindestens einen Fußschalter auf und die Datenverbindung ist beispielsweise eine Kabelverbindung oder drahtlos ausgeführt.

20 Alternativ kann der Positionierroboter ausgestaltet sein, akustische Fernsteuersignale, insbesondere Sprachbefehle, zu empfangen.

Eine weitere Ausgestaltung der Fernsteuerung geschieht beispielsweise über eine Datenverbindung zu einer Bewegungssensoreinheit. Die Bewegungssensoreinheit ist kamerabasiert und
25 ausgestaltet, aus der Gestik eines Anwenders Fernsteuerbefehle zu generieren.

30 Beispielsweise kann so durch eine Bewegungserfassung von Handbewegungen des Anwenders eine Positionierung erfolgen. Alternativ kann aufgrund von 3D-Aufnahmen, z.B. mittels einer Stereokamera oder eines Computertomographen, eine Position ermittelt werden und diese Position durch den Roboter angefahren werden. So wird eine vollständig ferngesteuerte und
35 zum Teil vorprogrammierte Positionierung durch einen derartigen Positionierroboter möglich.

Bei der Anordnung von mehreren Gelenkarmen an einem Operati-
onstisch oder allgemein einem Ablagetisch ist es von Vorteil,
diese in unterschiedlichen Höhen anzubringen, so dass sich
die Bewegungen der Arme in unterschiedlichen Ebenen abspie-
5 len. Dazu können die Arme an einem gemeinsamen zentralen Mast
angebracht sein, wobei die Drehgelenke des ersten Gelenkab-
schnitts an unterschiedlichen Höhen an diesem Mast befestigt
sind. Alternativ ist jeder Gelenkarm an einem eigenen Mast
angeordnet. Die Masten können seitlich an dem Ablagetisch
10 oder an einem separaten Ständer angeordnet sein. Dieser sepa-
rate Ständer kann auf dem Boden oder an der Decke montiert
sein. Von Vorteil ist es, dass die vertikalen Masten nicht
über die Gelenkarme hinausragen um den Anwender möglichst
nicht zu behindern. Die Höhe der Masten ist zweckdienlicher-
15 weise verstellbar. Diese Verstellung kann jedoch zeitlich vor
einer Anwendung, d.h. vor einem chirurgischen Eingriff ge-
schehen. Die Höheneinstellung kann mechanisch aber auch
elektromagnetisch aktuiert, hydraulisch oder pneumatisch er-
folgen.

20

Beim Einsatz von mehreren Gelenkarmen mit nur jeweils zwei
Gelenkarmabschnitten sind diese vorzugsweise so angeordnet
und werden immer so positioniert, dass das Ellbogengelenk
möglichst weit von der Position entfernt ist, an der das chi-
25 rurgische Instrument bzw. der dritte Gelenkarmabschnitt
gehalten werden soll. Somit ist gewährleistet, dass der An-
wender nicht durch die Arme an sich behindert ist. Auch ist
in dem Positionierroboter implementierbar, dass für jede Po-
sition der jeweils naheste Gelenkarm verwendet wird.

30

Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden in exem-
plarischer Weise mit Bezug auf die Figuren 1 bis 10 der ange-
hängten Zeichnung beschrieben:

35 Figur 1 zeigt einen Gelenkarm,
Figur 2 zeigt eine Anordnung mehrerer Gelenkarme,
Figur 3 zeigt eine weitere Anordnung mehrerer Gelenkarme,
Figur 4 zeigt ein Drehgelenk mit Feststellmechanismus,

- Figur 5 zeigt ein Drehgelenk mit einem Zahnradfeststellmechanismus geöffnet,
- Figur 6 zeigt ein Drehgelenk mit einem arretierten Zahnradfeststellmechanismus,
- 5 Figur 7 zeigt ein Drehgelenk mit geöffnetem Feststellmechanismus,
- Figur 8 zeigt ein Drehgelenk mit arretiertem Feststellmechanismus,
- Figur 9 zeigt ein Drehgelenk mit geöffnetem Scheibenbremsenfeststellmechanismus und
- 10 Figur 10 zeigt ein Drehgelenk mit arretiertem Scheibenbremsenfeststellmechanismus.

Anhand der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform eines Gelenkarms 10 können dessen grundsätzlicher Aufbau und Teile beschrieben werden. Der Gelenkarm 10 ist an einem zentralen Mast 20 befestigt. Dieser Mast 20 kann Teil eines Positionierroboters oder eines Ablagetisches 40 sein. Jeder Gelenkarm 10 kann an einem separaten Mast 20 befestigt sein. Alternativ können an einem zentralen Mast 20 auch mehrere Gelenkarme 10 angebracht werden. Vorzugsweise erfolgt über den zentralen Mast 20 die elektrische Versorgung des Gelenkarms 10.

25 Der in Figur 1 gezeigte Gelenkarm 10 weist drei Gelenkarmabschnitte 21, 22, 23 auf, die über Gelenke 12, 13 miteinander verbunden sind. Der erste Gelenkarmabschnitt 21 ist über ein Gelenk 11 an dem zentralen Mast 20 befestigt. Insbesondere ist das Gelenk 11 ein Drehgelenk, worüber der erste Gelenkarmabschnitt 21 senkrecht zum zentralen Mast 20 in einer Ebene drehbar ist. Der zweite Gelenkarmabschnitt 22 schließt sich insbesondere über ein weiteres Drehgelenk 12 an den ersten Gelenkarmabschnitt 21 an, welches auch als Ellenbogengelenk 12 bezeichnet werden kann. D.h., das auch der zweite Gelenkarmabschnitt 22 in der gleichen Ebene wie der erste Gelenkarmabschnitt 21 über das Drehgelenk 12 bewegbar ist. Das Drehgelenk 12 stellt sozusagen den Ellenbogen des Gelenkarms dar, worüber der horizontale Abstand zum zentralen Mast ein-

30

35

stellbar ist. Vorzugsweise wird die Höhe der horizontalen Ebene in der sich die ersten beiden Gelenkarmabschnitte 21, 22 bewegen, über die Höhe des zentralen Mastes 20 eingestellt. An das zweite Gelenkarmstück 22 schließt sich über ein weiteres Gelenk 13 ein dritter Gelenkarmabschnitt 23 an. Das dritte Gelenk 13 kann wiederum ein Drehgelenk sein, welches senkrecht zum zweiten Gelenkarmabschnitt drehbar ist. Vorzugsweise ist das dritte Gelenk 13 aber als Kugelgelenk ausgestaltet und weist drei Freiheitsgrade auf.

10

Die Figuren 2 und 3 zeigen Anordnungen von jeweils mehreren Gelenkarmen 10 an einem Ablagetisch 40, der insbesondere zur Ablage eines Untersuchungsobjektes 50 dient. In der Anwendung sind derartige Gelenkarme 10 besonders geeignet, bei chirurgischen Eingriffen Instrumente oder Retraktoren zu halten. Dann kommt ein Patient 50 auf dem Ablagetisch 40, d.h. auf dem Operationstisch zu liegen. Seitlich des Operationstisches 40 ist ein zentraler Mast 20 oder mehrere Haltemasten 31, 32, 33 für die Gelenkarme 10 angebracht. Diese können seitlich am Operationstisch 40 befestigt sein oder zu einem separaten Ständer gehören. Die Gelenkarme können Teil eines Positionierroboters sein, der vom Operateur bedient wird. Die mehreren Gelenkarme 10 werden insbesondere auf unterschiedlicher Höhe relativ zum Ablagetisch 40 angebracht, so dass diese sich in ihrer Bewegung nicht einschränken und es zu keinen Kollisionen der Gelenkarme 10 kommt. Dafür sind die ersten beiden Gelenkarmabschnitte 21, 22 eines jeden Gelenkarms 10 über ein Drehgelenk 12 so verbunden, dass sie einen Winkel innerhalb einer Ebene parallel zum Ablagetisch 40 bilden. Die Höhenverstellbarkeit der Gelenkarme 10 über die Masten 20, 31-33 ist von Vorteil für die Anpassung der Halterungshöhe relativ zum Untersuchungsobjekt 50, welches auch unterschiedlich groß sein kann. Über die Gelenke 13, die insbesondere Kugelgelenke sind, sind die jeweils dritten Gelenkarmabschnitte 23 besonders genau positionierbar. Diese können direkt als Retraktoren ausgestaltet sein oder aber eine Klemmvorrichtung für ein beliebiges chirurgisches Instrument aufweisen.

35

Um trotz der Rückstellbarkeit des Antriebs der Gelenke 11-13 eine Arretierung zu gewährleisten, die starr genug ist, ein versehentliches Anstoßen am Gelenkarm auszuhalten, sind an allen Gelenken 11-13 der Gelenkarme 10 Feststellmechanismen
5 vorgesehen. Die verschiedenen Ausführungsformen der Feststellmechanismen sind in den Figuren 4 bis 10 gezeigt.

Figur 4 zeigt zunächst vereinfacht das Prinzip des Feststellmechanismus: Ein erster Gelenkarmabschnitt L1 ist mit einem
10 zweiten Gelenkarmabschnitt L2 über ein Gelenk 11, 12, 13 verbunden. An dem zweiten Gelenkarmabschnitt L2 befindet sich ein Feststellmechanismus mit einem Verfahrmechanismus 51 für ein bewegliches Teil 52, welches dann den Kraftschluss zu dem
15 ersten Gelenkarmabschnitt L1 bildet. Dieses bewegliche Teil 52 kann in Form eines Dorn 52 in ein Zahnrad 53 greifen oder in Form eines Bremsklotzes 62 auf eine Bremsfläche 63 gepresst werden.

Die Figuren 5 und 6 zeigen den Feststellmechanismus in Form eines Zahnrads in geöffneter (Figur 5) und in geschlossener (Figur 6) Form. Dabei weist der erste Gelenkarmabschnitt L1 ein Zahnrad konzentrisch zu dem Drehgelenk 11, 12 auf. An dem Gelenkarmabschnitt L2, der sich über das Drehgelenk 11, 12
25 relativ zum Gelenkarmabschnitt L1 bewegen lässt, ist der Verfahrmechanismus 51 mit dem Dorn 52 angebracht. Greift der Dorn 52 im arretierten Zustand in das Zahnrad 53, sind die Gelenkarmabschnitte L1 und L2 kraftschlüssig miteinander verbunden.

30

Die in den Figuren 7 und 8 gezeigte Lösung eines Feststellmechanismus zeigt einen ersten Gelenkarmabschnitt L1, der über ein Gelenk, insbesondere ein Drehgelenk 11, 12 mit einem zweiten Gelenkarmabschnitt L2 verbunden ist. Der Gelenkarmabschnitt L1 endet in einem kreisrunden Schaft senkrecht zum Gelenkarmabschnitt L1, um den herum der Gelenkring des zweiten Gelenkarmabschnitts L2 angeordnet ist. Konzentrisch zu diesem Gelenkring weist der Schaft am Ende des ersten Gelenk-

armabschnitts L1 eine Bremsfläche 63 auf. Auf diese Bremsfläche 63 wird der Bremsklotz 62 von dem Feststellantrieb 61 angedrückt. Durch die Oberflächenbeschaffenheit der Bremsfläche 63 und des Bremsklotzes 62 wird ein kraftschlüssiger Verbund
5 der beiden Gelenkarmabschnitte L1 und L2 im arretierten Zustand erzeugt, wie er in der Figur 8 gezeigt ist.

Die Figuren 9 und 10 zeigen eine alternative Feststellvorrichtung für ein Drehgelenk 11, 12, das einen ersten L1 und
10 zweiten L2 Gelenkarmabschnitt miteinander verbindet. Dabei ist an dem ersten Gelenkarmabschnitt L1 ein flächiger Aufbau vorgesehen, auf das eine Bremsscheibe 74 montiert wurde, parallel zur Ebene in der die Gelenkarmabschnitte L1, L2 bewegbar sind. Des Weiteren weist der Gelenkarmabschnitt L1 eine
15 kreisrunde Durchführung auf, durch die ein Schaft 72 senkrecht zur Bremsscheibe 74 geführt werden kann. Dieser Schaft 72 ist mit dem zweiten Gelenkarmabschnitt L2 verbunden und weist nach der Durchführung eine zweite Bremsscheibe 73 auf, die parallel zur ersten Bremsscheibe 74 angeordnet ist. Der
20 Schaft 72 kann durch einen Primärantrieb 71 senkrecht zur Ebene, in der die zwei Gelenkarmabschnitte L1, L2 einen Winkel bilden, bewegt werden und somit die zweite Bremsscheibe 73 auf die erste Bremsscheibe 74 anpressen.

Patentansprüche

1. Gelenkarm (10) zur Halterung von chirurgischen Instrumenten (23) mit:
 - 5 - mindestens einem Gelenk (11, 12, 13) zwischen zwei Armabschnitten (20 - 23),
 - mindestens einer Antriebseinheit sowie
 - mindestens einem Feststellmechanismus, wobei die Antriebseinheit ausgestaltet ist, ein für die
- 10 Bewegung des Gelenkarms (10) gerade ausreichendes Drehmoment aufzubringen.

2. Gelenkarm (10) nach Anspruch 1, wobei die Antriebseinheit
- 15 ausgestaltet ist nicht mehr als 5 Nm Drehmoment aufzubringen.

3. Gelenkarm (10) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Antriebseinheit ausgestaltet ist, in einem aktiven Zustand
- 20 den Gelenkarm (10) zu positionieren und wobei die Antriebseinheit in einem passiven Zustand manuell zurückstellbar ist, insbesondere durch manuelle Krafteinwirkung auf ein vom Gelenkarm (10) gehaltenes Instrument (23) bewegbar ist, wobei in diesen Zuständen der mindestens eine Feststellmechanismus nicht greift.
- 25
4. Gelenkarm (10) nach Anspruch 3, wobei die Antriebseinheit auch in dem aktiven Zustand manuell zurückstellbar ist.

5. Gelenkarm (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
- 30 bei der mindestens eine Feststellmechanismus so ausgestaltet ist, dass das mindestens eine Gelenk (11, 12, 13) in einem arretierten Zustand unter einer Zugkraft von mindestens 4 kg festgestellt bleibt.

- 35 6. Gelenkarm (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei bei der mindestens eine Feststellmechanismus ein Zahnrad (53) und einen Dorn (52) an einem Verfahrenmechanismus (51) umfasst.

7. Gelenkarm (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Feststellmechanismus eine Bremsfläche (63) und einen Bremsklotz (62) an einem Verfahrmechanismus (61) umfasst.
8. Gelenkarm (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der mindestens eine Feststellmechanismus eine erste Bremsscheibe (74) und eine zweite Bremsscheibe (73) an einem Schaft (72) mit Verfahrmechanismus (71) umfasst.
9. Positionierroboter mit mindestens einem Gelenkarm (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8.
10. Positionierroboter nach Anspruch 9, der mindestens eine Sensoreinheit, insbesondere einen Druck- oder Zugkraftsensor aufweist, mittels der eine Sicherheitsfunktion implementierbar ist.
11. Positionierroboter nach einem der Ansprüche 9 oder 10, der ausgestaltet ist, Fernsteuerbefehle zu empfangen und diese mittels der mindestens einen Antriebseinheit in Bewegungsvorgänge des mindestens einen Gelenks (11, 12, 13) umzusetzen.
12. Positionierroboter nach einem der Ansprüche 9 bis 11, der über eine Datenverbindung mit einer Bedieneinheit verbunden ist, wobei die Bedieneinheit mindestens einen Fußschalter aufweist und wobei die Datenverbindung als eine Kabelverbindung oder drahtlos ausgeführt ist.
13. Positionierroboter nach einem der Ansprüche 9 bis 12, der ausgestaltet ist, akustische Fernsteuersignale, insbesondere Sprachbefehle, zu empfangen.
14. Positionierroboter nach einem der Ansprüche 9 bis 13, der über eine Datenverbindung mit einer Bewegungssensoreinheit verbunden ist, wobei die insbesondere kamerabasierte

Bewegungssensoreinheit ausgestaltet ist, aus der Gestik eines Anwenders Fernsteuerbefehle zu generieren.

FIG 1

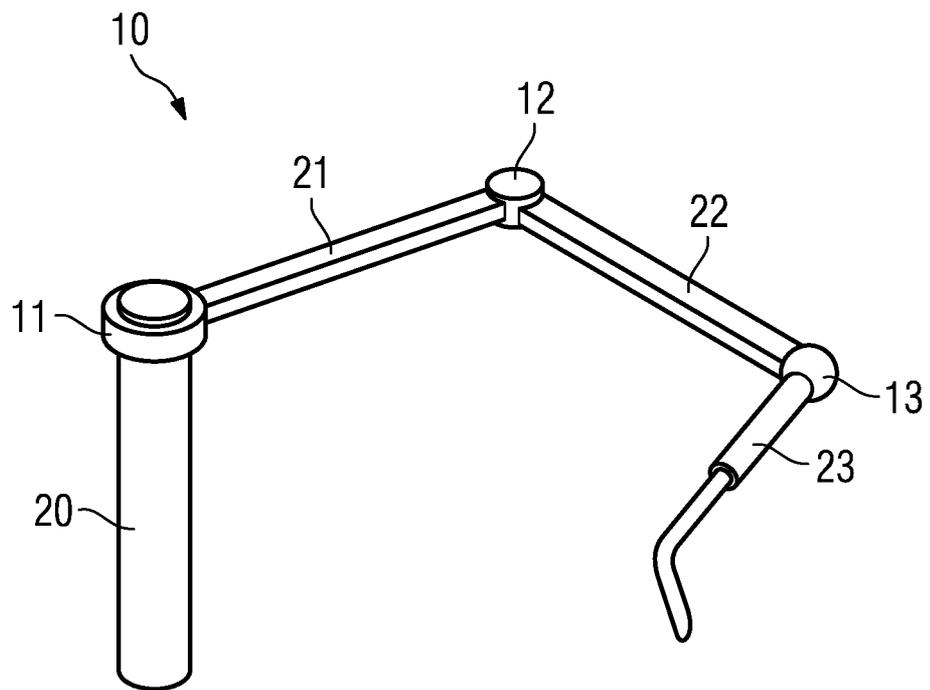


FIG 2

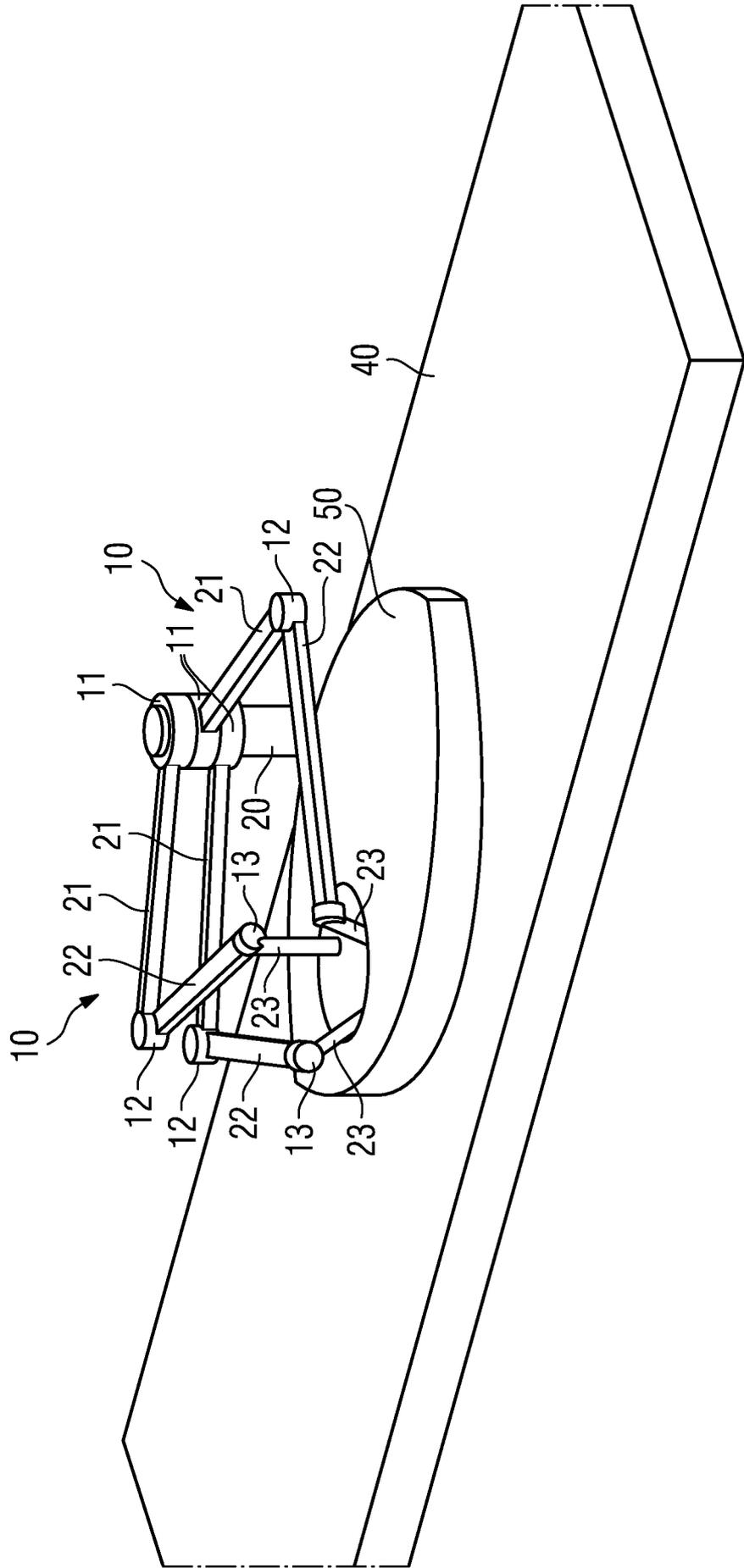


FIG 3

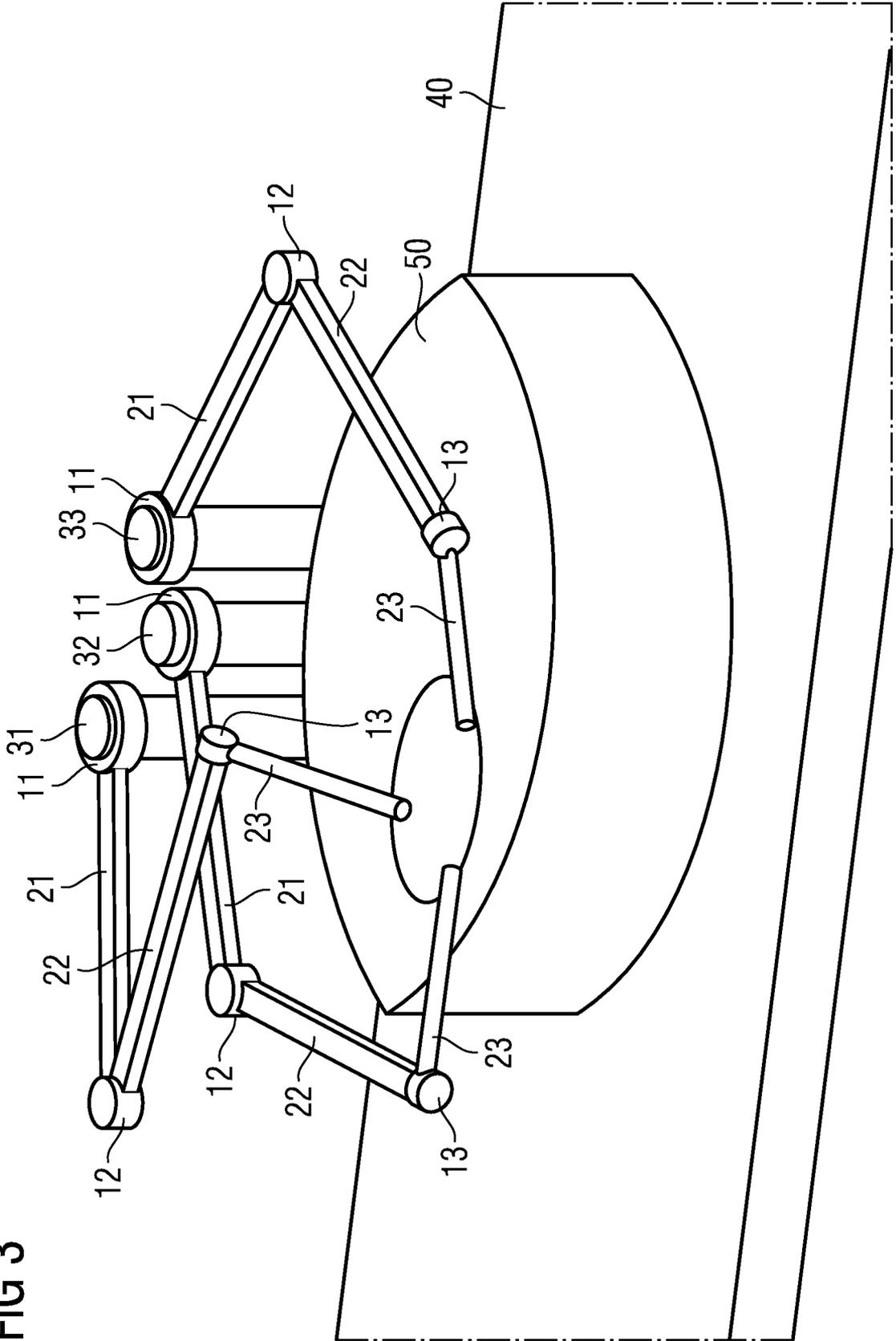


FIG 4

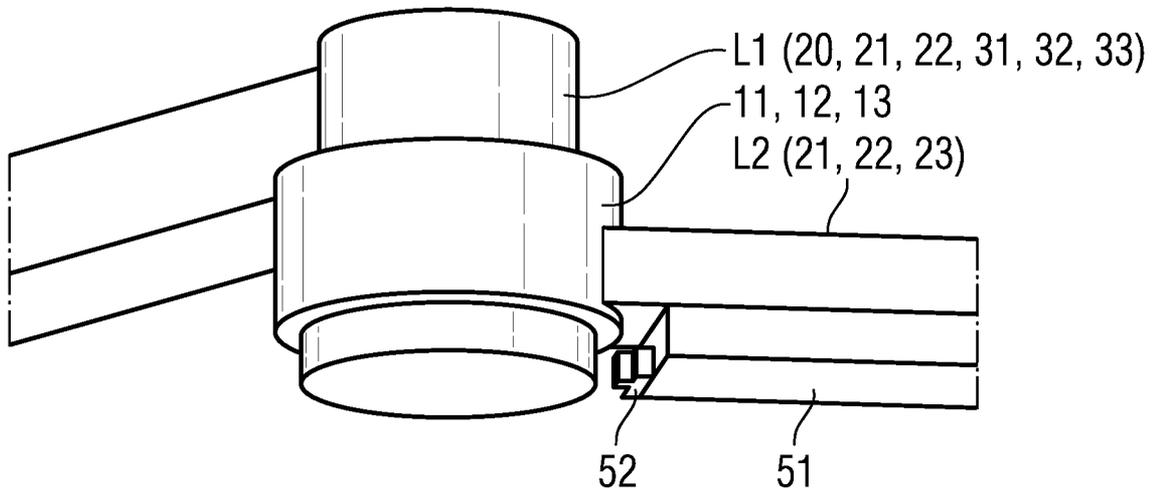


FIG 5

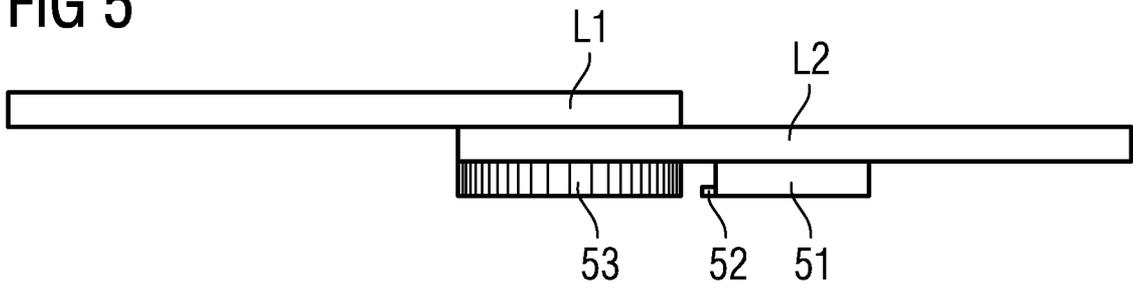


FIG 6

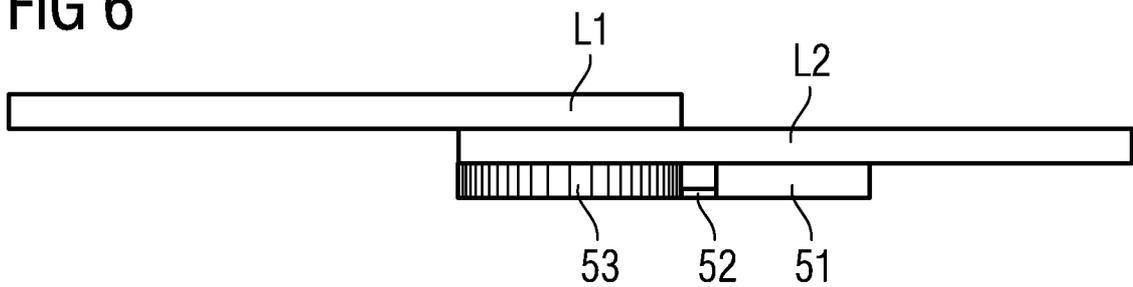


FIG 7

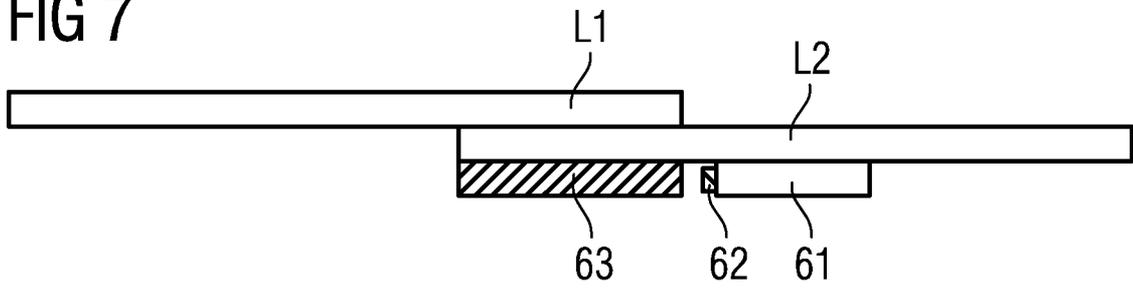


FIG 8

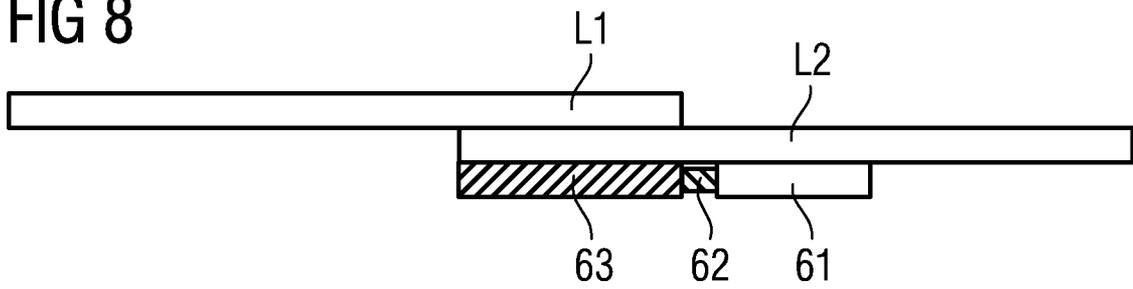


FIG 9

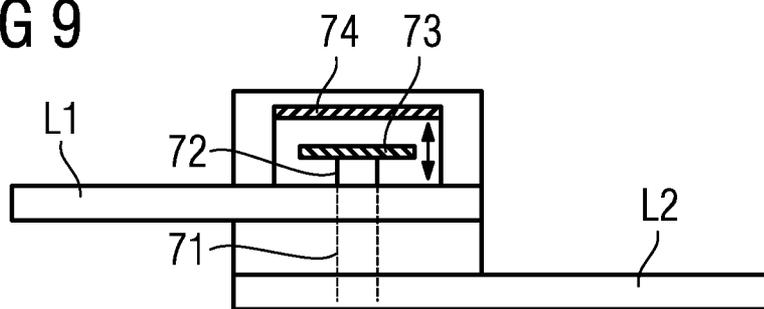


FIG 10

