



(10) **DE 10 2017 103 199 A1** 2018.08.16

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 103 199.5**

(22) Anmeldetag: **16.02.2017**

(43) Offenlegungstag: **16.08.2018**

(51) Int Cl.: **A61B 34/30** (2016.01)

A61B 17/00 (2006.01)

B25J 13/02 (2006.01)

(71) Anmelder:
avateramedical GmbH, 07745 Jena, DE

(74) Vertreter:
**Schaumburg und Partner Patentanwälte mbB,
81679 München, DE**

(72) Erfinder:
**Ziegenspeck, Nils, 70176 Stuttgart, DE; Trommer,
Christian, 99310 Wipfratal, DE; Gude, Geraf,
17258 Feldberger Seenlandschaft, DE; Schrumpf,
Thomas, 99096 Erfurt, DE; Karguth, Andreas,
99869 Tüttleben, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 714 839	B2
US	2010 / 0 228 265	A1
US	2011 / 0 301 616	A1

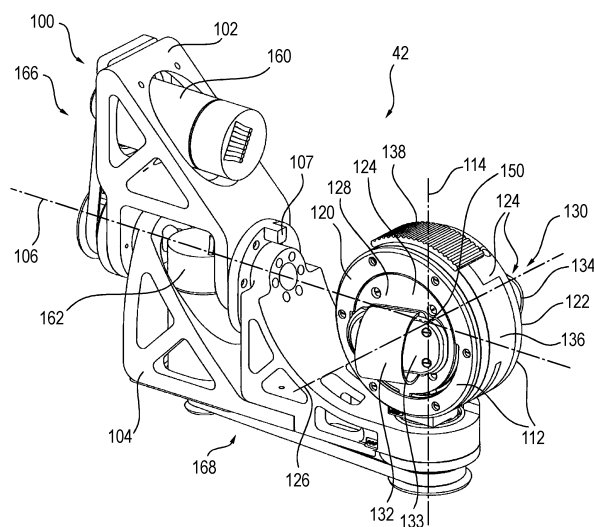
**BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR
WIRTSCHAFT UND MEDIEN, ENERGIE UND
TECHNOLOGIE: Bayerischer Staatspreis für
Nachwuchsdesigner 2014, München, 2014, Seiten
44 bis 45.**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Bediengerät für ein robotergestütztes Chirurgesystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Bediengerät (42) für ein robotergestütztes Chirurgesystem (10), das ein manuell betätigbares Bedienelement (124) sowie eine Schnittstelle (100) zur Befestigung des Bediengeräts (42) an einer Halteeinheit (50) umfasst. Das Bedienelement (124) ist, wenn es an der Halteeinheit (50) befestigt ist, relativ zur Schnittstelle (100) um drei orthogonal zueinander verlaufende Drehachsen (106, 114, 126) drehbar, wobei sich diese drei Drehachsen (106, 114, 126) in einem gemeinsamen Schnittpunkt (150) schneiden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bediengerät für ein robotergestütztes Chirurgesystem, das ein manuell betätigbares Bedienelement umfasst, das zwei Laschen zur Aufnahme jeweils eines Fingers einer Bedienperson, insbesondere zur Aufnahme des Daumens und des Mittelfingers der Bedienperson, umfasst. Ferner hat das Bediengerät eine Schnittstelle zur Befestigung an einer Halteeinheit, wobei das Bediengerät, wenn es über diese Schnittstelle an der Halteeinheit befestigt ist, relativ zur Schnittstelle um eine erste, eine zweite und eine dritte Drehachse drehbar ist, wobei diese drei Drehachsen orthogonal zueinander gerichtet sind.

[0002] In der minimalinvasiven Chirurgie werden zunehmend sogenannte Telemanipulatorsysteme, die auch als Roboterassistenzsysteme oder allgemein als Vorrichtung zur robotergestützten Chirurgie bezeichnet werden, eingesetzt. Mit Hilfe einer Vorrichtung zur robotergestützten Chirurgie werden chirurgische Instrumente aufgrund von Bedieneingaben in ihrer Lage und Orientierung gesteuert. Die chirurgischen Instrumente werden ferner mechanisch, elektrisch und/oder optisch an das Telemanipulatorsystem angekoppelt, um eine aktive Positionierung und Ausrichtung des chirurgischen Instruments sowie einer gewünschten Betätigung eines chirurgischen Instruments realisieren zu können. Hierzu haben die chirurgischen Instrumente, die neben Instrumenten mit Endeffektoren auch Endoskope und zu bedienende medizinische Geräte umfassen, eine Koppelschnittstelle, die als Koppeleinheit ausgebildet sein kann und auch als Sterileinheit bezeichnet wird. Die Vorrichtung zur robotergestützten Chirurgie hat ferner mindestens einen Manipulatorarm, an dessen proximalen Ende die Koppeleinheit vorgesehen ist, mit der die Sterileinheit verbindbar ist, um die mechanische, elektrische und/oder optische Kopplung zwischen dem Manipulatorarm und dem chirurgischen Instrument zu ermöglichen.

[0003] Zur Steuerung des Telemanipulatorsystems werden Bediengeräte verwendet, die an einer zentralen Steuereinheit angeordnet sind, und die dem Chirurgen eine möglichst genaue Steuerung der an dem Roboterarm befestigten chirurgischen Instrumente ermöglichen soll.

[0004] Problematisch bei bekannten Bediengeräten ist insbesondere, dass diese häufig nicht eine intuitive Bewegung der chirurgischen Instrumente ermöglichen, insbesondere die Bewegung nicht derart erfolgt, als ob der Chirurg das chirurgische Instrument tatsächlich direkt in seiner Hand halten würde. Ursache hierfür ist in der Regel, dass die einzelnen Bewegungs- und Drehachsen der Bediengeräte von denen der menschlichen Hand deutlich abweichen, so dass eine abweichende Bewegung von der Hand er-

folgt. Dies hat zur Konsequenz, dass sich der Chirurg jeweils an die Eingabegeräte gewöhnen muss, und ohne ausreichendes Training die notwendige präzise Steuerung der chirurgischen Instrumente nicht gewährleistet werden kann.

[0005] Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Bediengerät für ein robotergestütztes Chirurgesystem anzugeben, mit dessen Hilfe das robotergestützte Chirurgesystem möglichst genau gesteuert werden kann.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Bediengerät mit den Merkmalen den Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Erfindungsgemäß ist das Bediengerät derart ausgebildet, dass sich die drei Drehachsen, um die das Bedienelement drehbar ist, in einem gemeinsamen Schnittpunkt schneiden.

[0008] Dieser Schnittpunkt liegt hierbei insbesondere innerhalb des Bedienelements, wobei der Schnittpunkt insbesondere zwischen den beiden Laschen, durch die die Finger hindurchgeführt sind, angeordnet ist. Insbesondere ist der Schnittpunkt mittig zwischen den beiden Laschen und vorzugsweise derart angeordnet, dass er mit dem Mittelpunkt des Bedienelements zusammenfällt.

[0009] Es hat sich gezeigt, dass durch die Anordnung der Drehachsen derart, dass sie sich in einem gemeinsamen Punkt schneiden, und insbesondere dass dieser zwischen den Laschen und somit zwischen den Fingern des Chirurgen angeordnet ist, sich eine besonders intuitive, einfache Steuerung ergibt, da der so folgende Griff und die über das Bediengerät erfassten Bewegungen intuitiv denen entsprechen, als ob der Chirurg mit seinen beiden Fingern, die durch Laschen geführt sind, das chirurgische Instrument direkt fassen würde.

[0010] Unter Laschen wird insbesondere jede Art von Schlaufe oder anderen Elementen verstanden, durch die die Finger hindurchgeführt werden können. Insbesondere ist das Bedienelement derart ausgebildet, dass durch die eine Lasche der Daumen des Chirurgen und durch die andere Lasche der Mittelfinger geführt ist werden kann. Insbesondere sind die Laschen aus einem flexiblen Element, beispielsweise einem Band ausgebildet.

[0011] Darüber hinaus hat die Anordnung der drei Drehachsen derart, dass sie sich in einem Punkt schneiden und dieser innerhalb des Bedienelements liegt den Vorteil, dass hierdurch das auszugleichende Massenträgheitsmoment und die parasitären Kräfte minimiert werden, wodurch eine noch einfachere intuitive Steuerung erreicht wird.

[0012] Das Bediengerät umfasst insbesondere ein Basiselement, das die Schnittstelle umfasst, so dass das Bediengerät über dieses Basiselement an der Halteeinheit befestigbar ist, wobei dieses Basiselement dann insbesondere drehfest an der Halteeinheit angeordnet ist. Bei der Halteeinheit kann es sich insbesondere um einen Arm eines Stativs handeln, wobei dieser Arm wiederum insbesondere in bis zu drei Richtungen translatorisch bewegbar und zusätzlich um ein Gelenk in bis zu drei Richtungen drehbar sein kann. Hierdurch wird erreicht, dass eine Ausrichtung in möglichst jeder beliebiger Position innerhalb des Raums möglich ist.

[0013] An dem Basiselement ist insbesondere eine Schwenkeinheit drehbar gelagert, wobei die Lagerung derart erfolgt, dass die Schwenkeinheit relativ zum Basiselement um die erste Drehachse drehbar gelagert ist. An der Schwenkeinheit wiederum ist relativ zur Schwenkeinheit um die zweite Achse drehbar ein Gehäuse befestigt, wobei an diesem Gehäuse dann wiederum das Bedienelement um die dritte Drehachse drehbar befestigt ist. Über diese Kette von drehbaren Befestigungen wird erreicht, dass das Bedienelement, welches der Chirurg zur Bedienung in seiner Hand hält, um alle drei Drehachsen relativ zur Schnittstelle drehbar ist.

[0014] Die Bewegung, die der Chirurg am Bedienelement ausführt wird insbesondere mithilfe von Sensoren ermittelt, wobei das robotergestützte Chirurgesystem anschließend derart angesteuert wird, dass die von ihm gehaltenen chirurgischen Instrumente die zuvor ermittelte Bewegung ausführen.

[0015] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das Bedienelement scheibenförmig ausgebildet, wobei unter scheibenförmig insbesondere ein in etwa zylinderförmiges Element verstanden wird, dessen Durchmesser größer als seine Dicke ist.

[0016] Die beiden Laschen sind insbesondere an den beiden Seiten der Scheibe einander gegenüberliegend angeordnet.

[0017] Ein solches scheibenförmiges Element kann auf besonders einfache Weise und ergonomisch günstig innerhalb der Hand des Chirurgen aufgenommen werden, wobei insbesondere die Handinnenfläche auf der Umfangsfläche des Bedienelements aufliegt.

[0018] Das Gehäuse weist insbesondere zwei Ringe auf, zwischen denen das scheibenförmige Bedienelement angeordnet ist, wobei das Bedienelement über Lager, insbesondere Dünnringlager, an dem Gehäuse befestigt ist, so dass das Bedienelement relativ zu dem Gehäuse um die dritte Achse gedreht werden kann. Insbesondere erfolgt die Lage-

rung derart, dass eine Drehung um 360 Grad möglich ist.

[0019] Das Gehäuse wiederum ist über weiteres Lager, insbesondere ein Kugellager, vorzugsweise zwei Dünnringlager, an der Schwenkeinheit drehbar befestigt. Somit wird auch hierdurch eine Drehung um 360 Grad relativ zur Schwenkeinheit erreicht, was im Zusammenhang mit der Lagerung des Bedienelements ermöglicht, dass das Bedienelement relativ zur Schwenkeinheit und somit auch zur Schnittstelle sowohl um die zweite als auch um die dritte Drehachse um 360 Grad drehbar ist.

[0020] Die Schwenkeinheit wiederum ist über mindestens ein Kugellager, vorzugsweise zwei Dünnringlager drehbar an dem Basiselement befestigt.

[0021] Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Bediengerät einen ersten Aktor zum Drehen der Schwenkeinheit um die erste Achse, einen zweiten Aktor zum Drehen des Gehäuses um die zweite Achse und/oder einen dritten Aktor zum Drehen des Bedienelements um die dritte Drehachse umfasst. Durch diese Aktoren kann zum einen das Ausrichten des Bedienelements in einer voreingestellten Nullposition erfolgen, wenn das Bedienelement zuvor aus dieser Nullposition herausbewegt worden ist. Zum anderen kann über diese Aktoren eine Krafrückkopplung auf das Bedienelement, ein sog. Force Feedback, erfolgen. Hierzu werden insbesondere über Sensoren die auf die chirurgischen Instrumente während der Operation einwirkenden Kräfte und/oder Drehmomente bestimmt und über die Aktoren auf das Bedienelement zurückgekoppelt, so dass der Chirurg Widerstände und Kräfte der chirurgischen Instrumente erfahren kann und somit das Gefühl erhält, als ob er direkt die chirurgischen Instrumente halten würde.

[0022] Bei den Aktoren handelt es sich insbesondere um Motoren, vorzugsweise Elektromotoren. Hierdurch werden einfacher Aufbau und eine präzise Ansteuerung ermöglicht.

[0023] Der erste Aktor ist insbesondere am Basiselement angeordnet und vorzugsweise über ein Zahnriemengetriebe mit der Schwenkeinheit gekoppelt, so dass das Basiselement um die erste Drehachse gedreht werden kann.

[0024] Der zweite Aktor ist insbesondere an der Schwenkeinheit angeordnet und vorzugsweise über ein weiteres Zahnradgetriebe mit dem Gehäuse gekoppelt, so dass das Gehäuse über den zweiten Aktor um die zweite Drehachse relativ zur Schwenkeinheit gedreht werden kann.

[0025] Der dritte Aktor dagegen ist insbesondere nicht am Gehäuse, sondern am Bedienelement angeordnet und wird zusammen mit diesem Bedienele-

ment jeweils mitgedreht. Auf diese Weise wird erreicht, dass das Bedienelement relativ zum Gehäuse um 360° beliebig gedreht werden kann.

[0026] Der dritte Aktor ist insbesondere über ein Ritzel und ein Kronenrad mit dem Gehäuse verbunden, so dass eine Drehbarkeit relativ zu dem Gehäuse um die dritte Drehachse gegeben ist.

[0027] Ferner weist das Bediengerät insbesondere einen ersten Sensor zur Ermittlung der Drehstellung um die erste Drehachse, einen zweiten Sensor zur Ermittlung der Drehstellung um die zweiten Achse und/oder einen dritten Sensor zur Ermittlung der Drehstellung um die dritte Achse auf, wobei die hierdurch gewonnenen Informationen insbesondere zur Ansteuerung des Robotersystems genutzt werden. Insbesondere können die Sensoren jeweils auch in die jeweiligen Aktoren integriert sein bzw. die in den Aktoren ohnehin vorgesehenen Sensoren hierfür verwendet werden.

[0028] Ferner ist es alternativ möglich, dass ein Sensor zur Bestimmung der Drehstellung um mehrere Achsen verwendet wird.

[0029] Das Bediengerät ist insbesondere derart ausgebildet, dass das Bedienelement sowohl um die zweite als auch um die dritte Drehachse um 360° drehbar ist. Hierdurch wird erreicht, dass ein möglichst großer Verstellbereich gewährleistet ist.

[0030] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Bedienelement einen Taster auf, über den die Bedienperson weitere Funktionen des robotergestützten Chirurgesystems steuern kann. Dieses Bedienelement kann insbesondere als ein Schiebetaster ausgebildet sein und ist insbesondere auf der Umfangfläche des scheibenförmigen Bedienelements angeordnet.

[0031] Insbesondere ist der Schiebetaster mithilfe eines elastischen Elements, beispielsweise einer Druckfeder, in einer vorbestimmten Stellung vorgespannt und kann von der Bedienperson entgegen der Federkraft zur Betätigung eines Mikroschalters bewegt werden. Durch die Rückstellkraft wird der Taster nach dem Loslassen wieder an seine Ausgangsposition bewegt.

[0032] Alternativ kann anstelle eines Tasters beispielsweise auch ein Schalter oder ein Knopf zur Steuerung vorgesehen werden.

[0033] Der Taster, der Schalter oder der Knopf können vorzugsweise zusammen mit den an beiden Seiten des Grundkörpers des Bedienelements angeordneten Laschen drehbar sein, sodass der Chirurg ihn bequem jederzeit unabhängig von der Stellung der Laschen erreichen und bedienen kann.

[0034] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform sind die beiden Laschen derart an dem scheibenförmigen Grundelement des Bedienelements befestigt, dass durch sie eine Art Pinzettengriff gebildet wird, bei dem der Chirurg die Möglichkeit hat, seinen beiden durch die Laschen geführten Finger zu spreizen und zusammenzuführen, und diese Bewegung durch entsprechende Sensoren erfasst wird und bei der Ansteuerung des chirurgischen Instruments des robotergestützten Chirurgesystems berücksichtigt wird.

[0035] Hierzu sind die beiden Laschen insbesondere um einen vorbestimmten Winkel um vorbestimmte Drehpunkte voneinander wegschwenkbar, wobei die beiden Laschen insbesondere derart gekoppelt sind, dass sie relativ zu einer Nullposition immer beide um den gleichen Winkel geöffnet sind. Diese Nullposition ist insbesondere diejenige Position, bei der die beiden Flächen des scheibenförmigen Bedienelements, an denen die Laschen befestigt sind, zueinander parallel ausgerichtet sind.

[0036] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung, die die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit den beigefügten Figuren näher erläutert.

[0037] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines Systems zur robotergestützten Chirurgie mit einem Manipulator, der vier Manipulatorarme hat, mit denen jeweils eine Instrumenteneinheit verbindbar ist,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Bediengeräts zur Steuerung des Manipulators nach **Fig. 2** sowie eine Halteeinheit, an der das Bediengerät befestigt ist,

Fig. 3 eine schematische, perspektivische Darstellung des Bediengeräts nach **Fig. 2**,

Fig. 4 eine Draufsicht auf das Bediengerät nach den **Fig. 2** und **Fig. 3** bei geöffnetem Pinzettengriff,

Fig. 5 eine Schnittdarstellung durch das Bediengerät nach den **Fig. 2** bis **Fig. 4**,

Fig. 6 einen Ausschnitt einer Schnittdarstellung eines Bedienelements des Bediengeräts nach den **Fig. 2** bis **Fig. 5**, und

Fig. 7 u. 8 jeweils eine schematische Darstellung eines Ausschnitts des Bedienelements.

[0038] **Fig. 1** zeigt eine schematische Seitenansicht eines Systems **10** zur robotergestützten Chirurgie mit einem Manipulator **12**, der ein Stativ **14** und vier Manipulatorarme **16a** bis **16d** hat. Der Manipulator **12** wird allgemein auch als Vorrichtung zur roboterge-

stützten Chirurgie bezeichnet. Das System **10** dient zur Durchführung eines chirurgischen Eingriffs an einem auf einem Operationstisch **34** positionierten Patienten **18**. Ausgehend von der Anatomie des Patienten **18** und der durchzuführenden Operation sind die Koordinaten eines Zieloperationsgebiets **30'** ermittelt und voreingestellt gespeichert worden. Das Stativ **14** hat einen L-förmigen Stativarm **28**, an dessen vom Stativfuß **24** entfernten Ende die Manipulatorarme **16a bis 16d** über einen Stativkopf **20** verbunden sind.

[0039] Der Operationstisch **34** hat eine Operationstischsäule **32**, in der eine Steuereinheit **36** des Operationstischs **34** angeordnet ist und auf der eine mehrere Segmente umfassende Patientenlagerfläche **38** angeordnet ist. Die Steuereinheit **36** dient zur Steuerung der Bewegung von Elementen des Operationstischs **34**, insbesondere zur Längenverstellung der Operationstischsäule **32** und somit zum Verstellen der Höhe der Patientenlagerfläche **38** und zum Verstellen einzelner Segmente sowie der Neigung und der Kantung der Patientenlagerfläche **38**. Vorzugsweise ist jedoch die Verstellung der Segmente des Operationstischs **34** während eines operativen Eingriffs mit Hilfe des Manipulators **12** gesperrt. Das System **10** umfasst ferner eine Steuereinheit **46** des Manipulators **12** sowie eine zentrale Steuereinheit **40**, die über Datenleitungen mit der Steuereinheit **46** des Manipulators **12**, der Steuereinheit **36** des Operationstischs **34** sowie einer Bedienkonsole **42** mit einer Anzeigeeinheit **44** verbunden ist. Die Steuereinheit **40** hat eine Ausgabeeinheit **41** und die Steuereinheit **46** hat eine Ausgabeeinheit **47**, durch die jeweils optische und/oder akustische Signale ausgegeben werden können.

[0040] Die Oberfläche der Patientenlagerfläche **38** bildet eine Frontalebene, auf der der Patient **18** dorsal liegend positioniert ist.

[0041] In **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung des Bediengerät **42** sowie eines Haltearms **50**, an dem das Bediengerät **42** über eine Schnittstelle **100** des Bediengeräts befestigt ist, dargestellt.

[0042] Der Haltearm **50** ist um einen Drehpunkt **52**, wie durch die Pfeile P1 bis P3 angedeutet, um drei Achsen, die orthogonal zueinander sind, drehbar. Darüber hinaus kann der Haltearm **50** translatorisch in drei orthogonal zueinander gerichtete Richtungen, wie durch die Pfeile P4 bis P6 angedeutet, bewegt werden. Somit kann das Bediengerät **42** in einer ergonomisch günstigen Position für die Bedienperson ausgerichtet werden.

[0043] In **Fig. 3** ist eine schematische, perspektivische Darstellung des Bediengeräts **42** gezeigt. **Fig. 4** zeigt eine Draufsicht auf das Bediengerät und **Fig. 5** eine Schnittdarstellung durch das Bediengerät **42** gemäß des Schnitts B-B nach **Fig. 4**.

[0044] Das Bediengerät **42** umfasst ein Basiselement **102**, an dem die Schnittstelle **100** vorgesehen ist und über das das Bediengerät **42** an dem Haltearm **50** befestigt wird. An dem Basiselement **102** ist eine Schwenkeinheit **104** um eine erste Drehachse **106** drehbar gelagert. Die Lagerung erfolgt hierbei insbesondere über zwei Dünnringlager **108, 110**.

[0045] An dem dem Basiselement **102** abgewandten Ende der Schwenkeinheit **104** ist ein Gehäuse **112** angeordnet, welches um eine zweite Drehachse **114** drehbar an der Schwenkeinheit **104** gelagert ist. Die Drehbarkeit wird wiederum durch die Lagerung des Gehäuses über zwei Dünnringlager **116, 118** erreicht.

[0046] Das Gehäuse **112** umfasst zwei Ringe **120, 122**, zwischen denen ein scheibenförmiges Bedienelement **124** angeordnet ist, wobei dieses Bedienelement **124** relativ zu dem Gehäuse **112** und somit zu den beiden Ringen **120, 122** um eine dritte Drehachse **126** drehbar gelagert ist.

[0047] An den beiden Seitenflächen **128, 130** des scheibenförmigen Grundkörpers des Bedienelements **124** sind zwei Laschen **132, 134** angeordnet, durch die die Bedienperson zwei Finger hindurchführen kann. Insbesondere dienen die Laschen **132, 134** zur Aufnahme des Daumens und des Mittelfingers. Die Laschen **132, 134** sind über schwenkbare Pinzettenarme **133, 135** mit jeweils einer Seitenfläche **128, 130** des scheibenförmigen Grundkörpers des Bedienelements **124** verbunden. An der Umfangsfläche **136** des Bedienelements **124** ist ein Schiebetaster **138** vorgesehen, welcher bei bestimmungsgemäßem Griff des Bedienelements **124** über den aufliegenden Zeigefinger betätigbar ist. Der Schiebetaster **138** kann mit dem Bedienelement **124** derart verbunden sein, dass eine Drehung des Bedienelements **124** um Drehachse **126** eine Drehung des Schiebetasters **138** um denselben Winkel entlang der Umlauffläche **136** hervorruft, sodass die Pinzettenarme **133, 135** und der Schiebetasters **138** in einer festen räumlichen Beziehung stehen, wie dies auch aus einem Vergleich der **Fig. 2** mit der **Fig. 3** oder mit der **Fig. 5** hervorgeht.

[0048] Wie in **Fig. 6** gezeigt, ist der Schiebetaster **138** über eine Druckfeder **140** in einer ersten Position vorgespannt und kann entgegen der Federkraft der Druckfeder **140** in Richtung des Pfeils P7 bewegt werden. Hierdurch wird ein Miniaturschalter **142** betätigt, wodurch eine zugeordnete Funktion des Manipulators ausgelöst wird. Nach Loslassen des Schiebetasters **138** wird dieser durch die Druckfeder **140** wieder in die erste Position zurück bewegt.

[0049] Das Bedienelement **140** ist somit um die drei Drehachsen **106, 114** und **126** drehbar, wobei die drei Drehachsen **106, 114, 126** jeweils orthogonal zueinander ausgerichtet sind und sich in einem gemein-

samen Schnittpunkt **150** schneiden. Der Drehbereich der Drehung des Bedienelements **140** um jeder der drei Drehachsen **106**, **114**, **116** beträgt vorzugsweise 360 Grad. Der Drehbereich kann bei anderen Ausführungsformen auch begrenzt sein, beispielsweise auf 90 Grad. Diese Begrenzung kann beispielsweise mit Hilfe eines Anschlags **107** erfolgen.

[0050] Mithilfe von Sensoren wird die jeweilige Drehstellung des Bedienelements **124** bezogen auf die drei Achsen **106**, **114**, **126** ermittelt und der Manipulator wird derart angesteuert, dass die chirurgischen Instrumente entsprechend bewegt werden.

[0051] Durch das Anordnen der drei Drehachsen **106**, **114**, **126** derart, dass sie sich in einem gemeinsamen Schnittpunkt **150** schneiden, wird eine besonders intuitiven Steuerung ermöglicht, die dem Chirurgen das Gefühl gibt, als ob er das chirurgische Instrument direkt in der Hand halten würde. Dieses Gefühl wird weiter dadurch unterstützt, dass dieser Schnittpunkt **150** innerhalb der Bedienelement **124** zwischen den beiden Laschen **132**, **134** liegt und insbesondere mit dem Mittelpunkt des Bedienelements **124** zusammenfällt. Ferner wird hierdurch auch das auszugleichende Massenträgheitsmoment minimiert.

[0052] An dem Basiselement **102** ist ein erster Aktor vorgesehen, der über ein erstes Zahnriemengetriebe **166** mit der Schwenkeinheit **104** gekoppelt ist, so dass die Schwenkeinheit **104** über diesen ersten Aktor **160** um die erste Drehachse **106** gedreht werden kann.

[0053] An der Schwenkeinheit **104** wiederum ist ein zweiter Aktor **162** vorgesehen, welcher über ein zweites Zahnriemengetriebe **168** mit dem Gehäuse **112** gekoppelt ist, so dass das Gehäuse **112** relativ zur Schwenkeinheit **104** um die zweite Drehachse **114** gedreht werden kann.

[0054] Innerhalb des Bedienelements **124** ist ein dritter Aktor **164** vorgesehen, welcher drehfest mit dem Bedienelement **124** verbunden ist und mit diesem jeweils mitbewegt wird. Der dritte Aktor **164** ist über ein Ritzel **170** mit einem Kronenrad **172** im Eingriff, welches wiederum fest mit dem Gehäuse **112** verbunden ist. Hierüber kann das Bedienelement **124** um die dritte Drehachse **126** relativ zum Gehäuse **112** gedreht werden.

[0055] Über diese drei Aktoren **160** bis **164** kann somit zum einen das Bedienelement **124** jeweils wieder in eine voreingestellte Nullposition ausgerichtet werden. Zum anderen kann hierdurch ein Force Feedback erfolgen, bei dem die auf die chirurgischen Instrumente des Manipulators einwirkenden Kräfte und/oder Drehmomente ermittelt und über die Aktoren **160** bis **164** auf das Bedienelement übertragen werden, so dass der Chirurg ein Feedback von

den ausgeführten Manipulationen erhält und somit eine realistische Operationsbedingung abgebildet wird, wie wenn der Chirurg die chirurgischen Instrumente direkt halten würde.

[0056] Die beiden Flächen **128**, **130**, an denen die Laschen **132**, **134** befestigt sind, sind relativ zu den anderen Elementen der Bedieneinheit **124** und dem Gehäuse **112** seitlich abklappbar, wie dies in **Fig. 4** gezeigt ist. Hierüber wird ein Pinzettengriff gebildet, dessen Stellung entsprechend über Sensoren ermittelt wird und auch auf die Ansteuerung der chirurgischen Instrumente über den Manipulator übertragen wird.

[0057] In **Fig. 7** und **Fig. 8** sind jeweils die beiden Flächen **128** und **130** und die beiden Laschen **132**, **134** gezeigt, wobei in **Fig. 8** die Nullposition gezeigt ist, bei der die beiden Flächen **128** und **130** parallel zueinander ausgerichtet sind, und in **Fig. 7** die maximale Öffnung des Patientengriffes gezeigt ist, bei der die beiden Flächen **128**, **130** jeweils insbesondere um einen maximalen Winkel von 17 Grad relativ zur Nullposition verschwenkt sind.

[0058] Die beiden Laschen **128**, **130** sind jeweils über eine Stange **176**, **178** an einer drehbaren Scheibe **174** gekoppelt, wodurch erreicht wird, dass die beiden Laschen **128**, **130** immer um den gleichen Winkel relativ zur Nullposition geöffnet sind. Beim Öffnen und Schließen des Pinzettengriffes wird ein mit der Scheibe **174** gekoppelter Magnet eines Hall-Sensors gedreht, durch den die jeweilige Winkelstellung des Pinzettengriffes bestimmt und entsprechend für die Ansteuerung des Manipulators zugrunde gelegt werden kann.

Bezugszeichenliste

10	System
12	Manipulator
14	Stativ
16, 16a bis 16d	Manipulatorarm
18	Patient
20	Stativkopf
24	Stativfuß
28	Stativarm
30	Zieloperationsgebiet
31	Mittelpunkt des Zieloperationsgebiet
32	Operationstischsäule
34	Operationstisch

36	Steuereinheit des Operationstisches	mit einer Schnittstelle (100) zur Befestigung des Bediengeräts (42) an einer Halteeinheit (50),
38	Patientenlagerfläche	wobei das Bedienelement (124), wenn das Bediengerät (42) an der Halteeinheit (50) befestigt ist, relativ zur Schnittstelle (100) um eine erste Drehachse (106), eine zweite Drehachse (114) und eine dritte Drehachse (126) drehbar ist, wobei die drei Drehachsen (106, 114, 126) jeweils orthogonal zueinander stehen,
40	zentrale Steuereinheit der Vorrichtung	dadurch gekennzeichnet , dass die drei Drehachsen (106, 114, 126) sich in einem gemeinsamen Schnittpunkt (150) schneiden.
41	Ausgabeeinheit	
42	Bediengerät	
46	Steuereinheit des Manipulators	
47	Ausgabeeinheit	
50	Haltearm	2. Bediengerät (42) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet , dass der Schnittpunkt (150) innerhalb des Bedienelementes (124) liegt.
52	Drehpunkt	
100	Schnittstelle	3. Bediengerät (42) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet , dass der Schnittpunkt (150) zwischen den beiden Laschen (132, 134), insbesondere mittig zwischen den beiden Laschen (132, 134), liegt.
102	Basiselement	
104	Schwenkeinheit	
106, 114, 126	Drehachse	
107	Anschlag	4. Bediengerät (42) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass der Schnittpunkt (150) mit dem Mittelpunkt des Bedienelementes (124) zusammenfällt.
108, 110, 116, 118	Dünnringlager	
112	Gehäuse	
120, 122	Ring	5. Bediengerät (42) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass das Bediengerät (42) ein Basiselement (102), das die Schnittstelle (100) umfasst, eine relativ zum Basiselement (102) um die erste Drehachse (106) drehbar an dem Basiselement (102) befestigte Schwenkeinheit (104), und ein relativ zur Schwenkeinheit (104) um die zweite Drehachse (114) drehbar an der Schwenkeinheit (104) befestigtes Gehäuse (112) umfasst, und dass das Bedienelement (124) um die dritte Drehachse (126) drehbar an dem Gehäuse (112) gelagert ist.
124	Bedienelement	
128, 130	Außenfläche	
132, 134	Lasche	
133, 135	Pinzettenarm	
136	Umfangsfläche	
138	Schiebeschalter	
140	Druckfeder	
142	Miniaturschalter	
150	Schnittpunkt	6. Bediengerät (42) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet , dass das Bedienelement (124) einen scheibenförmigen Grundkörper umfasst.
160, 162, 164	Aktor	
166, 168	Zahnriemengetriebe	7. Bediengerät (42) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet , dass die beiden Laschen (132, 134) an den beiden Seiten (128, 130) des Grundkörpers angeordnet sind.
170	Ritzel	
172	Kronenrad	
174	Scheibe	
176, 178	Stange	8. Bediengerät (42) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet , dass das Gehäuse (112) zwei Ringe (120, 122) umfasst, zwischen denen das Bedienelement (124) angeordnet ist, und dass das Bedienelement über ein Dünnringlager an der Gehäuse (112) drehbar gelagert ist.
P1 bis P7	Richtung	

Patentansprüche

1. Bediengerät für ein robotergestütztes Chirurgiesystem, mit einem manuell betätigbaren Bedienelement (124), das zwei Laschen (132, 134) zur Aufnahme jeweils eines Fingers einer Bedienperson umfasst, und

9. Bediengerät (42) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (112) über mindestens ein Kugellager, insbesondere

zwei Dünnringlager (116, 118), an der Schwenkeinheit (104) drehbar befestigt ist.

10. Bediengerät (42) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwenkeinheit (104) über mindestens ein Kugellager, insbesondere zwei Dünnringlager (108, 110), an dem Baiselement (102) drehbar befestigt ist.

11. Bediengerät (42) nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Aktor (160), insbesondere eine erste Motor, zum Drehen der Schwenkeinheit (104) um die erste Drehachse (106), ein zweiter Aktor (162), insbesondere ein zweiter Motor, zum Drehen des Gehäuses (112) um die zweite Drehachse (114) und/oder ein dritter Aktor (164), insbesondere ein dritter Motor, zum Drehen des Bedienelements (124) um die dritte Drehachse (126) vorgesehen sind.

12. Bediengerät (42) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Aktor (160) am Baiselement (102), dass der zweite Aktor (162) an der Schwenkeinheit (104), und/oder dass der dritte Aktor (164) am Bedienelement (124) angeordnet ist.

13. Bediengerät (42) nach einem der Ansprüche 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Aktor (164) relativ zum Bedienelement (124) drehfest im Inneren des Bedienelements (124) angeordnet ist.

14. Bediengerät (42) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Aktor (164) über ein Ritzel (170) und ein Kronenrad (172) mit dem Gehäuse (112) verbunden ist.

15. Bediengerät (42) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Sensor zur Ermittlung der Drehstellung um die erste Drehachse (106), ein zweiter Sensor zur Ermittlung der Drehstellung um die zweite Achse (114) und/oder ein dritter Sensor zur Ermittlung der Drehstellung um die dritte Drehachse (126) vorgesehen sind.

16. Bediengerät (42) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bedienelement (124) um die zweite Drehachse (114) und/oder die dritte Drehachse (126) jeweils um 360° drehbar ist.

17. Bediengerät (42) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Bedienelement (124) einen Taster (138), insbesondere einen Schiebetaster, umfasst.

18. Bedienelement (42) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Taster (138) zusammen mit den an beiden Seiten des Grundkörpers des Bedienelements (124) angeordneten Laschen (132, 134) drehbar ist.

19. Bediengerät (42) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Laschen (132, 134) um einen vorbestimmten Winkel voneinander weg schwenkbar sind, so dass ein Pinzettengriff gebildet ist.

20. Bedienelement (42) nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Laschen (132, 134) derart mit einander gekoppelt sind, dass sie relativ zu einer Nullposition immer um den gleichen Winkel geöffnet sind.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

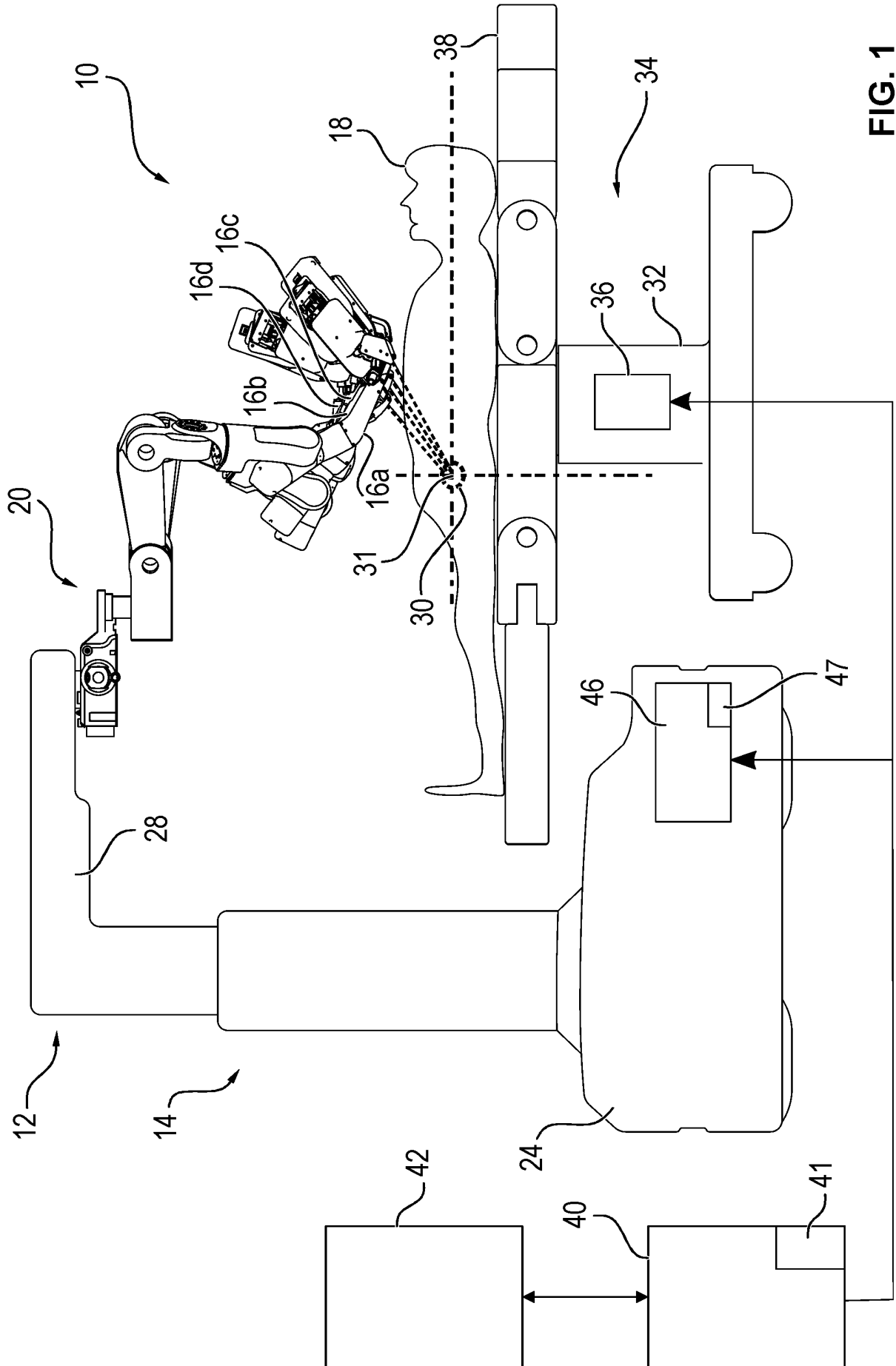


FIG. 1

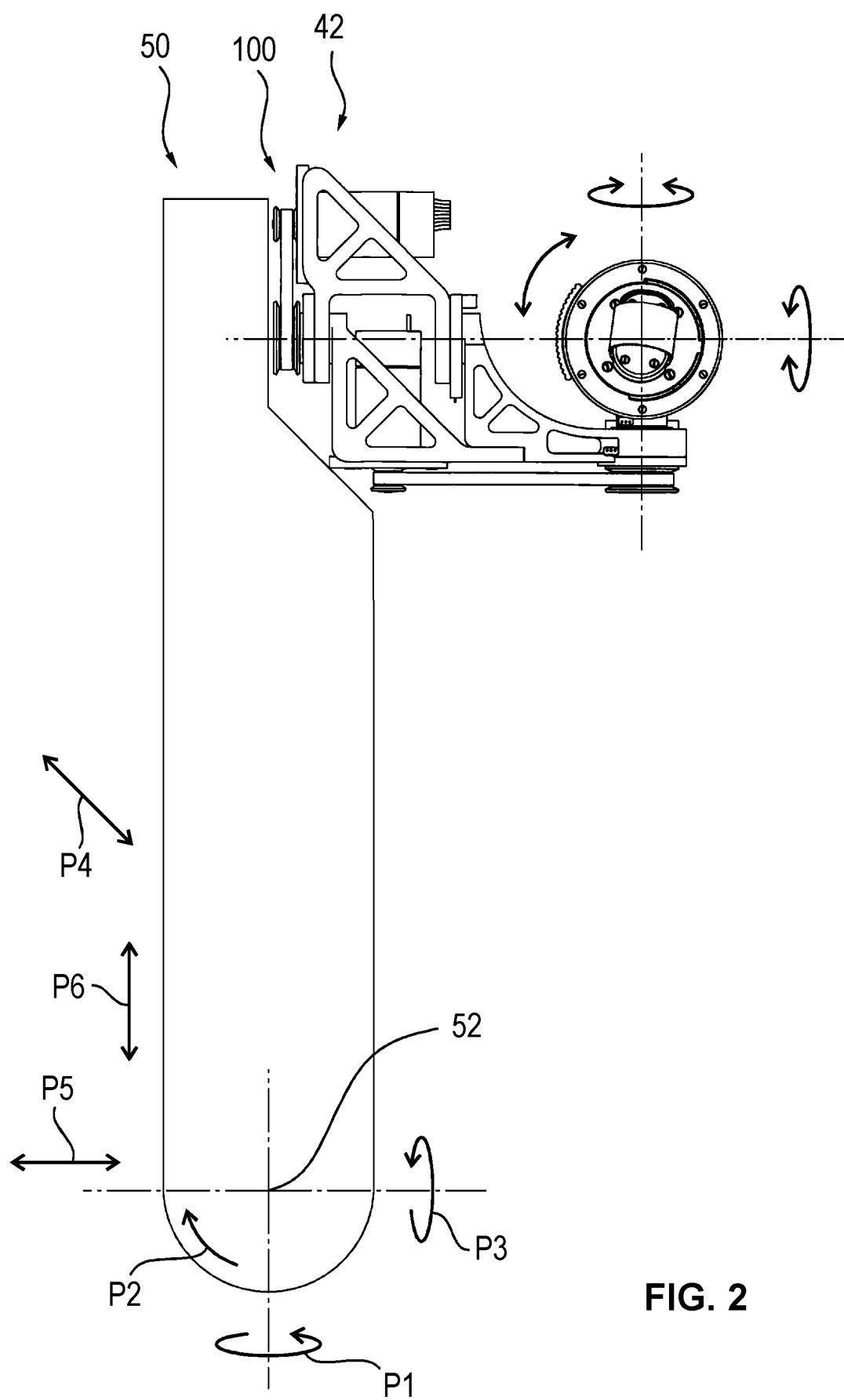


FIG. 2

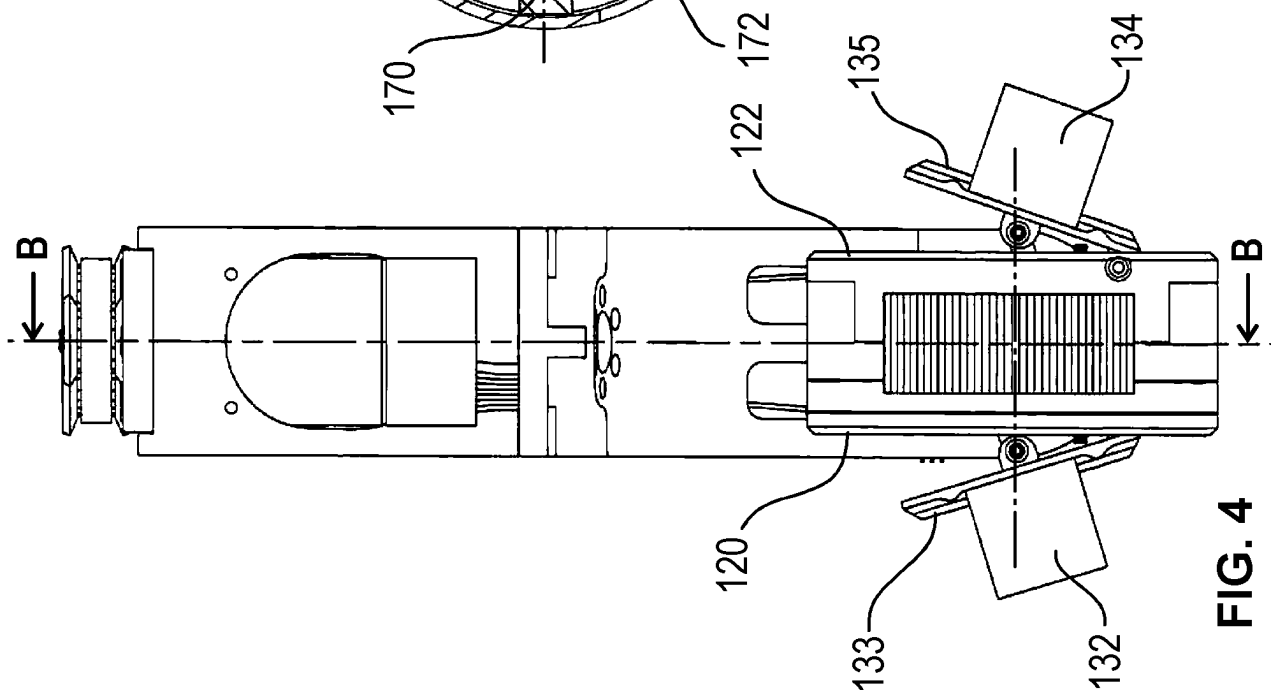


FIG. 4

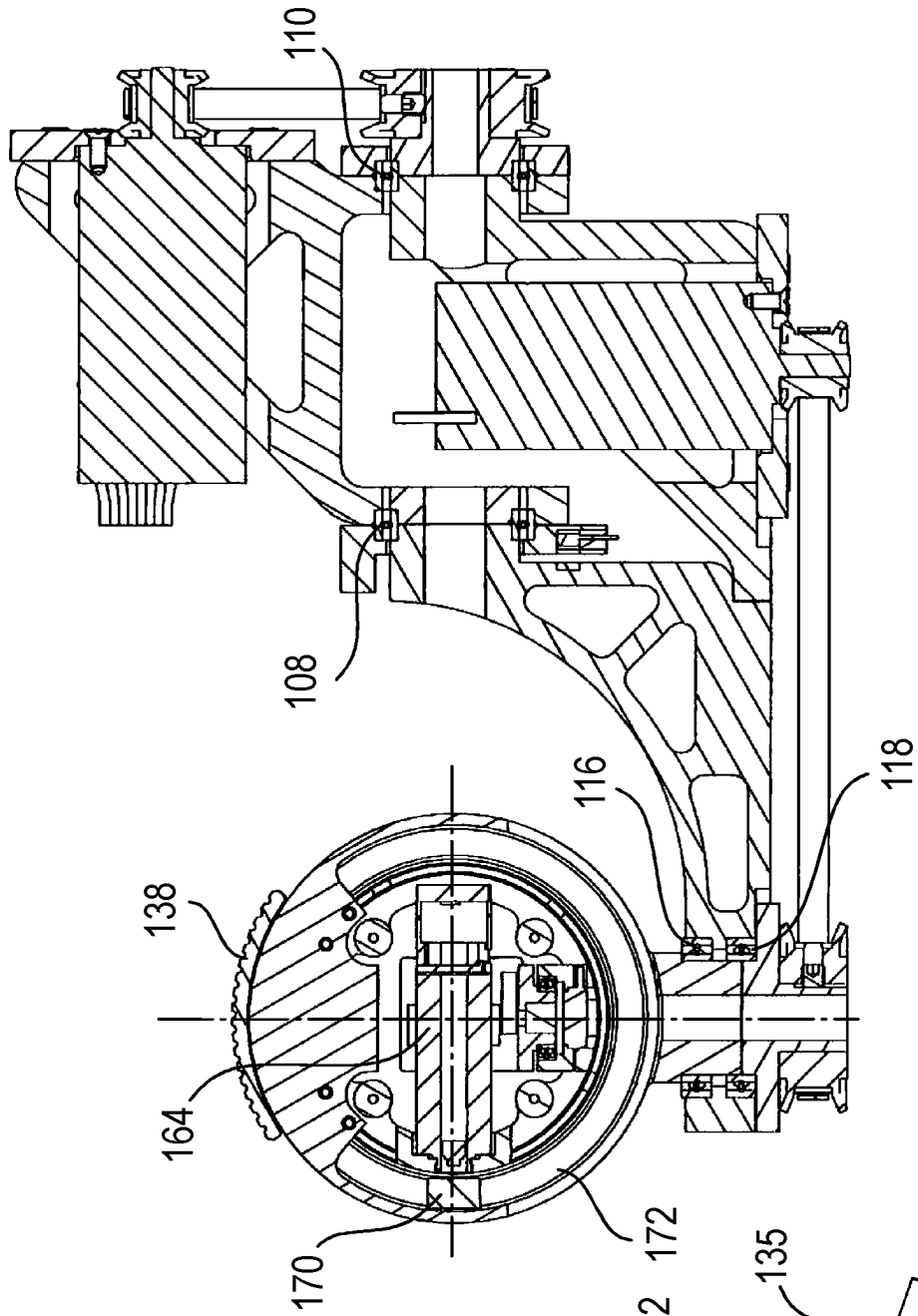


FIG. 5

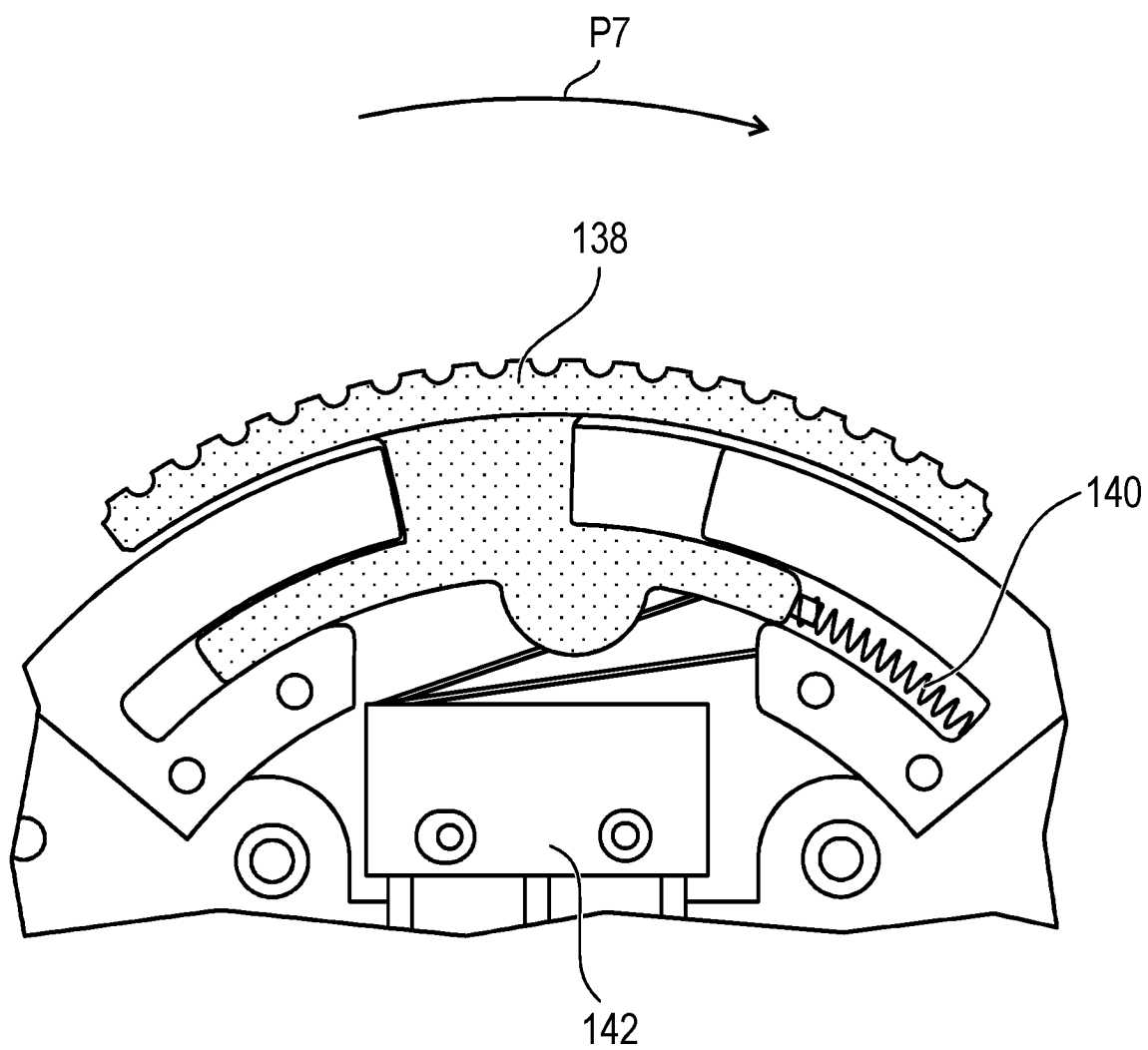


FIG. 6

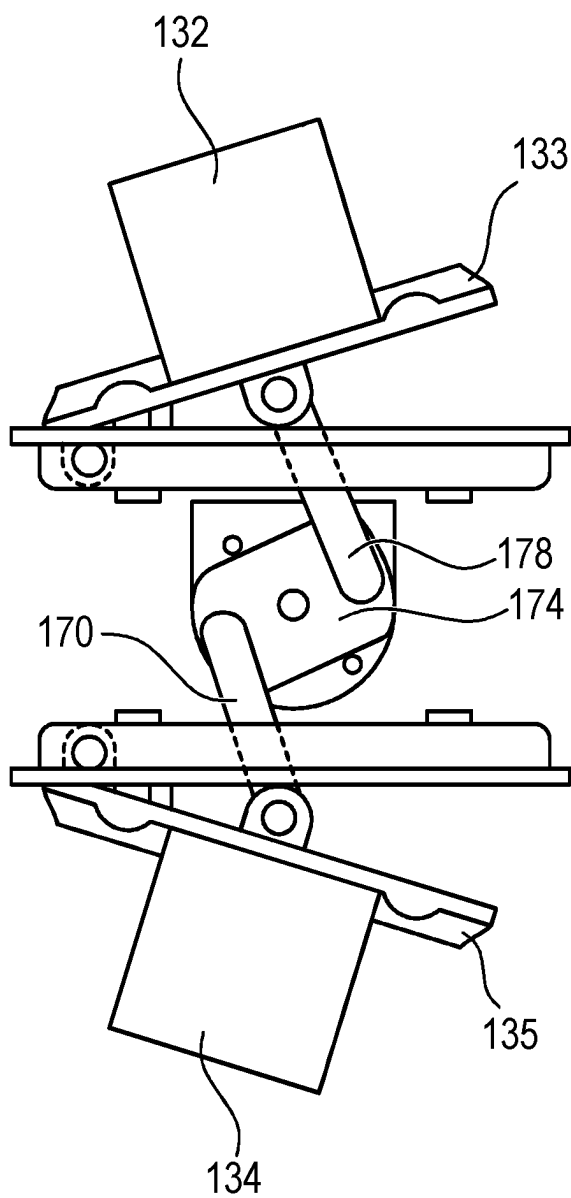


FIG. 7

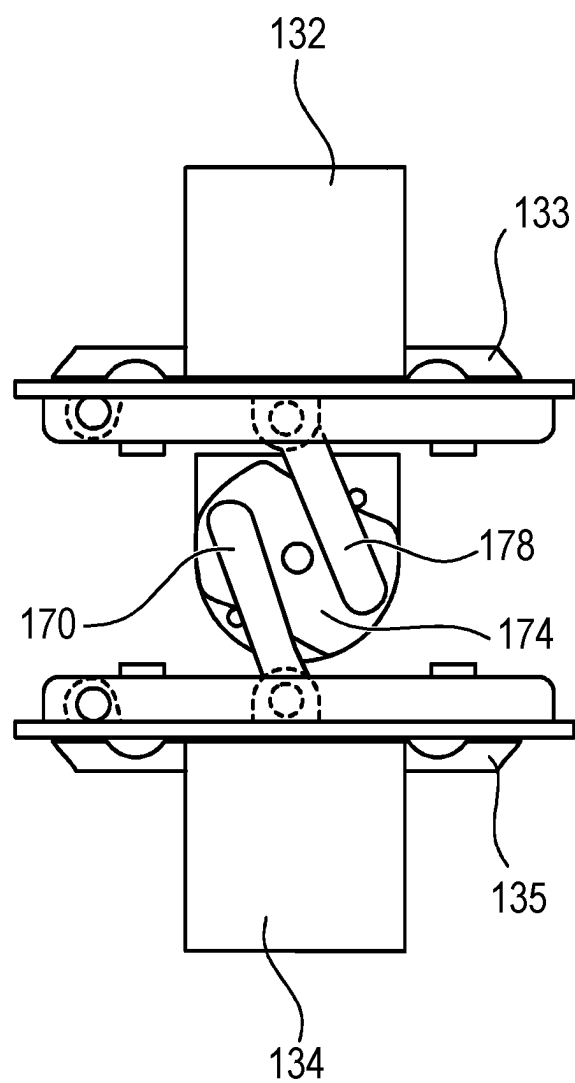


FIG. 8