(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2021 114 151 B4** 2023.12.07

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2021 114 151.6**
(22) Anmeldetag: **01.06.2021**
(43) Offenlegungstag: **01.12.2022**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **07.12.2023**

(51) Int Cl.: ***A61B 34/20*** (2016.01)
A61B 34/30 (2016.01)
A61B 17/00 (2006.01)
A61B 90/11 (2016.01)

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

(73) Patentinhaber:
iSYS Medizintechnik GmbH, Kitzbühel, AT

(74) Vertreter:
Keller Schneider Patentanwalts GmbH, 80335 München, DE

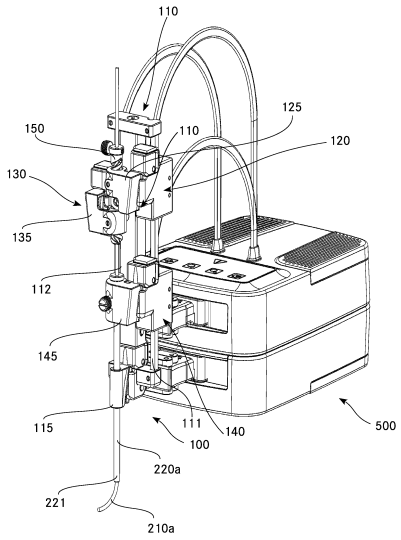
(72) Erfinder:
Vogele, Michael, Dr., 86830 Schwabmünchen, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	**2008 / 0 177 285**	**A1**
US	**2015 / 0 088 159**	**A1**
US	**2016 / 0 331 375**	**A1**
US	**2021 / 0 015 564**	**A1**

(54) Bezeichnung: **Instrumentenvorschubvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Instrumentenvorschubvorrichtung (100) zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben von zumindest einem ersten Instrument (210), wobei die Instrumentenvorschubvorrichtung (100) Folgendes aufweist:
eine Führungseinrichtung (110) mit zumindest einem ersten Achsenkörper (111), der sich in eine translatorische Antriebsrichtung des zumindest einen ersten Instruments (210) erstreckt;
mindestens einen ersten Motor (120), der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers (111) ausgebildet ist; und
mindestens einen zweiten Motor (130), der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers (111) oder entlang eines zweiten Achsenkörpers (112) ausgebildet ist, der parallel zu dem ersten Achsenkörper (111) ausgerichtet ist,
wobei der erste Motor (120) mit einer ersten Halteeinrichtung (125) zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments (210) verbunden oder verbindbar ist, und
wobei der zweite Motor (130) mit einer zweiten Halteeinrichtung (135) zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments (210) oder eines zweiten Instruments (220) verbunden oder verbindbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Instrumentenvorschubvorrichtung (100) eine Spindeleinrichtung (150) zum rotierenden Bewegen des ersten Instruments (210) aufweist, die mit zumindest einer der Halteeinrichtungen (125, 135, 145) in Wirkverbindung steht,
wobei die Spindeleinrichtung (150) als ein Hohlkörper ausgebildet ist und mindestens einen Gewindegang (151, 152) aufweist, wobei in einem Hohlraum (153) des Hohlkörpers das erste Instrument (210) anordenbar und fixierbar ist.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Instrumentenvorschubvorrichtung zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben von zumindest einem ersten Instrument.

[0002] Die vorliegende Erfindung wird im Folgenden hauptsächlich in Verbindung mit medizintechnischen Instrumenten, insbesondere mit einer Nadel und einem Trokar, beschrieben. Die Erfindung lässt sich jedoch auch in Verbindung mit nichtmedizintechnischen, beispielsweise labortechnischen oder messtechnischen Instrumenten einsetzen.

Stand der Technik

[0003] Instrumentenvorschubvorrichtungen werden allgemein dazu verwendet, um Instrumente translatorisch und/oder rotierend zu bewegen.

[0004] Aus dem Stand der Technik sind unterschiedlichste Möglichkeiten bekannt, um einen Instrumentenvorschub zu realisieren. Insbesondere beim Vorschub von medizintechnischen Instrumenten werden sehr hohe Anforderung an die Genauigkeit, Zuverlässigkeit und Sterilisierbarkeit der Instrumentenvorschubvorrichtung gestellt. So sind im Stand der Technik zahlreiche Versuche unternommen worden, Instrumentenvorschubvorrichtungen unter Berücksichtigung dieser Anforderungen weiterzuentwickeln und zu verbessern.

[0005] Beispielsweise ist aus der EP 2 303 098 B1 eine Vorrichtung zur kontrollierten Verschiebungsbewegung und optionaler Drehbewegung eines Instrumentes bekannt. Die Vorrichtung weist hierbei ein lineares Betätigungsorgan auf, das an einem hinteren Ende des Instruments angreift, wobei das Betätigungsorgan einen Linearmotor mit einem elektromagnetischen Direktantrieb und eine gegenüber einem Stator verschiebungsbewegliche Spindel aufweist, in der das Instrument geführt ausgebildet ist.

[0006] Ferner ist aus der US 2016 / 0 331 375 A1 eine Drehantriebsanordnung für ein chirurgisches Instrument bekannt. Dabei weist die Drehantriebsanordnung eine Antriebswellenanordnung auf, die selektiv axial zwischen einer ersten Position und einer zweiten Position beweglich ist. Insbesondere kann bei einem chirurgischen Roboter mit mehreren Roboterarmen an jedem Roboterarm jeweils eine der Drehantriebsanordnungen angeordnet sein.

[0007] Weiterhin ist aus der US 2008 / 0 177 285 A1 ein System und ein Verfahren zum Ausrichten eines chirurgischen Instruments auf einen Zielbereich eines Patienten bekannt. Das System umfasst eine starre Halterung, die relativ zu einem Patiententisch befestigt ist, eine starre Schablone mit einem Positionselement, ein chirurgisches Instrument mit einem starren Führungsrohr und einem chirurgischen Einsatz, der in dem Führungsrohr angeordnet ist. Ferner umfasst das System eine Klemme, die so konfiguriert ist, dass das Positionselement und das Führungsrohr beide mit einem Zielbereich in Übereinstimmung bringbar sind.

[0008] Weiterhin ist aus der US 2015 / 0 088 159 A1 ein chirurgisches System bekannt. Das System umfasst einen Instrumentenantrieb mit einem distalen Ende, das in einer I<örperhöhle positioniert werden kann, und eine Benutzereingabevorrichtung. Der Instrumentenantrieb und die Benutzereingabevorrichtung sind so angeordnet, dass sie ein chirurgisches Instrument aufnehmen können.

[0009] Die aus dem Stand der Technik bekannten Systeme sind allerdings alle verhältnismäßig aufwendig und nicht ausreichend kompakt, insbesondere flach, ausgestaltet. Das gestalterische Umsetzen der hohen Anforderungen schlägt sich in einem aufwendigen Aufbau nieder. Typischerweise ist der Aufbau dann auch nicht mehr flach genug, um in einer bildgebenden Röhre verwendet werden zu können. Außerdem können die bekannten Systeme insbesondere hinsichtlich Ihrer Genauigkeit und Sterilisierbarkeit noch weiter verbessert werden.

Darstellung der Erfindung

[0010] Ausgehend von dem oben aufgeführten Stand der Technik ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Vorrichtung anzugeben, die die oben genannten Probleme und Nachteile des Standes der Technik ausräumt. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Instrumentenvorschubvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die sich durch einen einfachen und funktionalen Aufbau auszeichnet.

[0011] Die Aufgabe wird gelöst mit einer Instrumentenvorschubvorrichtung gemäß Anspruch 1 und Anspruch 14. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0012] Die erfindungsgemäße Lösung besteht insbesondere darin, eine Instrumentenvorschubvorrichtung zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben von zumindest einem ersten Instrument anzugeben, wobei die Instrumentenvorschubvorrichtung Folgendes aufweist: eine Führungseinrichtung mit zumindest einem ersten Achsenkörper, der sich insbesondere in eine translatorische Antriebsrichtung des zumindest einen ersten Instruments erstreckt; mindestens einen ersten Motor, der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers ausgebildet ist; und mindestens einen zweiten

Motor, der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers oder entlang eines zweiten Achsenkörpers ausgebildet ist, der parallel zu dem ersten Achsenkörper ausgerichtet ist, wobei der erste Motor mit einer ersten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments verbunden oder verbindbar ist, und wobei der zweite Motor mit einer zweiten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments oder eines zweiten Instruments verbunden oder verbindbar ist. Ferner weist die Instrumentenvorschubvorrichtung eine Spindeleinrichtung zum rotierenden Bewegen des ersten Instruments auf, die mit zumindest einer der Halteeinrichtungen in Wirkverbindung steht, wobei die Spindeleinrichtung als ein Hohlkörper ausgebildet ist und mindestens einen Gewindegang aufweist, wobei in einem Hohlraum des Hohlkörpers das erste Instrument anordenbar und fixierbar ist.

[0013] Als Instrumentenvorschub wird das motorisierte Bewegen eines Instruments verstanden, und zwar unabhängig davon, ob das Instrument translatorisch oder rotierend bewegt wird.

[0014] Bei dem bewegten Instrument handelt es sich vorzugsweise um ein medizinisches bzw. medizintechnisches Instrument oder um ein messtechnisches oder labortechnisches Instrument. Das Instrument weist ein vorderes Ende, bei einem medizintechnischen Instrument ein zum Patienten hin gerichtetes Ende, auf. Typischerweise weist das Instrument an diesem vorderen Ende ein Funktionselement auf. Hierbei kann es sich beispielsweise um eine Öffnung bei einem Trokar, um eine Nadelspitze bei einer Nadel, um eine Greifbacke bei einer Zange, um einen Sondenkopf bei einer Sonde oder um eine Schneide bei einer Schere oder einem Messer handeln.

[0015] Das Funktionselement kann außerhalb des Körpers, an der I<örperoberfläche oder im Körperinneren platziert werden. Bei dem Funktionselement kann es sich grundsätzlich um diagnostische und therapeutische Instrumente aller Art handeln, die bei Interventionen und chirurgischen Eingriffen mit einer manuellen Eingabevorrichtung oder automatisch positioniert werden können.

[0016] Je nach Anwendungen sind unterschiedliche Ausführungen hinsichtlich Freiheitsgrad, Stabilität, Präzision, Materialkompatibilität für bildgebende Verfahren etc. möglich.

[0017] Beispiele für Anwendungen außerhalb des Körpers: Führung und Positionierung eines optischen Sensors, z.B. eines Mikroskops oder Exoskops: Führung und Positionierung einer Strahlenquelle oder eines Laser- bzw. Therapiestrahls; Führung eines Gamma-Detektors.

[0018] Beispiele für Anwendungen an der I<örperoberfläche: Führung und Positionierung eines Ultraschall-Transducers an der Hautoberfläche; Führung und Positionierung von Implantaten und Injektionsnadeln- und Sonden.

[0019] Beispiele für Anwendungen am Körperinneren: Führung und Positionierung eines Endoskops; Führung und Positionierung von (Trokar-)Nadeln- und nadelartigen Instrumenten und Sonden für Diagnose und Therapie (z.B. Weichteil- und Knochenbiopsienadeln; z.B. Ablationsnadeln für Radiofrequenzablation/ Microwave-Ablation/ Laserablationssonden/ Cryotherapie-Sonden/ Irreversible-Elektroporation/ „Seeds“ für Strahlentherapie etc.; z.B. Bohrer, Greifzangen, Scheren, Skalpelle und andere chirurgische Instrumente; z.B. Injektionsnadeln zur lokalen Applikation eines Medikaments); Führung und Positionierung von Kathedern und kathederartigen Instrumenten in Gefäßen und Hohlräumen; Führung und Positionierung von Implantaten, Elektroden etc.

[0020] Die obige Auflistung sind nur Beispiele von diagnostischen und therapeutischen Anwendungen. Im Wesentlichen können sämtliche Diagnose- und Therapieverfahren unterstützt werden, bei denen diagnostische und therapeutische Instrumente/Vorrichtungen geführt und positioniert werden müssen. Dabei ist die erfindungsgemäße Vorrichtung aufgrund diverser Alleinstellungsmerkmale - insbesondere die Kompaktheit und die präzise Instrumentenführung nahe am Patienten - natürlich hauptsächlich auf minimal- und mikroinvasive, bildgestützte Diagnose- und Therapieverfahren ausgerichtet, also Diagnose- und Therapieverfahren bei denen primär perkutan, intravaskulär oder durch bereits vorhandene Körperöffnungen operiert wird und bei denen (neuartige) miniaturisierte Instrumente und Vorrichtungen (sogenannte „Smart-Instruments“) zum Einsatz kommen. Sämtliche medizinische Bildgebungen sowie medizinischen Navigationssystem können dabei zur Lokalisation des Instruments bzw. des Roboters am oder im Patienten zum Einsatz kommen. Beim Einsatz von Live- bzw. Echtzeitbildgebung ist die Kompaktheit und die Auswahl entsprechender Materialien von entscheidender Bedeutung um Platzprobleme und Bildartefakte zu vermeiden. Neben den bekannten Vorteilen des Einsatzes von Robotertechnologie kann durch die Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung vor allem bei schwierigen, anatomischen Verhältnissen dank der Möglichkeit der jederzeit möglichen (Live-) Bildgebung zur Positionskontrolle viel präziser und effizienter gearbeitet werden. Daneben spielt auch die Ergonomie und Patientenzugänglichkeit eine große Rolle da die Räumlichkeiten innerhalb der „Röhre“ (oder Gantry) bzw. am OP-Tisch oft sehr begrenzt sind. Durch „Telearbeit“ auf Distanz und durch die Reduktion der Diagnose-/Therapiezeit kann sowohl der

Patient als auch der Anwender bei dem Einsatz von Geräten mit ionisierender Strahlung, gefährlichen Substanzen etc. vor Strahlenschäden und anderen negativen Einflüssen geschützt werden.

[0021] Als Antreiben wird ein In-Bewegung-Versetzen des Instruments verstanden. Die translatorische oder rotierende Bewegung wir hierzu an das Instrument übertragen. Dabei bedeutet ein translatorisches Antreiben nicht zwangsläufig, dass das Instrument bzw. genauer das vordere Ende des Instruments eine rein translatorische Bewegung ausführt.

[0022] Vielmehr ist auch denkbar und je nach Einsatz gewünscht, dass das vordere Ende bei translatorischem Antrieb eine bogenförmige Bewegungsbahn ausführt. Dies ist beispielsweise bei Verwendung von einem Trokar und durch das Einführen einer Nadel oder Sonde mit einem gebogenen oder angulierbaren vorderen Ende möglich. Alternativ hierzu könnte auch eine flexible Nadel mit einem bestimmten Schliff, eine sogenannte steuerbare Nadel, verwendet werden. Durch die Form des vorderen Endes wirkt beim Bewegen des Instruments durch einen Körper eine Radialkraft auf das vordere Ende, so dass das vordere Ende sich auf einer bogenförmigen Bewegungsbahn bewegt.

[0023] Die Führungseinrichtung ist dazu ausgebildet, die Bewegungen der Motoren zu führen. Hierzu weist die Führungseinrichtung den mindestens einen Achsenkörper auf, der die Bewegungsrichtung des Motors vorgibt. Bei der translatorischen Antriebsrichtung des Instruments handelt es sich um die Richtung, in die die translatorische Bewegung zum Antreiben des Instruments erfolgt. Da die Motoren sich entlang des zumindest einen Achsenkörpers bewegen, entspricht die translatorische Antriebsrichtung der Haupterstreckungsrichtung, also der der Axialrichtung, des mindestens einen Achsenkörpers.

[0024] Bei dem Achsenkörper handelt es sich vorzugsweise um eine Mehrkantachse, insbesondere um eine Vierkantachse. Besonders bevorzugt ist der Achsenkörper aus Keramik ausgebildet. Der Vorteil bei einem keramischen Achsenkörper besteht darin, dass dieser für die Magnetresonanztomographie (MRT) oder röntgenkompatibel sowie verschleißarm ist.

[0025] Da die Motoren mit entsprechenden Halteeinrichtungen verbunden bzw. verbindbar sind, bewegen sich die Halteeinrichtungen gemeinsam mit den Motoren. Beispielsweise weisen die Motoren jeweils ein Gehäuse auf, an dem die Halteeinrichtungen unmittelbar oder mittelbar angeordnet sind.

[0026] Die Halteeinrichtungen sind dazu ausgebildet, die Instrumente zu fassen und rotierende oder translatorische Bewegungen auf die Instrumente zu übertragen. Vorzugsweise sind die Halteeinrichtungen hierbei keinem festen Punkt bzw. Bereich der Instrumente zugeordnet, sondern dazu ausgebildet, die Instrumente an einem beliebigen Punkt bzw. Bereich zu fassen und rotierende oder translatorische Bewegungen zu übertragen. Dies ist selbstverständlich abhängig von dem verwendeten Instrument. Insbesondere ist es allerdings möglich, einen Trokar und eine Nadel an einem beliebigen Punkt zu fassen.

[0027] Besonders bevorzugt ist die Halteeinrichtung hierbei dazu ausgebildet, das Instrument möglichst nah an dem vorderen Ende des Instruments zu fassen. Hierdurch lässt sich eine besonders hohe Präzision für die Führung des Instruments erreichen. Übertragen auf ein medizintechnisches Instrument kann das Instrument dann in der Nähe eines Haut-Eintrittspunkts am Patienten von der Halteinrichtung gegriffen werden.

[0028] In der einfachsten Ausführung fixieren die Halteeinrichtungen das zu haltende Instrument, beispielsweise mittels Einklemmen. Der fixierte Bereich des Instruments bewegt sich dann gemeinsam mit der Halteeinrichtung. Bei komplexeren Ausführungen kann mittels der Halteeinrichtungen eine Umwandlung der translatorischen Bewegungen der Motoren in eine rotierende Bewegung erfolgen.

[0029] Der Vorteil der Instrumentenvorschubvorrichtung liegt insbesondere darin, dass diese durch die Motoren, die sich entlang von Achsenkörpern bewegen, äußerst einfach und kompakt aufgebaut ist. Gleichzeitig sind die Bewegungen derartiger Motoren präzise steuerbar. Insgesamt kann so eine Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem geringen Gewicht und einem sehr kompakten Aufbau erreicht werden, wodurch auch ein ferngesteuerter Einsatz in der engen Röhre eines MR-Geräts möglich ist.

[0030] Eine vereinfachte Variante der Instrumentenvorschubvorrichtung zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben von zumindest einem ersten Instrument weist Folgendes auf: eine Führungseinrichtung mit zumindest einem ersten Achsenkörper, der sich in eine translatorische Antriebsrichtung des zumindest einen ersten Instruments erstreckt; und mindestens einen ersten Motor, der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers ausgebildet ist, wobei der erste Motor mit einer ersten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments verbunden oder verbindbar ist.

[0031] In dieser Ausführung weist die Instrumentenvorschubvorrichtung nicht zwangsläufig zwei Motoren auf. Auch bei nur einem Motor ergibt sich ein einfacher, kompakter und funktionaler Aufbau. Die Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem Motor

ist hierbei ein eigenständiger erfinderischer Gegenstand. Sämtliche folgende Aspekte, insbesondere die erfindungsgemäßen Ausgestaltungen oder Weiterbildungen, können, sofern Sie nicht zwangsläufig mindestens zwei Motoren voraussetzen, auch auf die einmotorige Variante übertragen werden.

[0032] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung weist die Instrumentenvorschubvorrichtung mindestens einen dritten Motor auf, der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers, entlang des zweiten Achsenkörpers oder entlang eines dritten Achsenkörpers ausgebildet ist, der parallel zu dem ersten Achsenkörper und dem zweiten Achsenkörper ausgerichtet ist.

[0033] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der dritte Motor mit einer dritten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments oder des zweiten Instruments ausgebildet.

[0034] Durch den dritten Motor, insbesondere mit seiner dritten Halteeinrichtung, kann einerseits das Bewegungsspektrum der bereits vorhanden Instrumente d.h. des ersten Instruments und optional des zweiten Instruments erhöht werden. Andererseits kann mittels der dritten Halteeinrichtung aber auch ein weiteres Instrument gehalten und bewegt werden.

[0035] Exemplarisch können der erste und der zweite Motor dem ersten Instrument, beispielsweise einer Nadel, und der dritte Motor einem zweiten Instrument, beispielsweise einem Trokar, zugeordnet sein, so dass Nadel und Trokar unabhängig voneinander bewegbar sind.

[0036] Die Instrumentenvorschubvorrichtung kann weitere Motoren aufweisen, die entweder auf den bereits ausgebildeten Achsenkörpern gestapelt angeordnet sind oder auf weiteren Achsenkörpern angeordnet sind, die zu den bereits angeordneten Achsenkörpern parallel ausgebildet sind. So kann das Bewegungsspektrum der bereits vorhandenen Instrumente noch stärker erweitert oder weitere Instrumente angeordnet werden.

[0037] Insgesamt können durch parallele oder zeitlich versetzte Bewegungen der Motoren Bahnen präzise abgefahren werden und ein- und mehrachsige Bewegungen auf engstem Raum erzielt werden.

[0038] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die Motoren als Piezomotoren ausgebildet sind.

[0039] Mit anderen Worten sind der erste Motor und der zweite Motor und optional der dritte und jeder weitere Motor als Piezomotor ausgebildet. Ein Piezomotor nutzt den piezoelektrischen Effekt zur Erzeugung einer Bewegung. Bei den verwendeten Motoren handelt es sich um Piezomotoren mit direktem Linearantrieb, bei dem keine Umwandlung von Rotationsbewegungen in Linearbewegungen nötig ist.

[0040] Vereinfacht ausgedrückt weist der Piezomotor wenigstens ein sich unter dem Einfluss eines elektrischen Felds veränderndes elektromechanisches Material in Form von Füßen auf. Der Achsenkörper wird mittels der Füße gehalten, wobei vorzugsweise mindestens zwei Fußpaare mit jeweils zwei sich gegenüberliegenden Füßen an gegenüberliegenden Seiten des Achsenkörpers angeordnet sind. Der Achsenkörper wird hierbei durch einen Anpressdruck der Füße gehalten. Die beiden Fußpaare bewegen sich phasenverschoben, so dass der Achsenkörper von dem hinteren Fußpaar an das vordere Fußpaar weitergereicht wird. So kann auch der Motor entlang des Achsenkörpers bewegt werden.

[0041] Das elektromechanische Material ist vorzugsweise eine Piezokeramik. Hierdurch lässt sich insbesondere in Kombination mit einem Achsenkörper aus Keramik eine gute tribologische Paarung für einen langen Betrieb ohne nennenswerten Verschleiß realisieren.

[0042] Der Piezomotor weist ein geringes Gewicht auf und ist kompakt, so dass die gesamte Instrumentenvorschubvorrichtung einen einfachen und leichten Aufbau aufweisen kann. Außerdem ist mittels des Piezomotors eine äußerst präzise und spielfreie Bewegung der Instrumente möglich. Beispielsweise können mittels des Piezomotors so feine Mikroschritte ausgeführt werden, dass es möglich ist, das Instrument auf zellulärer Ebene genau zu positionieren, beispielsweise sind solche Mikroschritte kleiner als 1/10000 mm. Weiterhin ist der Piezomotor metallfrei herstellbar, so dass dieser MRT-kompatibel und röntgenkompatible ausgebildet ist.

[0043] Ein weiterer Vorteil des Piezomotors liegt darin, dass durch den Anpressdruck der Füße an dem Achsenkörper eine einfache Limitierung der Vorschubkraft gegeben ist. Ist der auf das Instrument wirkende Gegendruck zu hoch, wird der Achsenkörper nicht ausreichend von den Füßen gehalten und rutscht durch. Durch diese I<raftlimitierung ist es möglich, ein Instrument immer konstant mit der gleichen Kraft zu bedienen. Beispielsweise ist es so mittels der Instrumentenvorschubvorrichtung möglich, einen Ultraschallkopf immer mit einem bestimmten, insbesondere optimalen, Anpressdruck zu bedienen. Das Durchrutschen bei einem zu hohen Gegendruck eignet sich beispielsweise auch dafür, den auf ein Instrument wirkenden Gegendruck zu bestimmen. Hierzu wird die Sollwegstrecke des Piezomotors mit

der tatsächlichen durch Durchrutschen verringerten Wegstrecke verglichen.

[0044] Allgemein kann ein Piezomotor mit einem zum Anwendungsbereich passenden Anpressdruck verbaut werden. Alternativ wäre es denkbar, dass der Anpressdruck der Füße einstellbar ist. So kann die maximale Vorschubkraft eingestellt werden.

[0045] Ein weiterer vorteilhafter Effekt des Piezomotors liegt darin, dass der Piezomotor beim Bewegen leichte Vibrationen ausführt. Diese feinen Vibrationen sorgen für eine besonders hohe Präzision am Werkzeug. Außerdem können die Vibrationen bei bestimmten Anwendungen weitere positive Effekte haben. Als Beispiel sei hier die Biopsieentnahme bei einer Knochen- oder Weichteilbiopsie genannt. Durch eine vibrierende Nadel kann das Eindringen der Nadel in das Gewebe bzw. den Knochen erleichtert werden. Die vibrierende Bewegung der Nadelspitze kann ferner dafür sorgen, dass blutführende Gewebe beim Eindringen der Nadel ausweichen können. Bei einer Biopsie wird zudem durch die Vibration das Lösen und die Entnahme der Probe erleichtert.

[0046] Weiterhin sorgen die Vibrationen insbesondere in Verbindung mit einer Spindeleinrichtung zu einem synergistischen Effekt, da der Piezomotor durch die feinen Vibrationen für eine herausragende Leichtgängigkeit und Präzision bei der Spindeleinrichtung führt.

[0047] Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung sind die Motoren kabellos antreibbar und/oder bedienbar ausgebildet.

[0048] Ein kabelloses Antreiben umfasst hierbei vorzugsweise die Verwendung eines Akkumulators. Vorzugsweise ist der Akkumulator mit einer Ladespule zum kabellosen Laden des Akkumulators ausgebildet. So reicht es aus, von dem Akkumulator I<abel zu den Motoren vorzusehen, wobei die I<abel gemeinsam mit dem Akkumulator und den Motoren beispielsweise unter einer sterilen Folie untergebracht sind. So ist ein hygienisches Sterilkonzept einfacher umsetzbar, da die I<abel nicht nach außen geführt werden müssen. Außerdem wird beispielsweise ein von I<abeln ausgehendes Risiko im OP-Raum reduziert.

[0049] Sind die Motoren kabellos bedienbar ausgebildet, sind diese mit entsprechenden Empfängern verbunden, die Steuersignale von an einer Eingabeeinheit angeordneten Sendern empfangen. Die steuernde Eingabeeinheit kann so an einem von den zu steuernden Motoren entfernten Ort angeordnet werden. Hierdurch kann eine einfachere und bessere Bedienbarkeit ermöglicht werden. Insbesondere kann in Verbindung mit einer Überwachung durch eine bildgebende Einrichtung, wie einer Kamera oder einer MRT-Röhre, eine fernsteuerbare Bewegung der Instrumentenvorschubvorrichtung bzw. der von deren Halteeinrichtung gehaltenen Instrumente beispielsweise in einer MRT- oder Röntgenvorrichtung erfolgen.

[0050] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Instrumentenvorschubvorrichtung eine Spindeleinrichtung zum rotierenden Bewegen des ersten Instruments aufweist, die mit zumindest einer der Halteeinrichtungen in Wirkverbindung steht.

[0051] Als Spindeleinrichtung wird allgemein ein zumindest mit einem Gewindegang ausgebildeter Körper zum Umwandeln einer translatorischen Bewegung in eine rotierende Bewegung oder umgekehrt verstanden. Die Spindel- bzw. der Gewindegang kann hierbei bei Bedarf auch asymmetrisch ausgebildet sein, das heißt mit wenigstens einem Gewindegangabschnitt mit einer flacheren Gewindesteigung und mit wenigstens einem Gewindegangabschnitt mit einer steileren Gewindesteigung.

[0052] Mittels der Spindel kann eine translatorische Bewegung der Motoren einfach und präzise in eine rotierende Bewegung des Instruments umgewandelt werden.

[0053] Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung ist die Spindeleinrichtung zum Zusammenwirken mit der ersten Halteeinrichtung und der zweiten Halteeinrichtung ausgebildet.

[0054] Wenn die Spindeleinrichtung mit zwei Halteeinrichtungen verbunden wird, kann das Bewegungsspektrum des mit der Spindeleinrichtung verbundenen ersten Instruments vergrößert werden.

[0055] Erfindungsgemäß ist die Spindeleinrichtung als ein Hohlkörper ausgebildet und weist mindestens einen Gewindegang auf, wobei in einem Hohlraum des Hohlkörpers das erste Instrument anordenbar und fixierbar ist.

[0056] Das erste Instrument ist vorzugsweise durch den Hohlraum bzw. den Hohlkörper hindurchgehend angeordnet und mit einer Fixiereinrichtung rotationsfest an der Spindeleinrichtung angeordnet. So wird eine rotierende Bewegung der Spindeleinrichtung einfach auf das erste Instrument übertragen. Bei der Fixiereinrichtung kann es sich beispielsweise um eine Feststellschraube handeln. Beispielsweise ist die Spindeleinrichtung zumindest im Wesentlichen als Hohlzylinder ausgebildet. Der mindestens eine Gewindegang ist vorzugsweise an einer äußeren Mantelfläche des Hohlkörpers, insbesondere des Hohlzylinders, angeordnet.

[0057] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Spindeleinrichtung zwei gegenläufige Gewindegänge auf.

[0058] Bei einer besonders bevorzugten Weiterbildung weist die erste Halteeinrichtung und/oder die zweite Halteeinrichtung einen Führungskörper auf, der in dem mindestens einen Gewindegang führbar ist.

[0059] Die Spindel und der Führungskörper sind vorzugsweise selbsthemmend ausgebildet, sodass eine Bewegung ohne einen äußeren I<rafteinfluss nicht erfolgt.

[0060] Bei dem Führungskörper kann es sich beispielsweise um einen Stift oder einen I<ugelkörper handeln. Bei der Verwendung von I<ugelkörpern wäre eine I<ugelumlaufspindel denkbar.

[0061] Mittels zwei gegenläufigen Gewindegängen ist es einfach und präzise möglich, über die Spindel sowohl eine rotierende Bewegung als auch eine translatorische Bewegung zu übertragen. Hierzu ist die erste Halteeinrichtung, beispielsweise mittels ihres Führungskörpers, mit dem einen Gewindegang und die zweite Halteeinrichtung, beispielsweise mittels ihres Führungskörpers, mit dem anderen Gewindegang in Wirkverbindung. Werden die beiden Halteeinrichtungen in unterschiedliche Richtungen bewegt, beispielsweise mittels Bewegen nur einer der Halteeinrichtungen, bewirkt dies eine Rotation der Spindel. Werden die beiden Halteeinrichtungen parallel, also mit der gleichen Geschwindigkeit in die gleiche Richtung bewegt, bewirkt dies eine Translation der Spindel ohne Rotation. So dient die erfindungsgemäße Spindel mit Doppelgewinde dazu, sowohl rotatorische als auch translatorische Bewegungen unkompliziert mittels weniger Bauteile zu übertragen.

[0062] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Spindeleinrichtung und die Halteeinrichtungen als Einwegartikel ausgebildet. Als Einwegartikeln sind sterile Artikel für medizinische Anwendungen mit maximaler Kontaminationsfreiheit einfach bereitstellbar.

[0063] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die Motoren jeweils eine Befestigungseinrichtung zum lösbaren Befestigen der jeweiligen Halteeinrichtung aufweisen.

[0064] Also weist der erste Motor eine erste Befestigungseinrichtung zum lösbaren Befestigen der ersten Halteeinrichtung, der zweite Motor eine zweite Befestigungseinrichtung zum lösbaren Befestigen der zweiten Halteeinrichtung und optional der dritte Motor eine dritte Befestigungseinrichtung zum lösbaren Befestigen der dritten Halteeinrichtung auf. Dies gilt selbstverständlich auch für jeden weiteren Motor.

[0065] Durch die lösbare Befestigung kann die Halteeinrichtung wieder einfach vom Motor getrennt werden und dann beispielsweise entsorgt werden. Beispielsweise kann es sich bei der lösbaren Befestigungseinrichtung um eine Rasteinrichtung oder eine Clipeinrichtung handeln. Derartige Befestigungseinrichtungen sind insbesondere auch schnell und ohne Zuhilfenahme eines Werkzeugs lösbar.

[0066] Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung weisen die Befestigungseinrichtungen jeweils eine Befestigungseinheit zum Zusammenwirken mit einer komplementär geformten Gegeneinheit der jeweiligen Halteeinrichtung auf.

[0067] Bei der Befestigungseinheit handelt es sich beispielsweise um eine Aufnahme zum Zusammenwirken mit einem komplementär geformten Formkörper der Halteeinrichtung als Gegeneinheit. Hierdurch wir eine besonders einfache und sichere insbesondere formschlüssige Befestigung der Halteeinrichtung an der Befestigungseinrichtung erreicht.

[0068] Eine weitere Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung sieht vor, dass die Befestigungseinheit und die Gegeneinheit abgerundete Ecken und Kanten aufweisen, so dass diese für ein zerstörungsfreies Einklemmen einer zumindest die Motoren umgebenden sterilen Folie geeignet sind.

[0069] Hierdurch kann eine sterile Folie zwischen den Halteeinrichtungen, den Instrumenten und optional der Spindel auf der einen Seite und dem Rest der Instrumentenvorschubvorrichtung auf der anderen Seite angeordnet werden. So kann der Rest der Instrumentenvorschubvorrichtung einfach mittels der Folie steril abgetrennt werden. Die außerhalb der Folie angeordneten Teile, also die Halteeinrichtungen, die Instrumente und optional die Spindel sind entweder einfach zu sterilisieren oder zumindest zum Teil als Einwegartikel ausgebildet. Insbesondere durch die Ausbildung als Einwegartikel ergibt sich in Kombination mit der Folie ein besonders sicheres und zuverlässiges Sterilkonzept. Alle teureren Komponenten, wie Motoren, Achsenkörper oder beispielsweise die Steuerung sind hinter der sterilen Folie bzw. Abdeckung angeordnet. Die wenigen und einfach ausgebildeten Einwegartikel können kostengünstig hergestellt, ausgetauscht und unter Zwischenlage der sterilen Folie an den Befestigungseinrichtungen befestigt werden.

[0070] Gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Erfindung sind das erste Instrument und/oder das zweite Instrument medizintechnische Instrumente.

[0071] Die erfindungsgemäßen Vorteile können besonders gut im Zusammenhang mit medizintechnischen Instrumenten genutzt werden. Bei solchen medizintechnischen Instrumenten kann es sich sowohl um diagnostische als auch um therapeutische Instrumente handeln. Beispielsweise kann es sich um ein bildgebendes Instrument, ein Strahlentherapieinstrument, ein Drug-Delivery-System oder ein chirurgisches Instrument handeln. Werden die medizintechnischen Instrumente gemeinsam mit einem Röntgenapparat verwendet, sind vorzugsweise alle im Röntgenstrahl befindlichen Komponenten aus Kunststoff gefertigt.

[0072] Weiterhin besteht eine erfindungsgemäße Lösung darin, eine Instrumentenvorschubvorrichtung zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben von zumindest einem ersten Instrument anzugeben, wobei die Instrumentenvorschubvorrichtung Folgendes aufweist: eine Führungseinrichtung mit zumindest einem ersten Achsenkörper, der sich insbesondere in eine translatorische Antriebsrichtung des zumindest einen ersten Instruments erstreckt; mindestens einen ersten Motor, der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers ausgebildet ist; und mindestens einen zweiten Motor, der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers oder entlang eines zweiten Achsenkörpers ausgebildet ist, der parallel zu dem ersten Achsenkörper ausgerichtet ist, wobei der erste Motor mit einer ersten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments verbunden oder verbindbar ist, und wobei der zweite Motor mit einer zweiten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen eines zweiten Instruments verbunden oder verbindbar ist. Dabei ist das erste Instrument ein nadelförmiges Instrument und das zweite Instrument ein rohrförmiges Instrument, wobei das erste Instrument durch das zweite Instrument hindurch führbar ist.

[0073] Mittels des rohrförmigen Instruments kann das nadelförmige Instrument sicher in eine I<örperhöhle eines Patienten geführt werden. Bei dem nadelförmigen Instrument kann es sich beispielsweise um eine Punktionsnadel, Injektionsnadel oder Sonde handeln. Bei dem rohrförmigen Instrument kann es sich beispielsweise um einen Trokar handeln. Das rohrförmige Instrument und das nadelförmige Instrument können starr oder flexibel ausgebildet sein. Sind beide Instrumente oder zumindest das nadelförmige Instrument flexibel ausgebildet, ist ein bogenförmiges Bewegen der beiden Elemente oder zumindest des nadelförmigen Instruments möglich. Hierzu weist das entsprechende Instrument ein schräg geformtes, gebogenes oder angulierbares vorderes Ende auf. Aufgrund einer beim Bewegen wirkenden Radialkraft auf das vordere Ende, weicht das vordere Ende von einer linearen Bewegungsbahn zu einer bogenförmigen Bewegungsbahn aus. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist das rohrförmige Instrument flexibel. So kann das rohrförmige Instrument Bewegungen, beispielsweise Atembewegungen, eines Patienten folgen, und das nadelförmige Instrument gleichzeitig positionsgenau an einem festgelegten Punkt am Patienten eingesetzt werden.

[0074] Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Führungseinrichtung eine Instrumentenstabilisierungseinrichtung zum Stabilisieren eines vorderen Endes des ersten Instruments und oder des zweiten Instruments auf.

[0075] Die Instrumentenstabilisierungseinrichtung liegt hierbei vorzugsweise nah am Haut-Eintrittspunkt des Patienten, so dass eine patientennahe Führung der Instrumente ermöglicht wird. Hierdurch kann die Präzision weiter gesteigert werden.

[0076] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist die Instrumentenvorschubvorrichtung zumindest einen ersten Positionssensor, der an dem ersten Motor angeordnet ist, und zumindest einen zweiten Positionssensor auf, der an dem zweiten Motor angeordnet ist.

[0077] Mittels der mindestens zwei Positionssensoren sind die Relativbewegungen der Motoren zueinander und damit der Instrumente messbar. Bei den Sensoren kann es sich beispielsweise um Hallsensoren, Magnete, optische Marker oder RFID-Chips handeln. Ferner ist es denkbar, dass weitere Sensoren an der Instrumentenvorschubvorrichtung angeordnet sind, die beispielsweise eine Verformung der Instrumente messen. Hierzu können insbesondere Dehnungsmessstreifen an der Instrumentenvorschubvorrichtung angeordnet sein. Weiterhin können auch Gyrosensoren vorgesehen sein.

[0078] Ferner wird eine Verwendung einer Spindeleinrichtung, insbesondere mit Doppelgewinde, bei einer Instrumentenvorschubvorrichtung angegeben, und zwar zum Umwandeln einer translatorischen Bewegung einer Halteeinrichtung der Instrumentenvorschubvorrichtung in eine rotierende Bewegung derart, dass mittels der Spindeleinrichtung ein Instrument, insbesondere ein medizintechnisches Instrument, rotierbar ist.

[0079] Bei der Instrumentenvorschubvorrichtung handelt es sich vorzugsweise um eine der vorab beschriebenen Instrumentenvorschubvorrichtungen. Somit sind die bereits im Zusammenhang mit den einzelnen Instrumentenvorschubvorrichtungen beschriebenen Aspekte und Vorteile gleichermaßen gültig und auf die Verwendung übertragbar und werden hier nicht einzeln wiederholt.

[0080] Vorzugsweise ist die Spindeleinrichtung zum Zusammenwirken mit der ersten Halteeinrichtung und der zweiten Halteeinrichtung ausgebildet. So kann das Bewegungsspektrum des mit der Spindeleinrichtung verbundenen Instruments vergrößert werden.

[0081] Weiterhin vorzugsweise ist die Spindeleinrichtung als Hohlkörper ausgebildet, der mindestens einen Gewindegang, vorzugsweise zwei Gewindegänge, aufweist, wobei in einem Hohlraum des Hohlkörpers das erste Instrument anordenbar und fixierbar ist. Der mindestens eine Gewindegang ist vorzugsweise an einer äußeren Mantelfläche des insbesondere als Hohlzylinder ausgebildeten Hohlkörpers angeordnet.

[0082] Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Hohlkörper zwei gegenläufige Gewindegänge auf, wobei die erste Halteeinrichtung mittels eines Führkörpers in einem der Gewindegänge und die zweite Halteeinrichtung mittels eines weiteren Führungskörpers in dem anderen Gewindegang führbar ist.

[0083] Wie bereits beschrieben, ist es so einfach umsetzbar, dass die Spindel sowohl eine rotierende Bewegung als auch eine translatorische Bewegung auf das Instrument überträgt.

[0084] Die Spindeleinrichtung stellt hierbei einen eigenständigen erfinderischen Gegenstand dar.

[0085] Die Instrumentenvorschubvorrichtung ist für unterschiedlichste Anwendungen geeignet. Beispielsweise kann die Instrumentenvorschubvorrichtung unmittelbar an einem Positionierarm, insbesondere einem wie in der Schrift DE 20 2020 107 591 U1 beschriebenen Positionierarm, befestigt werden. Alternativ kann die Positioniervorrichtung mittelbar an dem Positionierarm befestigt sein. Hierbei kann eine Feinpositionierungsvorrichtung, wie beispielsweise aus der US 2021 / 0 015 564 A1 bekannt, zwischen dem Positionierarm und der Instrumentenvorschubvorrichtung angeordnet sein. Weiterhin alternativ kann die Instrumentenvorschubvorrichtung auch nur mit der Feinpositionierungsvorrichtung und ohne Positionierarm verwendet werden. Grundsätzlich ist die Instrumentenvorschubvorrichtung nicht auf eine der hier gezeigten Anwendungen beschränkt, sondern kann in anderen Umgebungen und mit Anbindungen verwendet werden.

[0086] Ein eigenständiger erfinderischer Gegenstand ist durch eine I<raftumwandlungseinrichtung für eine Instrumentenvorschubeinrichtung angegeben. Die I<raftumwandlungseinrichtung weist Folgendes auf: eine Spindeleinrichtung mit mindestens einem Gewindegang; und mindestens ein, vorzugsweise zwei, in dem mindestens einen Gewindegang führbare Führungskörper, die mit einem Motor, insbesondere Linearmotor, verbindbar oder verbunden ausgebildet sind.

[0087] Vorzugsweise handelt es sich bei der Spindeleinrichtung um eine der vorab beschriebenen Spindeleinrichtungen, so dass hier sämtliche Aspekte übertragbar sind. Insbesondere weist die Spindeleinrichtung zwei gegenläufige Gewindegänge auf. Vorzugsweise handelt es sich bei dem Führungskörper um einen der vorab beschriebenen Führungskörper, so dass auch hier sämtliche Aspekte übertragbar sind. Bei dem Linearmotor kann es sich beispielsweise um einen Schrittmotor oder Piezomotor handeln.

[0088] Ein weiterer eigenständiger erfinderischer Gegenstand ist durch eine sterile Instrumentenhaltevorrichtung angegeben. Die sterile Instrumentenhaltevorrichtung weist eine Vielzahl von Einwegartikeln und eine Vielzahl von Mehrwegartikel auf, die mittels einer sterilen Folie voneinander abtrennbar ausgebildet sind, wobei zumindest einige der Mehrwegartikel Befestigungseinheiten mit abgerundete Ecken und Kanten aufweisen, und zumindest einige der Einwegartikel Gegeneinheiten mit abgerundeten Ecken und Kanten aufweisen, die mit den Befestigungseinheiten in lösbaren Eingriff bringbar sind.

[0089] Hierdurch kann die sterile Folie zerstörungsfrei zur Abtrennung zwischen den Einwegartikel und den Mehrwegartikeln angeordnet werden. Bei der Instrumentenhaltevorrichtung kann es sich um eine der vorab genannten Instrumentenvorschubeinrichtungen handeln, so dass hier sämtliche Aspekte übertragbar sind. Bei den Einwegartikeln und den Mehrwegartikeln kann es sich um die vorab genannten Bauteile handeln. Insbesondere kann es sich bei den Einwegartikeln um Halteeinrichtungen, Instrumente oder die Spindel handeln. Bei den Mehrwegartikeln kann es sich um den Rest der Instrumentenvorschubvorrichtung, insbesondere die Motoren und Achsenkörper, handeln.

[0090] So können alle teureren Komponenten, wie Motoren, Achsenkörper oder beispielsweise die Steuerung hinter der sterilen Folie bzw. Abdeckung angeordnet werden. Die wenigen und einfach ausgebildeten Einwegartikel können kostengünstig hergestellt, ausgetauscht und unter Zwischenlage der sterilen Folie an den Befestigungseinrichtungen befestigt werden.

[0091] Ein weiterer eigenständiger erfinderischer Gegenstand betrifft ein Messsystem zum Überwachen einer Instrumentenvorschubeinrichtung. Das Messsystem kann hierbei zumindest einen ersten Positionssensor, der an einem ersten Motor angeordnet ist, und zumindest einen zweiten Positionssensor aufweisen, der an einem zweiten Motor ange-

ordnet ist, wobei der erste Motor mit einer ersten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen eines ersten Instruments verbunden oder verbindbar ist, und wobei der zweite Motor mit einer zweiten Halteeinrichtung zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments oder eines zweiten Instruments verbunden oder verbindbar ist.

[0092] Bei der Instrumentenvorschubeinrichtung kann es sich um eine der vorab genannten Instrumentenvorschubeinrichtungen handeln, so dass hier sämtliche Aspekte übertragbar sind.

[0093] Mittels der mindestens zwei Positionssensoren sind die Relativbewegungen der Motoren zueinander und damit der Instrumente messbar. Bei den Sensoren kann es sich beispielsweise um Hallsensoren, Magnete, optische Marker oder RFID-Chips handeln. Ferner ist es denkbar, dass weitere Sensoren an der Instrumentenvorschubvorrichtung angeordnet sind, die beispielsweise eine Verformung der Instrumente messen. Hierzu können insbesondere Dehnungsmessstreifen an der Instrumentenvorschubvorrichtung angeordnet sein. Weiterhin können auch Gyrosensoren vorgesehen sein.

[0094] Bei den Sensoren kann es sich insbesondere um optische Marker handeln, die mittels einer Kamera erfassbar sind. Die Kamera kann als Inside-out System oder als Outside-In System ausgebildet sein.

[0095] Aus der nachfolgenden Detailbeschreibung und der Gesamtheit der Patentansprüche ergeben sich weitere vorteilhafte Ausführungsformen und Merkmalskombinationen der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0096] Die zur Erläuterung der Ausführungsbeispiele verwendeten Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung, die zur Behandlung eines Patienten an einem Positionierarm angebracht ist;

Fig. 2 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung in einer zweimotorigen Ausführung;

Fig. 3 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung in einer dreimotorigen Ausführung;

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung einer Instrumentenvorschubvorrichtung in einer einmotorigen Variante;

Fig. 5 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung von hinten;

Fig. 6 eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung an einer Feinpositionierungsvorrichtung, wobei die Feinpositionierungsvorrichtung an einem Positionierarm angebracht ist;

Fig. 7 eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung, die direkt an einen Positionierarm anbringbar ist;

Fig. 8 eine perspektivische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einer Zange als erstes Instrument;

Fig. 9 eine perspektivische Darstellung einer weiteren erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einer Injektionsnadel als erstes Instrument.

Fig. 10 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem dritten Motor in einer unteren Position;

Fig. 11 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem dritten Motor in einer oberen Position;

Fig. 12 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem ersten und zweiten Motor in einer auseinanderliegenden Position;

Fig. 13 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem ersten und zweiten Motor in einer zusammenliegenden Position;

Fig. 14 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem ersten, zweiten und dritten Motor in einer oberen Position;

Fig. 15 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem ersten, zweiten und dritten Motor in einer unteren Position;

Fig. 16 eine Detailansicht des ersten Motors an dem ersten Achsenkörper;

Fig. 17 eine Detailansicht einer Spindeleinrichtung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung;

Fig. 18 eine Detailansicht einer Spindeleinrichtung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit im Schnitt dargestellten Halteeinrichtungen;

Fig. 19 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit von der Instrumentenvorschubvor-

richtung getrennten Halteeinrichtungen und einer sterilen Folie;

Fig. 20 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit von der Instrumentenvorschubvorrichtung getrennten Halteeinrichtungen ohne sterile Folie; und

Fig. 21 eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung mit einem Sensorsystem.

[0097] Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

Wege zur Ausführung der Erfindung

[0098] **Fig.** 1 zeigt eine perspektivische Darstellung einer erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 zum Vorschub eines ersten Instruments 210 beim Behandeln eines Patienten 300. Exemplarisch ist die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 an einem Positionierarm 400 angebracht, dessen Armelemente -wie detailliert in der DE 20 2020 107 591 U1 beschrieben - zangenartig ausgebildet und dessen drei Gelenke mittels eines am mittleren Gelenk angreifenden Drehgriffs zentral arretierbar oder freigebbar sind.

[0099] **Fig.** 2 zeigt eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 in einer zweimotorigen Ausführung. In der gezeigten Ausführung ist die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 exemplarisch an einer Feinpositionierungsvorrichtung 500 angebracht.

[0100] Die in der **Fig.** 2 gezeigte Instrumentenvorschubvorrichtung 100 ist zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben des ersten Instruments 210 ausgebildet. Hier handelt es sich bei dem ersten Instrument 210 exemplarisch um eine Sonde, die an einem vorderen Ende 211 einen Sondenkopf aufweist.

[0101] Die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 weist eine Führungseinrichtung 110 mit einem ersten Achsenkörper 111 und einen zweiten Achsenkörper 112 auf. Beide Achsenkörper 111 und 112 erstrecken sich in eine translatorische Antriebsrichtung des ersten Instruments 210.

[0102] An den beiden Achsenkörper 111 und 112 ist jeweils ein Motor 120, 130 angeordnet. Genauer ist an dem ersten Achsenkörper 111 ein erster Motor 120 relativ zu dem ersten Achsenkörper 111 bewegbar angeordnet und an dem zweiten Achsenkörper 112 ein zweiter Motor 130 relativ zu dem zweiten Achsenkörper 112 bewegbar angeordnet.

[0103] Der erste Motor 120 ist mit einer erste Halteeinrichtung 125 zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments 210 verbunden. Der zweite Motor 130 ist mit einer zweiten Halteeinrichtung 135 zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments 210 verbunden. Wie in **Fig.** 2 ferner zu erkennen, sind sowohl die erste Halteeinrichtung 125 als auch die zweite Halteeinrichtung 135 mit einer Spindeleinrichtung 150 verbunden. So ist es durch Bewegen der Motoren 120 und 130 nicht nur möglich, das erste Instrument 210 in einer translatorischen Richtung zu bewegen, sondern auch in einer rotierenden Richtung bewegen. Der Bewegungsablauf der einzelnen Motoren wird später in Bezug auf die **Fig.** 8-14 genauer beschrieben.

[0104] An einem vorderen Ende der Führungseinrichtung 110 ist eine Instrumentenstabilisierungseinrichtung 115 zum Stabilisieren eines vorderen Endes des ersten Instruments 210 angeordnet. So kann das erste Instrument 210 nah an einem Haut-Eintrittspunkt des Patienten 300 stabilisiert werden.

[0105] **Fig.** 3 zeigt eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 in einer dreimotorigen Ausführung. In der gezeigten Ausführung ist die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 wiederum exemplarisch an einer Feinpositionierungsvorrichtung 500 angebracht.

[0106] Im Gegensatz zu der in **Fig.** 2 gezeigten Instrumentenvorschubvorrichtung 100 treibt die in **Fig.** 3 gezeigte Instrumentenvorschubvorrichtung 100 ein erstes Instrument 210 und ein zweites Instrument 220 an. Bei dem ersten Instrument 210 handelt es sich um ein nadelförmiges Instrument 210a und bei dem zweiten Instrument 220 um ein rohrförmiges Instrument 220a. Das nadelförmige Instrument 210a ist in dem rohrförmigen Instrument 220a geführt und so sicher in eine I<örperhöhle eines Patienten 300 einsetzbar. Das nadelförmige Instrument 210a tritt an einem vorderen Ende 221 des rohrförmigen Instruments 220b aus.

[0107] Die Führungseinrichtung 110 weist wiederum zwei Achsenkörper 111 und 112 und die Instrumentenstabilisierungseinrichtung 115 auf. Die beiden Motoren 120 und 130 dienen zum Bewegen des ersten, also des rohrförmigen, Instruments 210a. Dabei sind die beiden Halteeinrichtungen 125 und 135 wiederum mit der Spindeleinrichtung 150 verbunden, so dass das rohrförmige Instrument 210a translatorisch und rotatorisch antreibbar ist.

[0108] Zusätzlich zu der in **Fig.** 2 gezeigten Ausführung weist die in **Fig.** 3 gezeigte Führungseinrichtung 110 einen dritten Motor 140 auf. Der dritte Motor 140 ist an und relativ zu dem ersten Achsenkörper 111 bewegbar ausgebildet. Es wäre allerdings auch

denkbar, dass dieser an dem zweiten Achsenkörper 112 oder einem weiteren, nicht dargestellten Achsenkörper angeordnet ist.

[0109] Der dritte Motor 140 ist mit einer dritten Halteeinrichtung 145 zum Halten und Bewegen des zweiten, also rohrförmigen, Instruments 220a ausgebildet. So kann das zweite Instrument 220 unabhängig von dem ersten Instrument 210 bewegt werden.

[0110] **Fig.** 4 zeigt eine perspektivische Darstellung der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 in einer einmotorigen Variante. Hier weist die Führungseinrichtung 110 lediglich den ersten Achsenkörper 111 und den ersten Motor 120 auf, der entlang des ersten Achsenkörpers 111 bewegbar ist. Entsprechend ist auch lediglich ein erstes Instrument 210 mittels der ersten Halteeinrichtung 125 an dem ersten Motor 120 befestigt. Auch hier ist die Instrumentenstabilisierungseinrichtung 115 zum Stabilisieren des ersten Instruments 210 angeordnet.

[0111] **Fig.** 5 zeigt eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 von hinten. Hier sind weitere exemplarische Details der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 erkennbar. So kann die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 einen Akkumulator 181 aufweisen, um zumindest die Motoren 120, 130 und 140 mit Energie zu versorgen. Weiterhin kann die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 einen Empfänger 182 aufweisen, mittels dessen die Motoren 120, 130 und 140 kabellos bedienbar ausgebildet sind. In der **Fig.** 5 sind der Akkumulator 181 und der Empfänger 182 exemplarisch unter Weglassung einer an deren Gehäuse angeordneten Abdeckung an der Feinpositionierungsvorrichtung 500 angeordnet. Daher sind I<abel 129, 139 und 149 zu dem ersten, zweiten und dritten Motor 120, 130 und 140 hin ausgebildet. Der Akkumulator 181 und/oder der Empfänger 182 könnten beispielsweise auch an der Führungseinrichtung 110 ausgebildet sein. Dann wäre entsprechend eine Ausführung mit weniger oder keinen I<abeln denkbar.

[0112] **Fig.** 6 und **Fig.** 7 zeigen perspektivische Darstellungen der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 in verschiedenen Einbausituationen. In **Fig.** 6 ist die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 an der Feinpositionierungsvorrichtung 500 angebracht. Die Feinpositionierungsvorrichtung 500 wiederum ist exemplarisch an dem Positionierarm 400 angebracht, dessen drei Gelenke mittels einer am mittleren Gelenk angreifenden Ratsche zentral arretierbar oder freigebbar sind. In **Fig.** 7 hingegen ist die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 direkt an dem Positionierarm 400 anbringbar. Hierzu weist die Instrumentenvorschubvorrichtung 100 exemplarisch zwei Befestigungselemente 119 auf. Die beiden Befestigungselemente 119 sind stiftförmig ausgebildet und in entsprechende Ausnehmungen eines Adapters an dem Positionierarm 400 einsetzbar.

[0113] In den **Fig.** 8 und **Fig.** 9 sind perspektivische Darstellungen unterschiedlicher erfindungsgemäßer Instrumentenvorschubvorrichtungen 100 dargestellt, die sich insbesondere durch ihre Instrumente unterscheiden. In **Fig.** 8 ist das erste Instrument 210 eine Zange und in **Fig.** 9 ist das erste Instrument 210 eine Injektionsspritze. Auch ist in den **Fig.** 8 und **Fig.** 9 erkennbar, dass je nach Anwendung der dritte Motor 140 über (**Fig.** 8) oder unter (**Fig.** 9) den anderen beiden Motoren 120 und 130 angeordnet sein kann.

[0114] In den **Fig.** 10 bis **Fig.** 15 sind perspektivische Darstellungen erfindungsgemäßer Instrumentenvorschubvorrichtungen 100 mit ihren Motoren 120, 130 und 140 in unterschiedlichen Positionen gezeigt. Anhand dieser Figuren können die Bewegungen der Motoren 120, 130 und 140 besonders gut gezeigt werden.

[0115] In der **Fig.** 10 befindet sich der dritte Motor 140, der das rohrförmige Instrument 220a bewegt, in einer unteren Position. Wird der dritte Motor 140 entlang des ersten Achsenkörpers 111 nach oben bewegt, bewegt sich das rohrförmige Instrument 220a mit dem dritten Motor 140 gemeinsam nach oben. So kann beispielsweise das vordere Ende 211 des nadelförmigen Instruments 210a freigegeben werden. Die obere Position des dritten Motors 140 ist in **Fig.** 11 gezeigt. Die Motoren 120 und 130 werden von **Fig.** 10 zu **Fig.** 11 nicht bewegt.

[0116] In den in **Fig.** 12 und **Fig.** 13 gezeigten perspektivischen Darstellungen der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 ist das rotierende Bewegen des ersten Instruments 210 gezeigt. Hierzu bewegen sich der erste Motor 120 und der zweite Motor 130 von ihrer auseinanderliegenden Position in **Fig.** 12 zu ihrer zusammenliegenden Position in **Fig.** 13 aufeinander zu. Die erste Halteeinrichtung 125 und die zweite Halteeinrichtung 135 stehen in Wirkverbindung mit der Spindel 150. Werden die beiden Halteeinrichtungen 125 und 135, wie in der Folge in **Fig.** 12 und **Fig.** 13 gezeigt, in unterschiedliche Richtungen bewegt, bewirkt dies eine Rotation der Spindel 150, die wiederum eine Rotation des ersten Instruments 210 bewirkt. Auch ein Bewegen von lediglich einem der beiden Motoren 120 und 130 würde zu einer solchen Rotation des ersten Instruments 210 führen. Der dritte Motor 140 bewegt sich von **Fig.** 12 zu **Fig.** 13 nicht.

[0117] In den **Fig.** 14 und **Fig.** 15 wird ein gleichzeitiges Bewegen aller drei Motoren 120, 130 und 140 dargestellt. Hierbei sind die Motoren 120, 130 und 140 in **Fig.** 14 in einer oberen Position. Werden die

Motoren 120, 130 und 140 nach unten bewegt, befinden sich diese in der in **Fig.** 15 gezeigten unteren Position. Dabei werden das erste Instrument 210 und das zweite Instrument 220 gemeinsam nach unten bewegt.

[0118] Fig. 16 zeigt eine Detailansicht des ersten Motors 120 ohne ein Gehäuse an dem ersten Achsenkörper 111. Der erste Motor 120 ist insbesondere entlang des Achsenkörpers 111 bewegbar ausgebildet. Hierzu ist der Achsenkörper 111 durch den Motor 120 hindurch gesteckt bzw. der erste Motor 120 um den Achsenkörper 111 herum angeordnet, so dass der Achsenkörper 111 an einer Oberseite des ersten Motors 120 und an einer Unterseite des ersten Motors 120 hervortritt. Der Achsenkörper 111 ist, wie dargestellt, vorzugsweise als Vierkantachse ausgebildet. Entlang des Achsenkörpers 111 können Sensoren ausgebildet sein, um die Position des Motors 120 relativ zu dem Achsenkörper 111 bzw. umgekehrt zu bestimmen. Bei dem ersten Motor 120 handelt es sich vorzugsweise um einen Piezomotor, dessen Funktionsweise im Detail auf der Internetseite https://piezomotor.com/technology/ bzw. im dort aufrufbaren youtube-Film https://www.youtube.com/watch?v=7iHL4ZCkCI<c&t= 1 8s dargestellt ist.

[0119] Fig. 17 und **Fig.** 18 zeigen Detailansichten der Spindeleinrichtung 150 mit (**Fig.** 17) und ohne (**Fig.** 18) Halteeinrichtungen 125, 135. Die Spindeleinrichtung 150 ist als Hohlkörper, insbesondere Hohlzylinder, mit einem Hohlraum 153 ausgebildet, in dem das erste Instrument 210 anordenbar und fixierbar ist. Zum Fixieren des ersten Instruments 210 kann, wie in **Fig.** 18 gezeigt, eine Fixiereinrichtung 155 verwendet werden. Die Fixiereinrichtung 155 ist beispielsweise als Feststellschraube ausgebildet und wird in einer mit Gewinde versehenen Bohrung 154 befestigt.

[0120] Die Spindeleinrichtung 150 weist zwei Gewindegänge 151 und 152 auf. Dabei ist der eine Gewindegang 151 in einem oberen Bereich, insbesondere einer oberen Hälfte, der Spindeleinrichtung 150 und der andere Gewindegang 152 in einem unteren Bereich, insbesondere einer unteren Hälfte, der Spindeleinrichtung 150 ausgebildet. Die beiden Gewindegänge 151 und 152 sind gegenläufig ausgebildet.

[0121] Wie in **Fig.** 18 zu erkennen, weist die erste Halteeinrichtung 125 einen Führungskörper 126 und die zweite Halteeinrichtung 135 einen anderen Führungskörper 136 auf. Dabei ist der Führungskörper 126 in dem Gewindegang 151 geführt und der andere Führungskörper 136 in dem anderen Gewindegang 152 geführt. Wie in **Fig.** 18 zu erkennen, können die Führungskörper 126, 136 stiftförmig ausgebildet sein. Besonders bevorzugt weist, wie in **Fig.** 18 gezeigt, jede der Halteeinrichtungen 125, 135 zwei gegenüberliegende, insbesondere stiftförmige, Führungskörper 126, 136 auf, zwischen welchen die Spindeleinrichtung 150 angeordnet ist.

[0122] Mittels der beiden gegenläufigen Gewindegängen 151, 152 ist es einfach möglich, durch die Spindeleinrichtung 150 sowohl eine rotierende Bewegung als auch eine translatorische Bewegung zu übertragen. Werden die beiden Halteeinrichtungen 125 und 135 in unterschiedliche Richtungen bewegt, rotiert die Spindeleinrichtung 150. Werden die beiden Halteeinrichtungen 125, 135 mit der gleichen Geschwindigkeit in die gleiche Richtung bewegt, rotiert die Spindeleinrichtung 150 nicht, sondern bewegt sich translatorisch.

[0123] Fig. 19 zeigt eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 mit von der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 getrennten Halteeinrichtungen 125, 135, 145, mit von der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 getrennten Instrumentenstabilisierungseinrichtung 115, mit von der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 getrennter Spindel 150 und mit von der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 getrennten Instrumenten 210 und 220. Die von der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 getrennten Elemente, insbesondere die Spindeleinrichtung 150 und die Halteeinrichtungen 125, 135 und 145, sind vorzugsweise als Einwegartikel ausgebildet.

[0124] Zwischen den getrennten Elementen, insbesondere der Spindeleinrichtung 150 und den Halteeinrichtungen 125, 135 und 145, auf der einen Seite und dem Rest der Instrumentenvorschubvorrichtung 100, insbesondere den Motoren 120, 130 und 140, auf der anderen Seite, ist eine sterile Folie 160 anordenbar. So kann der Rest der Instrumentenvorschubvorrichtung 100 einfach mittels der Folie 160 steril abgetrennt werden. Bei Ausbildung der außerhalb der Folie 160 angeordneten Teile als Einwegartikel, kann ein einfaches Sterilkonzept erreicht werden. Alle teureren Komponenten, wie Motoren 120, 130 und 140, Achsenkörper 111, 112 oder beispielsweise eine Steuerung sind hinter der sterilen Folie 160 angeordnet.

[0125] Um ein zerstörungsfreies Einklemmen der sterilen Folie 160 zu gewährleisten sind sowohl die Halteeinrichtungen 125, 135 und 145 als auch die Motoren 120, 130 und 140 entsprechend ausgebildet. Dies wird unter Bezugnahme auf **Fig.** 19 und **Fig.** 20, insbesondere am Beispiel des ersten Motors 120, genauer dargestellt.

[0126] Jeder Motor 120, 130, 140 weist eine ersten Teil eines Befestigungseinrichtung 121, 131, 141, und zwar eine Befestigungseinheit 122, 132, 142 zum lösbaren Befestigen der zugehörigen Halteein-

richtung 125, 135, 145 auf. Wie in der **Fig.** 19 zu erkennen, kann die Befestigungseinheit 122 als Teil eines Gehäuses 123 des Motors 120 ausgebildet sein. Dies gilt für jeden der Motoren 120, 130 und 140.

[0127] Die Befestigungseinheiten 122, 132 und 142 sind zum Zusammenwirken mit komplementär geformten Gegeneinheiten 127, 137 und 147 ausgebildet, die als zweiter Teil der Befestigungseinrichtung 121, 131, 141 ausgebildet sind. Diese Gegeneinheiten 127, 137 und 147 sind an den Halteeinrichtungen 125, 135 und 145 angeordnet und gut in **Fig.** 20 zu erkennen.

[0128] In diesem Beispiel handelt es sich bei der Befestigungseinheit 122, 132 und 142 um eine Aufnahme. Bei der Gegeneinheit 127, 137 und 147 handelt es sich um komplementär zu der jeweiligen Befestigungseinheit 122, 132 und 142 geformte Formkörper. Stellvertretend für alle Befestigungseinheiten 122, 132 und 142 ist die Befestigungseinheit 122 dazu geeignet, die Gegeneinheit 127 aufzunehmen. Hierzu ist die Gegeneinheit 127 von einer Seite, hier von oben, in die Befestigungseinheit 122 schiebbar ausgebildet. Ein Druckknopf 124 kann als Rastmittel ein sicheres Halten der Gegeneinheit 127 in der Befestigungseinheit 122 gewährleisten. Durch Betätigen des Druckknopfes 124 kann die Gegeneinheit 127 wieder einfach von der Befestigungseinheit 122 gelöst werden. Vorzugsweise sind die Befestigungseinheiten 122, 132 und 142 alle gleich ausgebildet. Somit sind auch alle Gegeneinheiten 127, 137 und 147 vorzugsweise gleich ausgebildet. So können Kosten durch die Verwendung von Gleichteilen gespart werden. Wie in der **Fig.** 19 und **Fig.** 20 zu erkennen, ist auch die Instrumentenstabilisierungseinrichtung 115 mittels einer entsprechenden Befestigungseinrichtung 116 an der Führungseinrichtung 110 befestigbar. Die Befestigungseinrichtung 116 ist hierbei vorzugsweise wie die oben beschriebenen Befestigungseinrichtungen 121, 131, 141 aufgebaut.

[0129] Wie bei genauerer Betrachtung der Befestigungseinrichtungen 121, 131, 141 und 116 erkennbar, weisen die jeweiligen Befestigungseinheiten 122, 132, 142 und Gegeneinheiten 127, 137 und 147 abgerundete Ecken und Kanten 161 auf. Dies ist exemplarisch in **Fig.** 20 bei der Gegeneinheit 127 dargestellt. Hierdurch kann die sterile Folie 160 zerstörungsfrei zwischen die Befestigungseinheiten 122, 132, 142 und die Gegeneinheiten 127, 137 und 147 geklemmt werden.

[0130] Fig. 21 zeigt eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Instrumentenvorschubvorrichtung 100 mit einem Sensorsystem. Dabei ist vorzugsweise jedem Motor 120, 130 und 140 ein Sensor 171, 172 und 173 zugeordnet. Insbesondere ist ein erster Sensor 171 an dem ersten Motor 120, ein zweiter Sensor 172 an dem zweiten Motor 130 und ein dritter Sensor 173 an dem dritten Motor 140 angeordnet. Bei den dargestellten Sensoren 171, 172, 173 handelt es sich exemplarisch um optische Marker, die mittels einer Kamera 175 erfassbar sind. Bei dem Sensorsystem handelt es sich insbesondere um ein Inside-out-System, bei dem die Kamera 175 von innerhalb des Systems beobachtet. Alternativ hierzu wäre auch ein Outside-In-Ansatz denkbar, bei dem die Kamera 175 außerhalb des Systems angeordnet ist und das System von außen beobachtet.

[0131] Insbesondere können mittels der Kamera 175 die Relativpositionen und damit die Bewegungen der Motoren 120, 130 und 140 zueinander erfasst werden. Die Ausgestaltung mittels Kamera 175 und optischen Markern ist rein exemplarisch. Alternativ hierzu könnte es sich beispielsweise bei den Sensoren 171, 172, 173 um Hallsensoren und Magnete oder RFID-Chips handeln.

[0132] Besonders bevorzugt ist das Sensorsystem redundant ausgebildet, umfasst also zusätzlich zu der ersten gezeigten Sensoranordnung eine zweite Sensoranordnung. Die zweite Sensoranordnung basiert weiterhin vorzugsweise auf einem von der ersten Sensoranordnung unterschiedlichen Prinzip. Beispielsweise kann es sich bei der zweiten Sensoranordnung um Hallsensoren und Magnete oder RFID-Chips handeln.

[0133] Es ist festzuhalten, dass die unter Bezug auf einzelne Ausführungsformen bzw. Varianten beschriebenen Merkmale der Erfindung, wie beispielsweise Art und Ausgestaltung der einzelnen Komponenten sowie deren genaue Dimensionierung und räumliche Anordnung, auch bei anderen Ausführungsformen vorhanden sein können, außer wenn es anders angegeben ist oder sich aus technischen Gründen von selbst verbietet. Von derartigen, in Kombination beschriebenen, Merkmalen einzelner Ausführungsformen müssen außerdem nicht notwendigerweise immer alle Merkmale in einer betreffenden Ausführungsform realisiert sein.

Patentansprüche

1. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben von zumindest einem ersten Instrument (210), wobei die Instrumentenvorschubvorrichtung (100) Folgendes aufweist:
eine Führungseinrichtung (110) mit zumindest einem ersten Achsenkörper (111), der sich in eine translatorische Antriebsrichtung des zumindest einen ersten Instruments (210) erstreckt;
mindestens einen ersten Motor (120), der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers (111) ausgebildet ist; und

mindestens einen zweiten Motor (130), der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers (111) oder entlang eines zweiten Achsenkörpers (112) ausgebildet ist, der parallel zu dem ersten Achsenkörper (111) ausgerichtet ist,
wobei der erste Motor (120) mit einer ersten Halteeinrichtung (125) zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments (210) verbunden oder verbindbar ist, und
wobei der zweite Motor (130) mit einer zweiten Halteeinrichtung (135) zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments (210) oder eines zweiten Instruments (220) verbunden oder verbindbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Instrumentenvorschubvorrichtung (100) eine Spindeleinrichtung (150) zum rotierenden Bewegen des ersten Instruments (210) aufweist, die mit zumindest einer der Halteeinrichtungen (125, 135, 145) in Wirkverbindung steht,
wobei die Spindeleinrichtung (150) als ein Hohlkörper ausgebildet ist und mindestens einen Gewindegang (151, 152) aufweist, wobei in einem Hohlraum (153) des Hohlkörpers das erste Instrument (210) anordenbar und fixierbar ist.

2. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Instrumentenvorschubvorrichtung (100) mindestens einen dritten Motor (140) aufweist, der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers (111), entlang des zweiten Achsenkörpers (112) oder entlang eines dritten Achsenkörpers ausgebildet ist, der parallel zu dem ersten Achsenkörper (111) und dem zweiten Achsenkörper (112) ausgerichtet ist.

3. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der dritte Motor (140) mit einer dritten Halteeinrichtung (145) zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments (210) oder des zweiten Instruments (220) ausgebildet ist.

4. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motoren (120, 130, 140) als Piezomotoren ausgebildet sind.

5. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motoren (120, 130, 140) kabellos antreibbar und/oder bedienbar ausgebildet sind.

6. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Spindeleinrichtung (150) zum Zusammenwirken mit der ersten Halteeinrichtung (125) und der zweiten Halteeinrichtung (135) ausgebildet ist.

7. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, wobei die Spindeleinrichtung (150) zwei gegenläufige Gewindegänge (151, 152) aufweist.

8. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Halteeinrichtung (125) und/oder die zweite Halteeinrichtung (135) einen Führungskörper (126, 136) aufweist, der in dem mindestens einen Gewindegang (151, 152) führbar ist.

9. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest die Spindeleinrichtung (150) und die Halteeinrichtungen (125, 135, 145) als Einwegartikel ausgebildet sind.

10. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Motoren (120, 130, 140) jeweils eine Befestigungseinrichtung (121, 131, 141) zum lösbaren Befestigen der jeweiligen Halteeinrichtung (125, 135, 145) aufweisen.

11. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Befestigungseinrichtungen (121, 131, 141) jeweils eine Befestigungseinheit (122, 132, 142) zum Zusammenwirken mit einer komplementär geformten Gegeneinheit (127, 137, 147) der jeweiligen Halteeinrichtung (125, 135, 145) aufweisen.

12. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Befestigungseinheit (122, 132, 142) und die Gegeneinheit (127, 137, 147) abgerundete Ecken und Kanten (161) aufweisen, so dass diese für ein zerstörungsfreies Einklemmen einer zumindest die Motoren (120, 130, 140) umgebenden sterilen Folie (160) geeignet sind.

13. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Instrument (210) und/oder das zweite Instrument (220) medizintechnische Instrumente (210a, 220a) sind.

14. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) zum translatorischen und/oder rotierenden Antreiben von zumindest einem ersten Instrument (210), wobei die Instrumentenvorschubvorrichtung (100) Folgendes aufweist:
eine Führungseinrichtung (110) mit zumindest einem ersten Achsenkörper (111), der sich in eine translatorische Antriebsrichtung des zumindest einen ersten Instruments (210) erstreckt;
mindestens einen ersten Motor (120), der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers (111)

ausgebildet ist; und
mindestens einen zweiten Motor (130), der motorisch verfahrbar entlang des ersten Achsenkörpers (111) oder entlang eines zweiten Achsenkörpers (112) ausgebildet ist, der parallel zu dem ersten Achsenkörper (111) ausgerichtet ist,
wobei der erste Motor (120) mit einer ersten Halteeinrichtung (125) zum Halten und/oder Bewegen des ersten Instruments (210) verbunden oder verbindbar ist, und
wobei der zweite Motor (130) mit einer zweiten Halteeinrichtung (135) zum Halten und/oder Bewegen eines zweiten Instruments (220) verbunden oder verbindbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Instrument (210) ein nadelförmiges Instrument (210a) und das zweite Instrument (220) ein rohrförmiges Instrument (220a) ist, wobei das erste Instrument (210) durch das zweite Instrument (220) hindurch führbar ist.

15. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Führungseinrichtung (110) eine Instrumentenstabilisierungseinrichtung (115) zum Stabilisieren eines vorderen Endes (211, 221) des ersten Instruments (210) und oder des zweiten Instruments (220) aufweist.

16. Instrumentenvorschubvorrichtung (100) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Instrumentenvorschubvorrichtung (100) zumindest einen ersten Positionssensor (171), der an dem ersten Motor (120) angeordnet ist, und einen zweiten Positionssensor (172) aufweist, der an dem zweiten Motor (130) angeordnet ist.

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

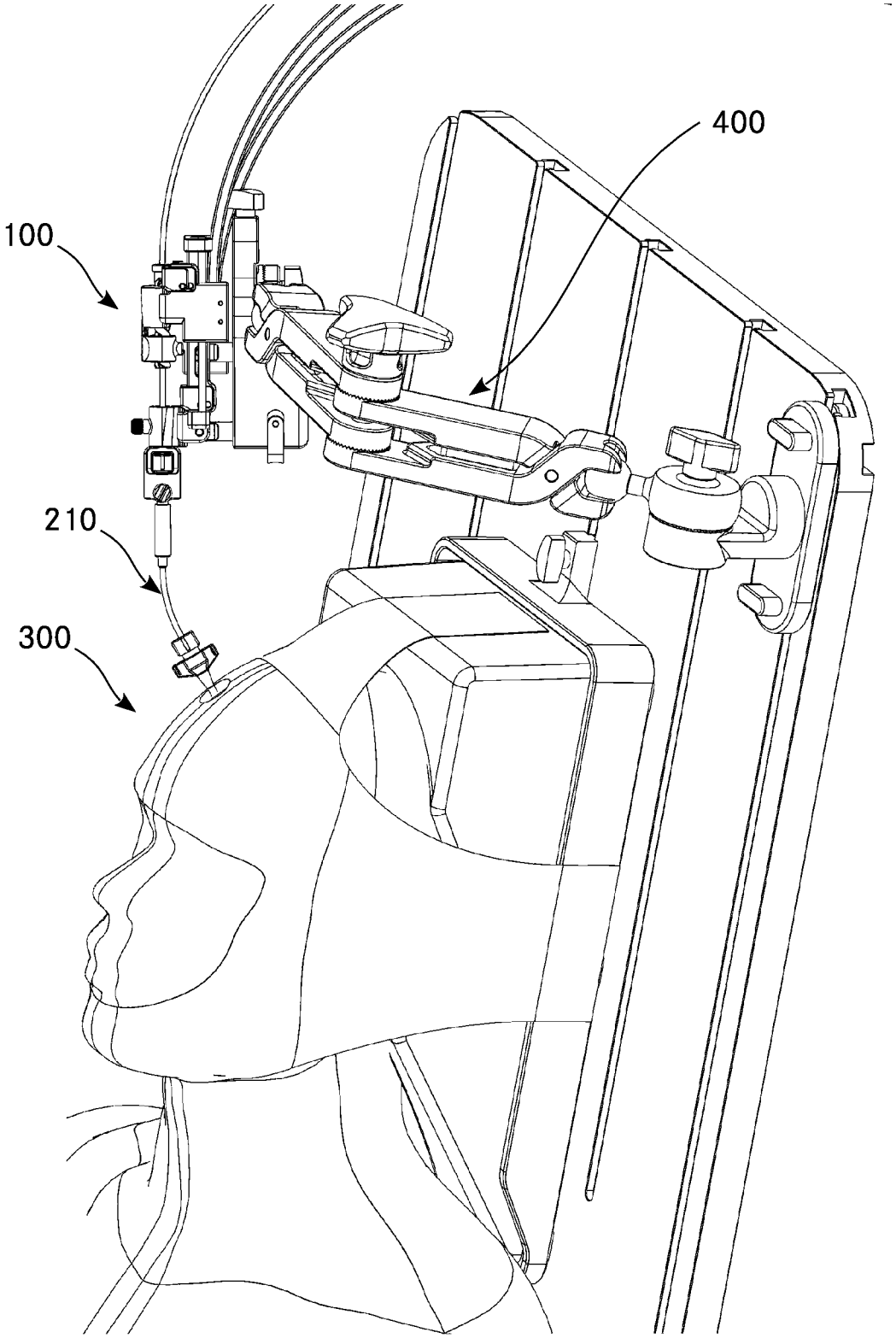


Fig. 1

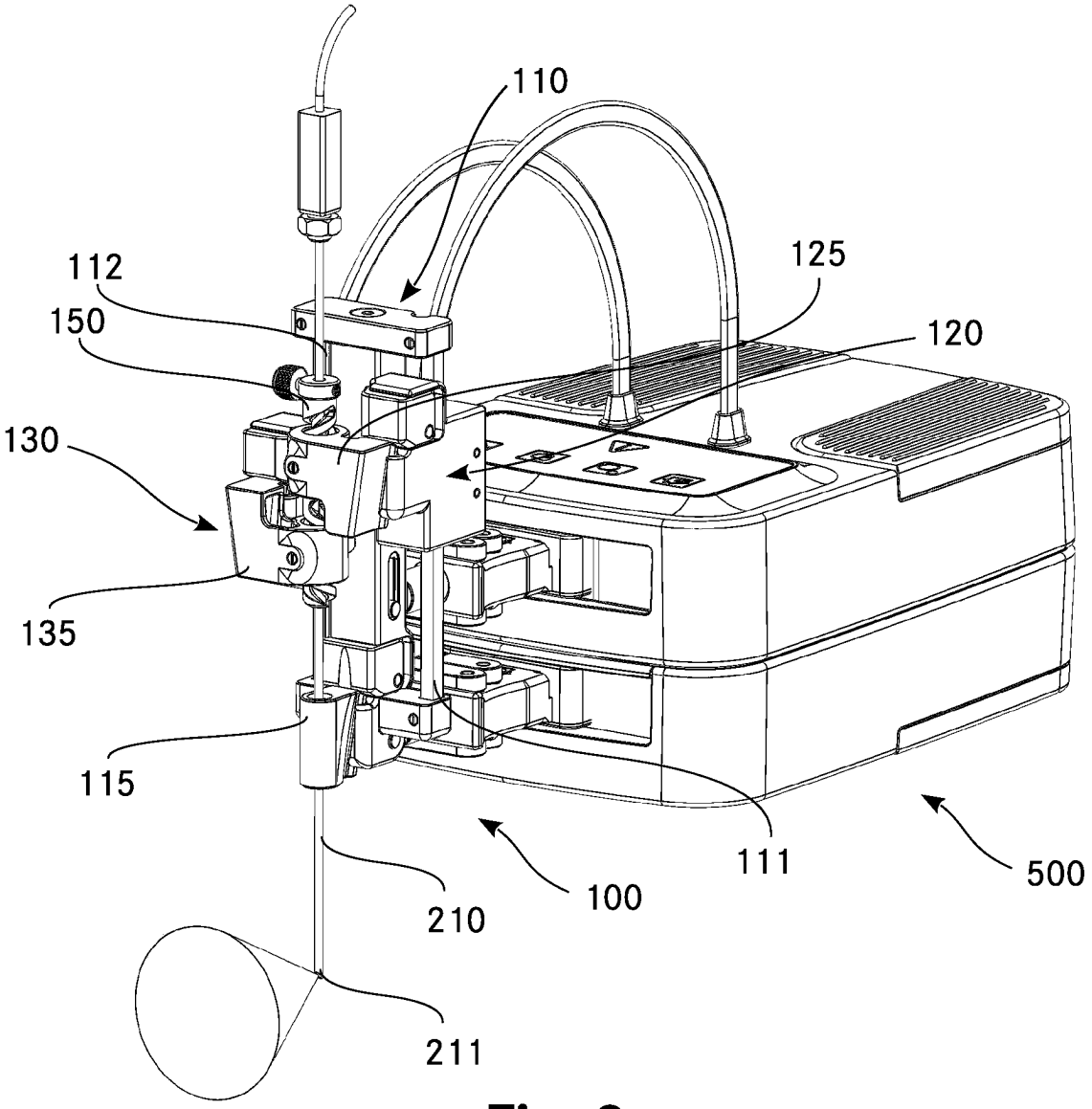


Fig. 2

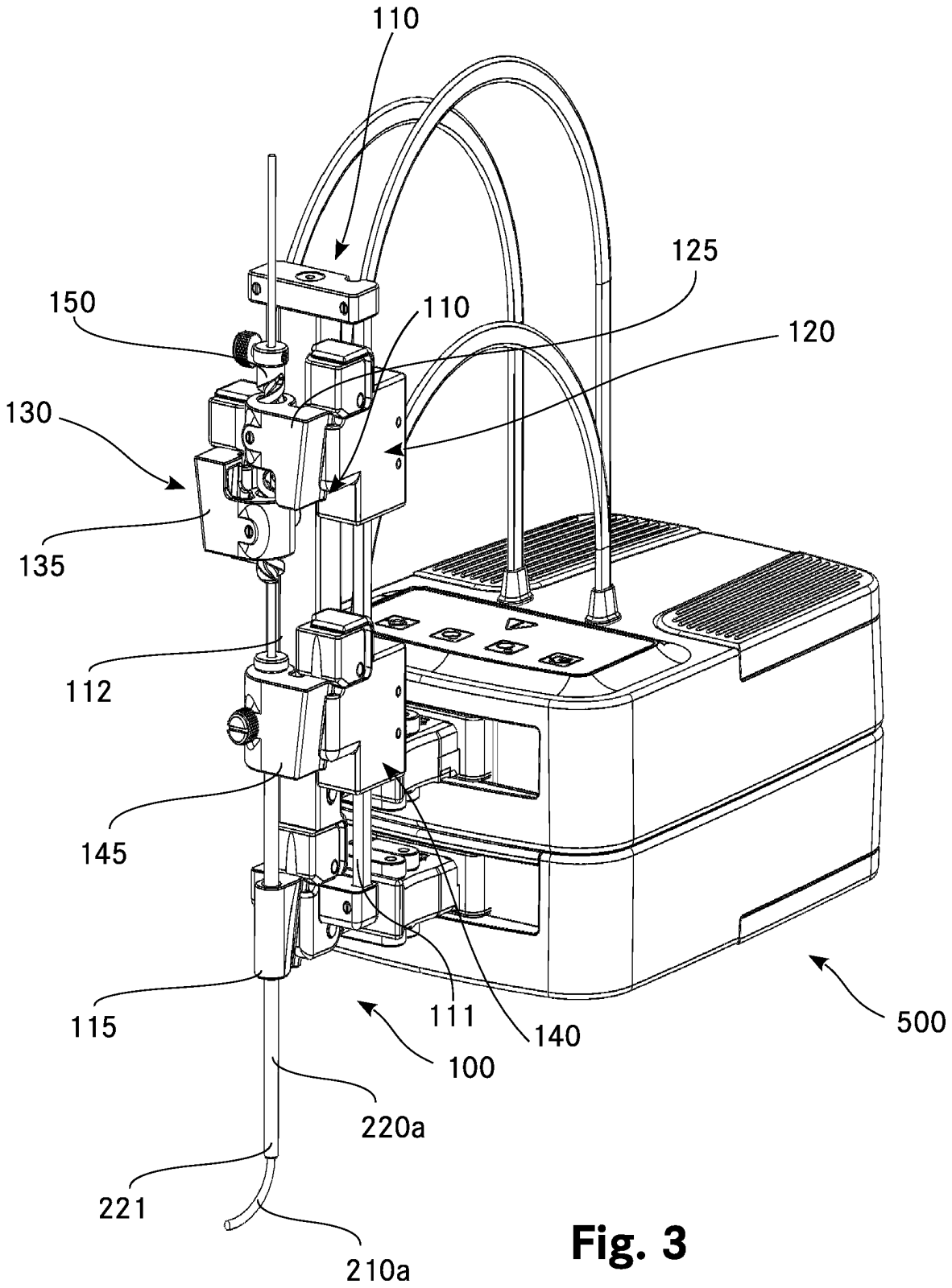

110
125
150
110
120
130
135
112
145
115
111
140
500
100
220a
221
210a

Fig. 3

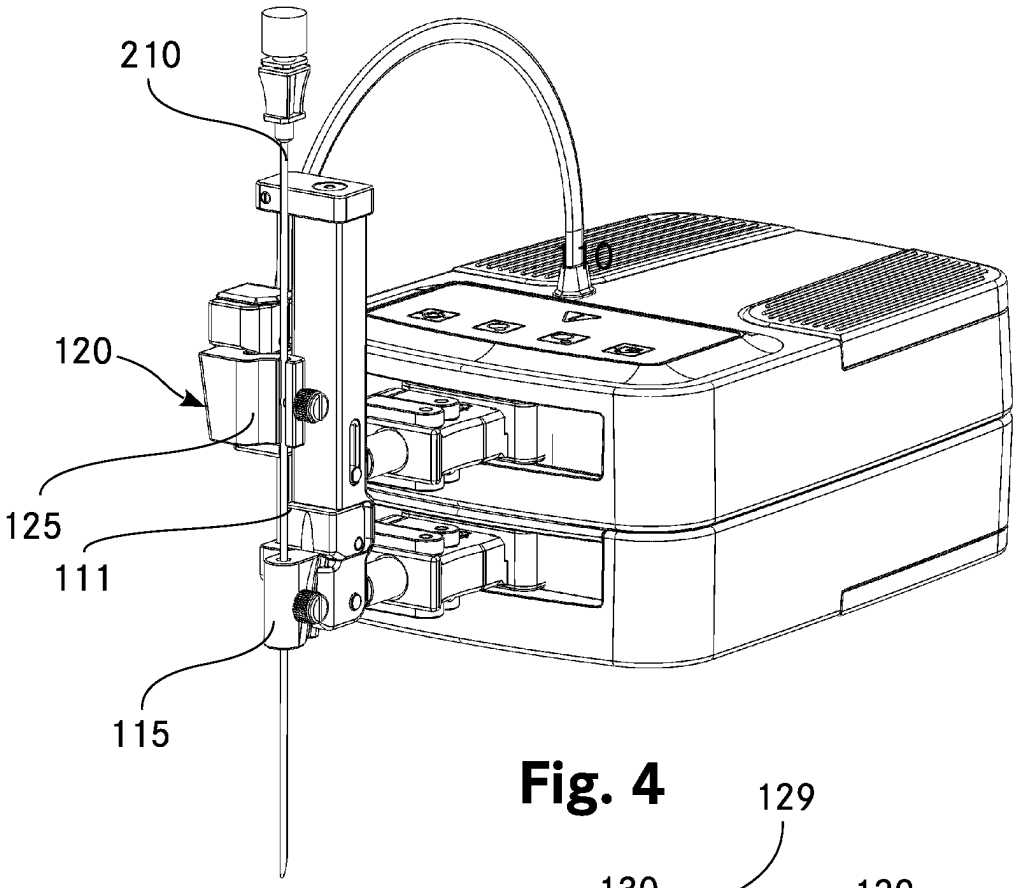

210
110
120
125
111
115

Fig. 4

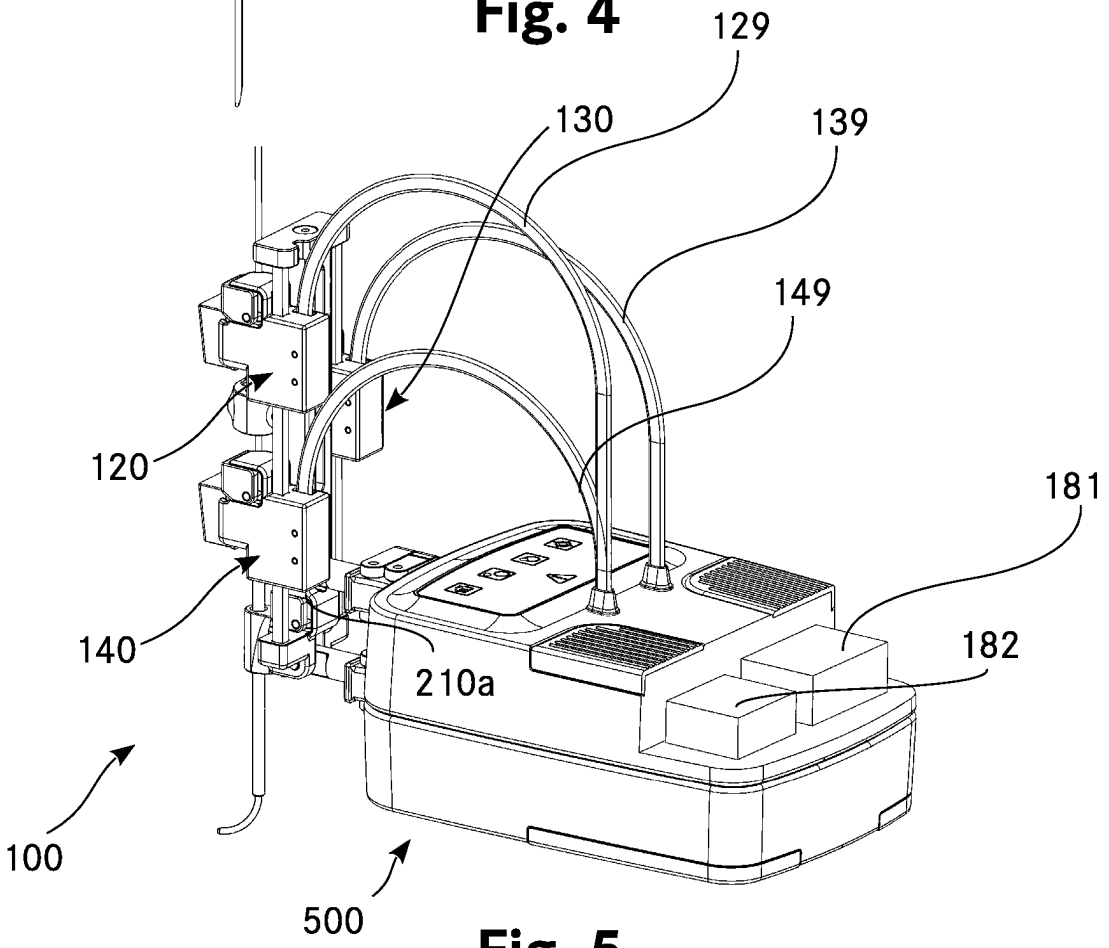

129
130
139
149
120
181
140
182
210a
100
500

Fig. 5

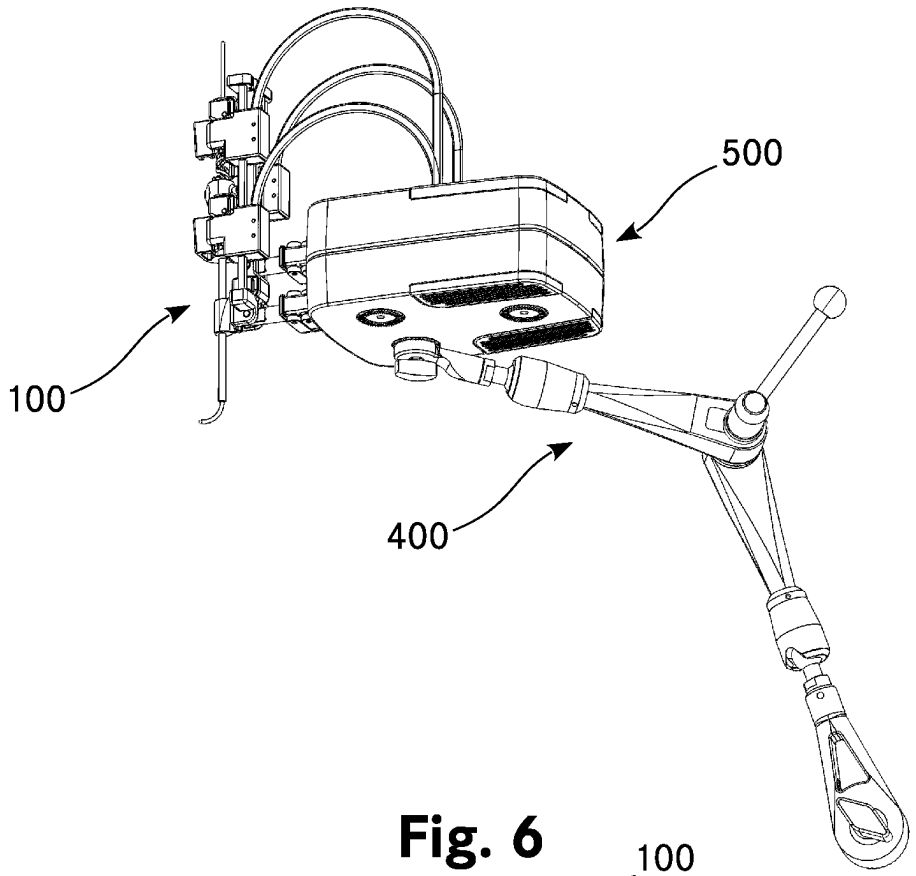


Fig. 6

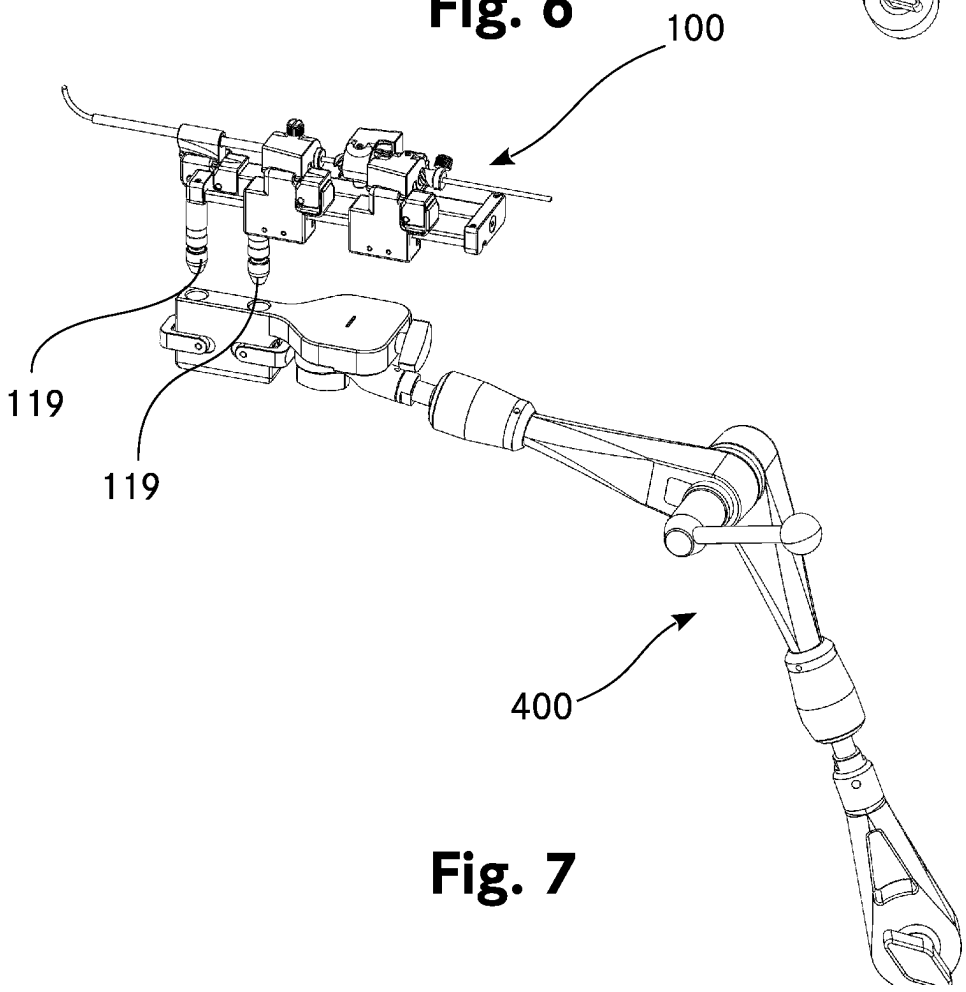


Fig. 7

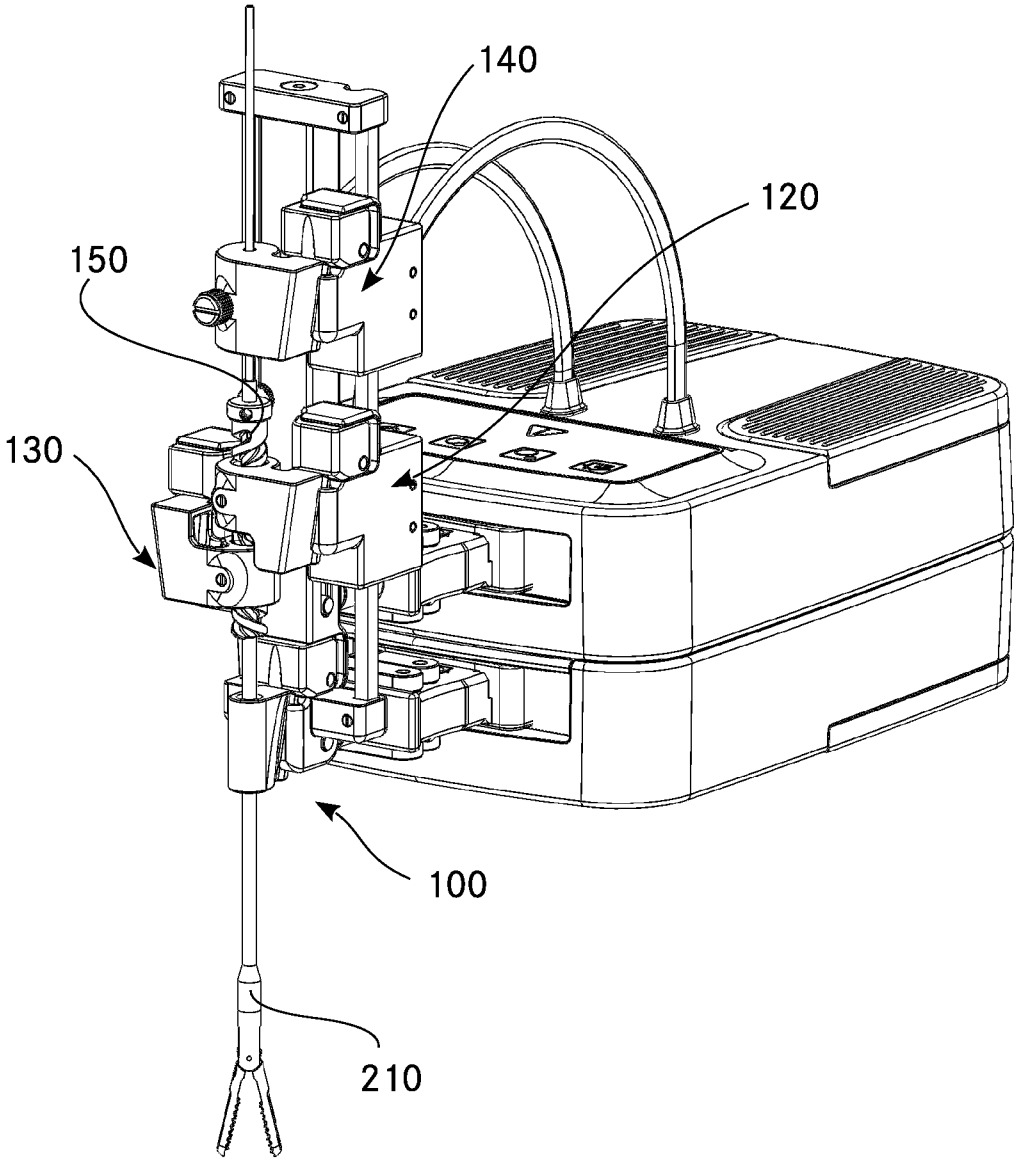


Fig. 8

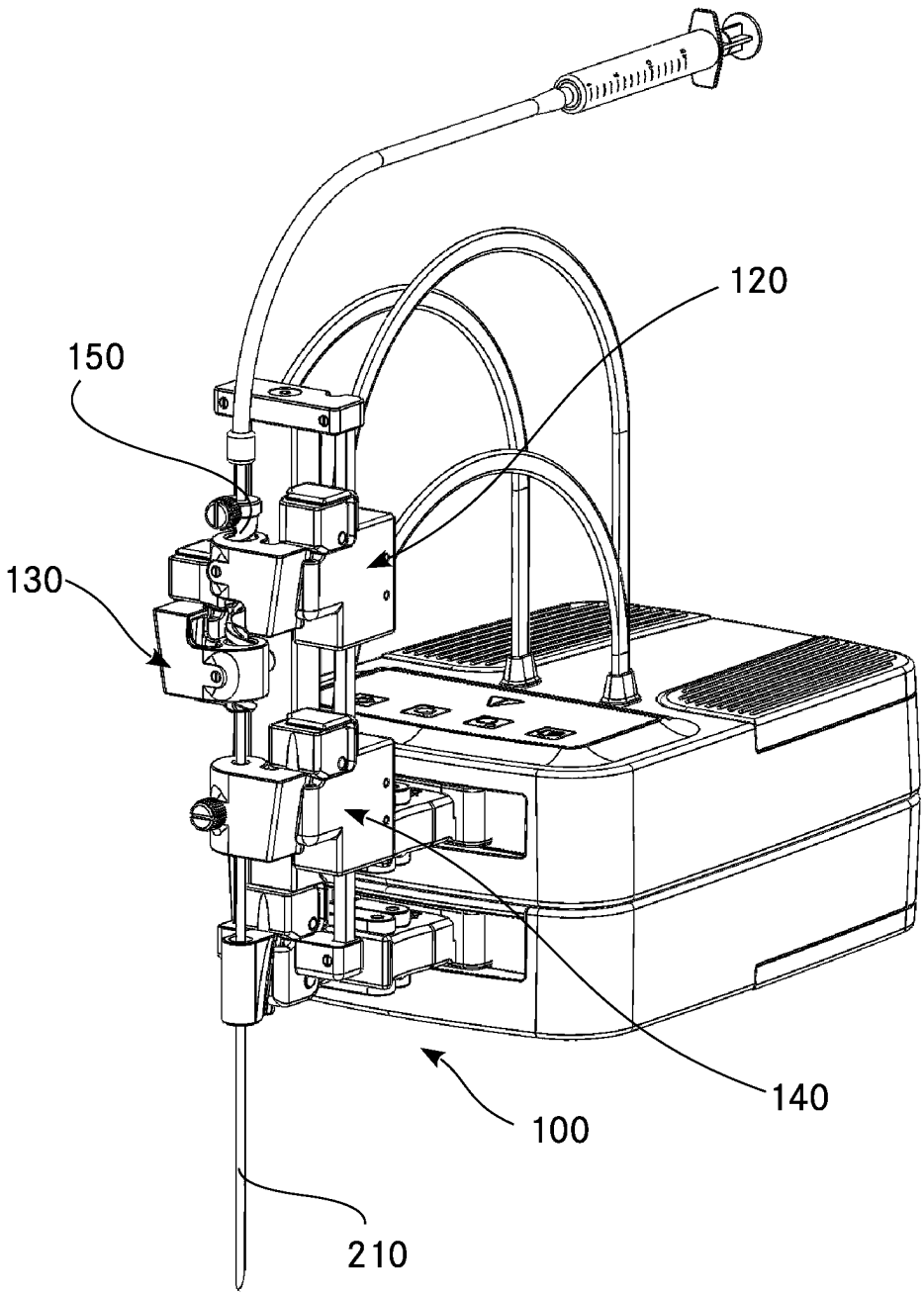


Fig. 9

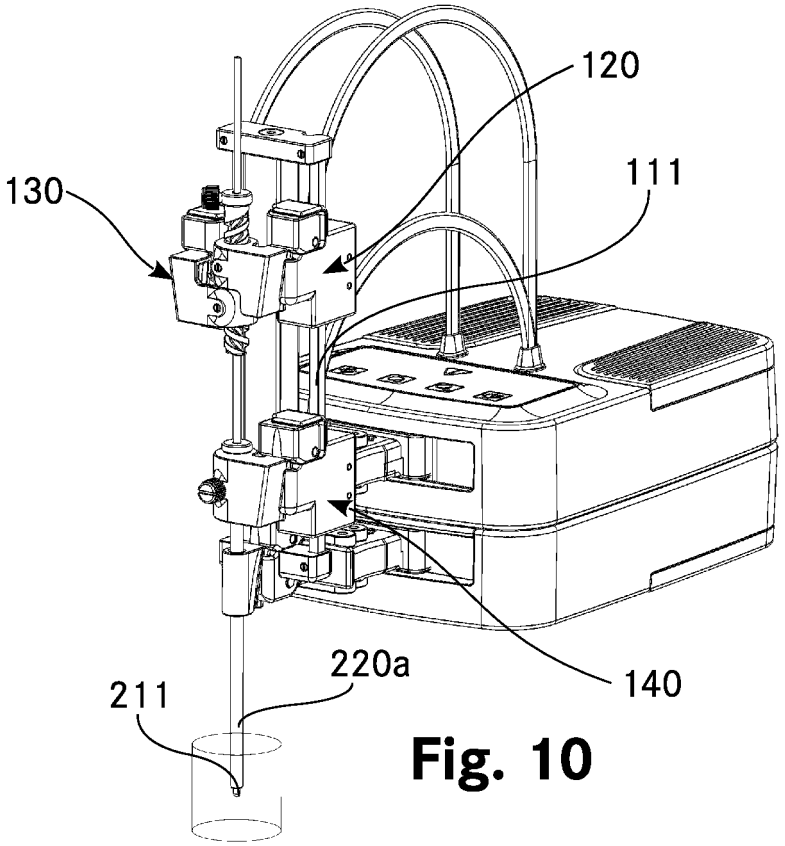


Fig. 10

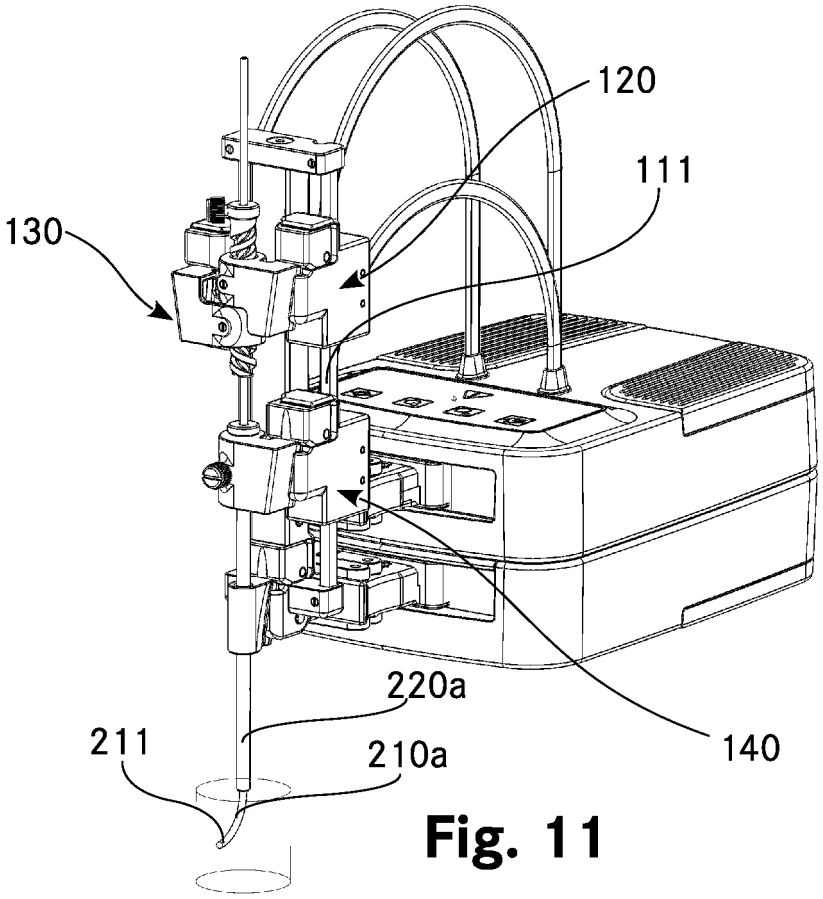


Fig. 11

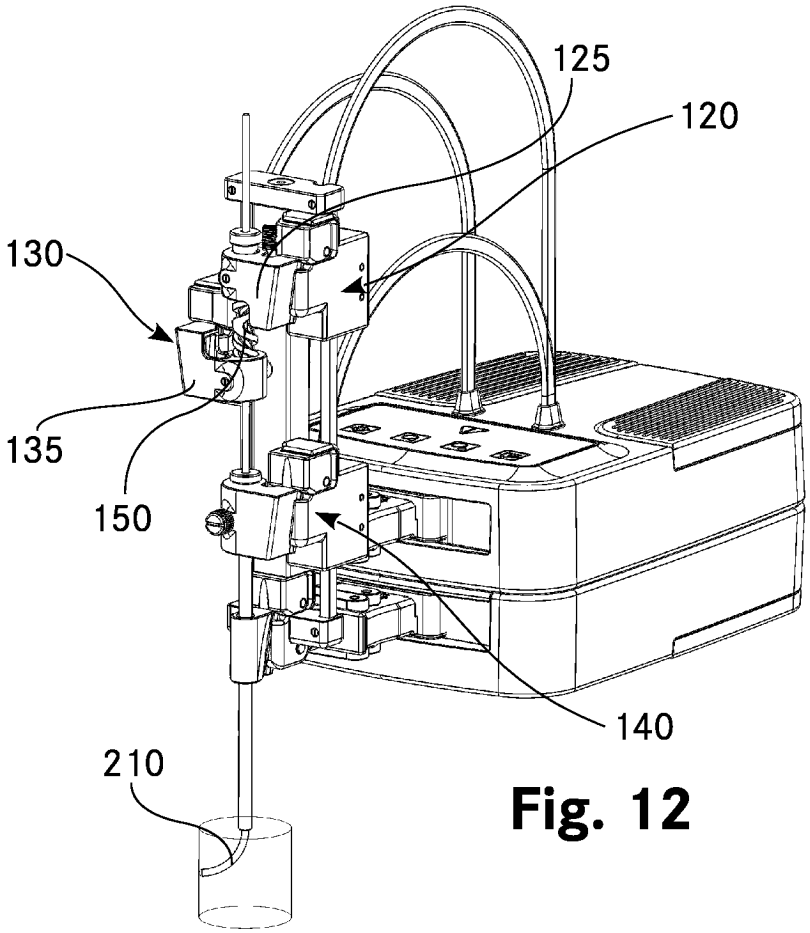


Fig. 12

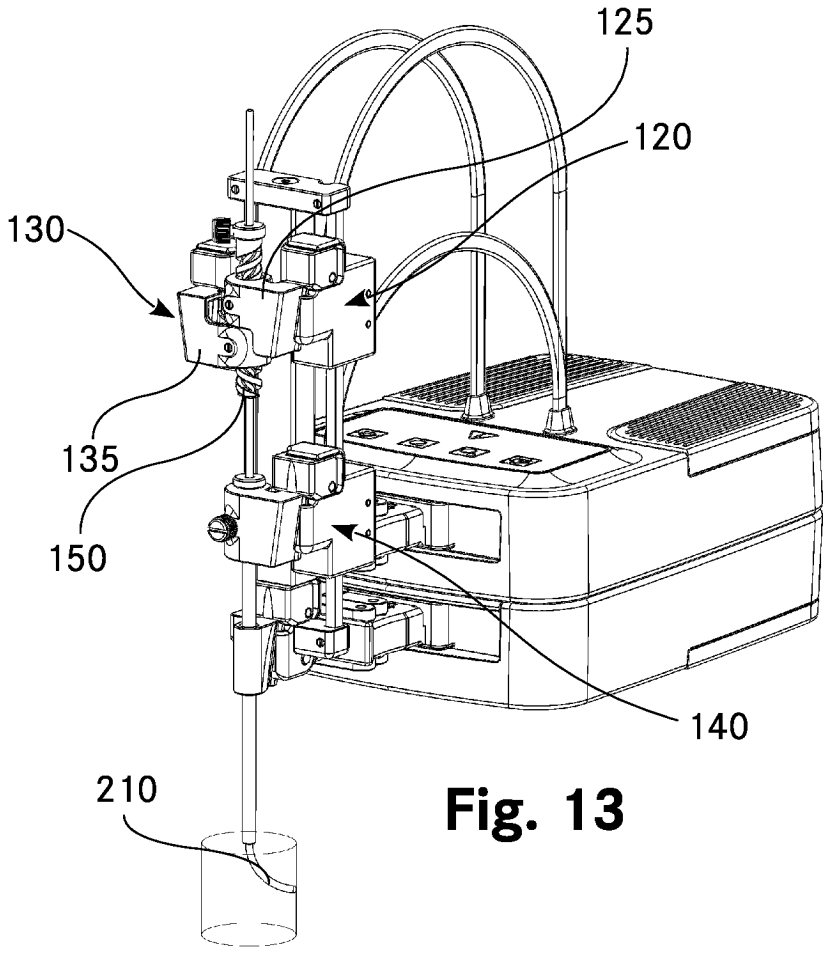


Fig. 13

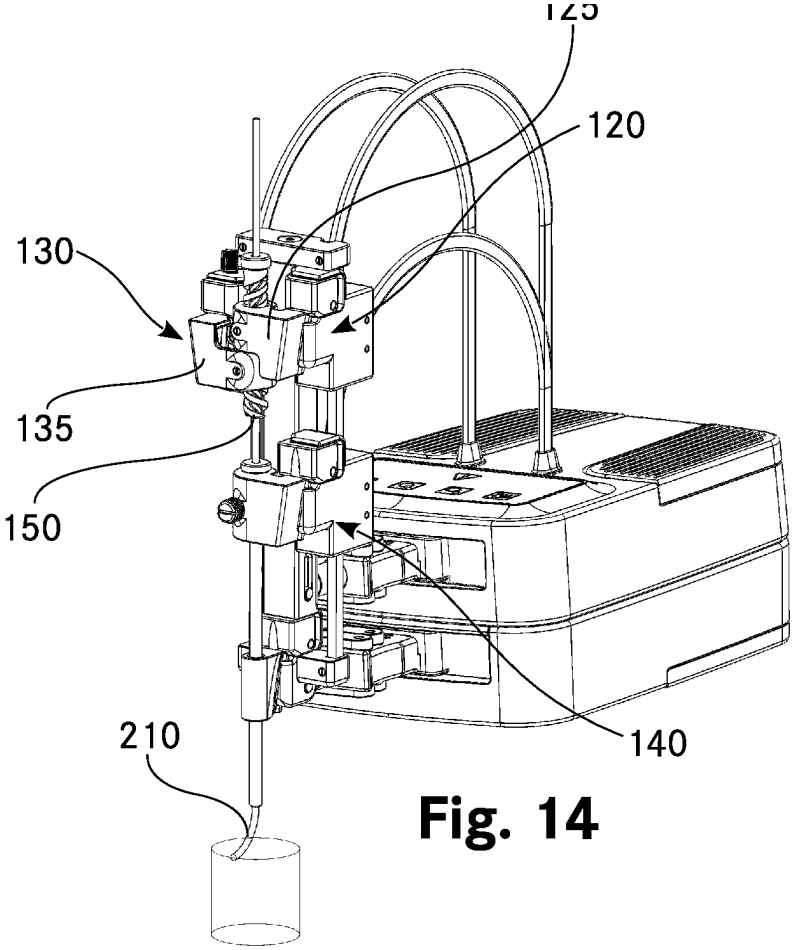


Fig. 14

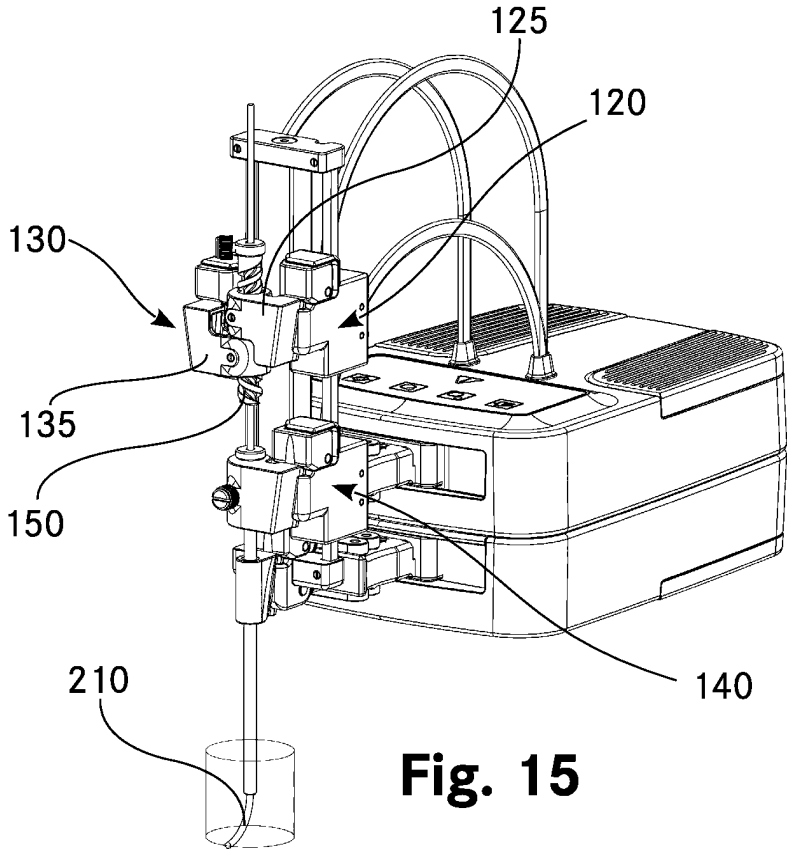


Fig. 15

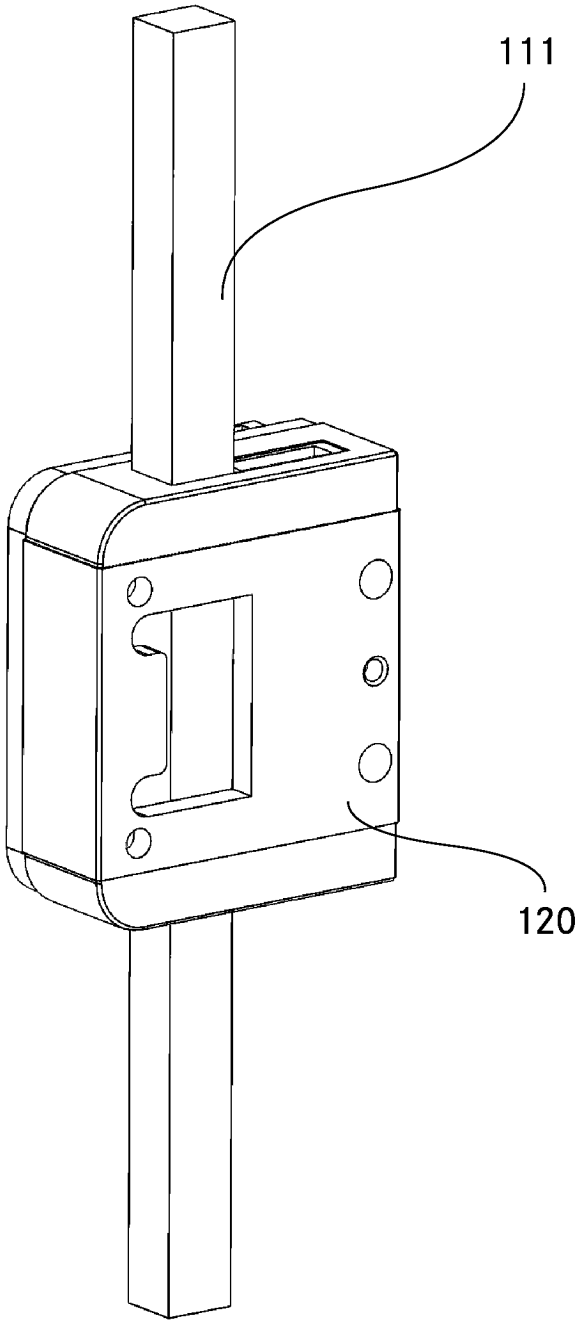


Fig. 16

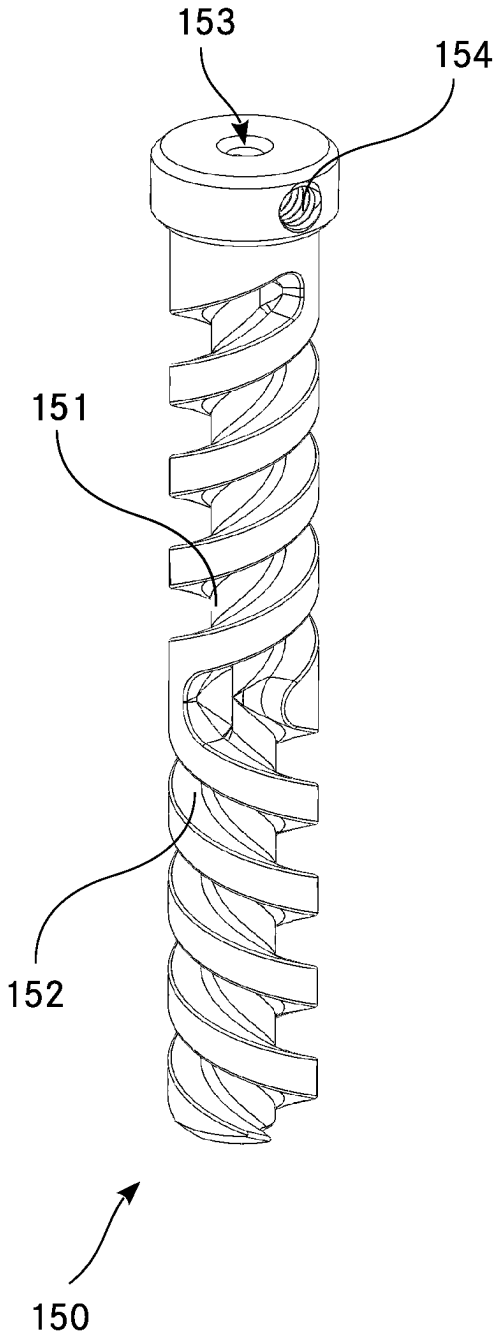


Fig. 17

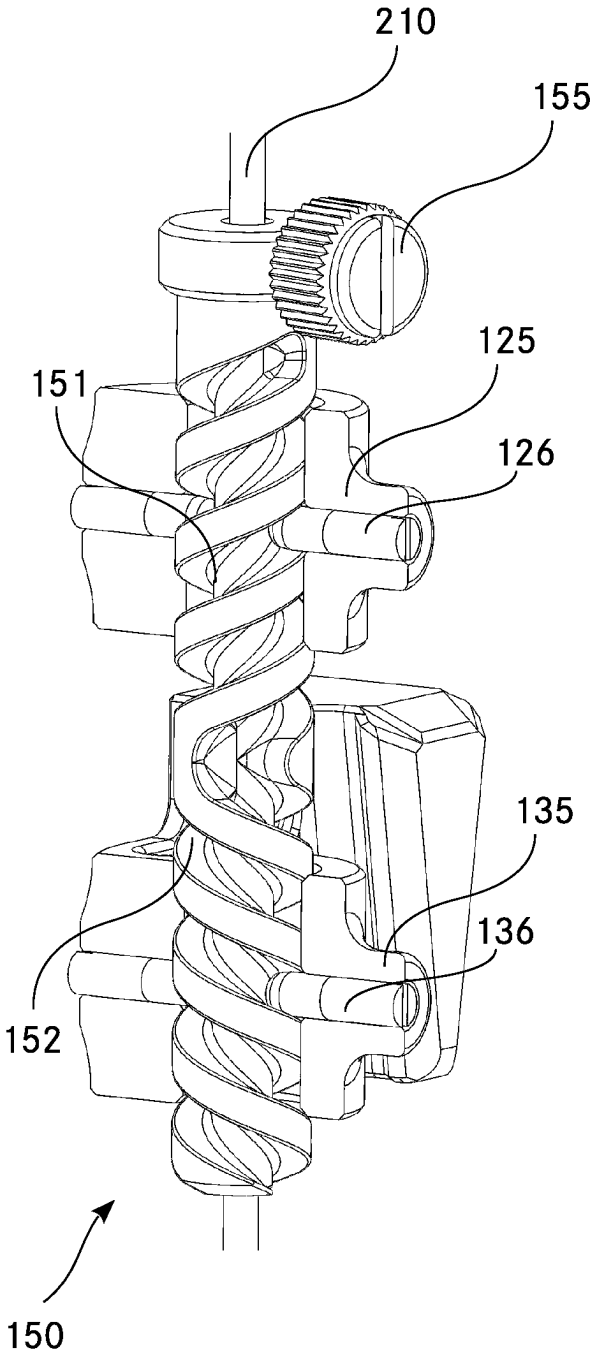


Fig. 18

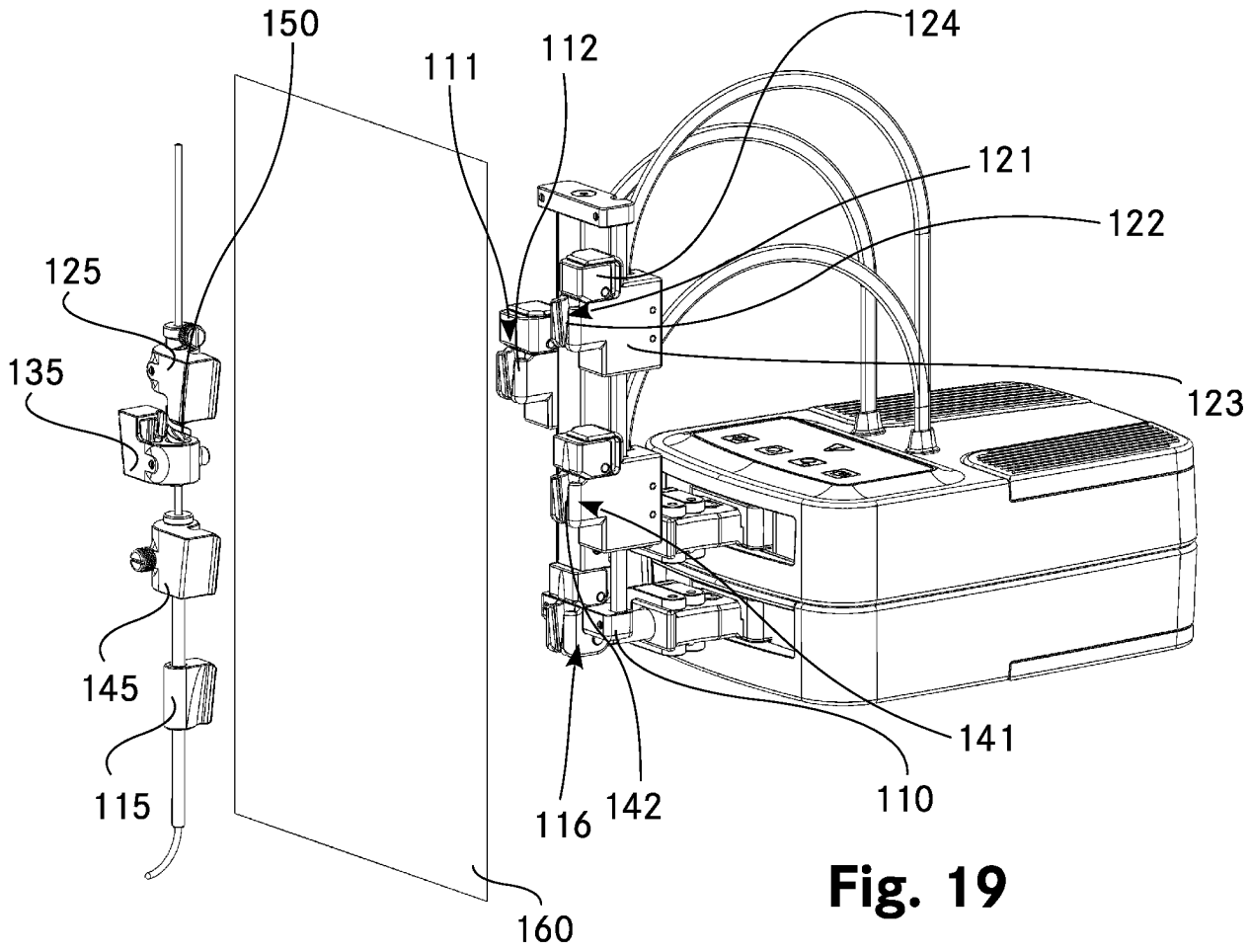

150
111
112
124
121
122
125
135
123
145
141
115
116
142
110
160

Fig. 19

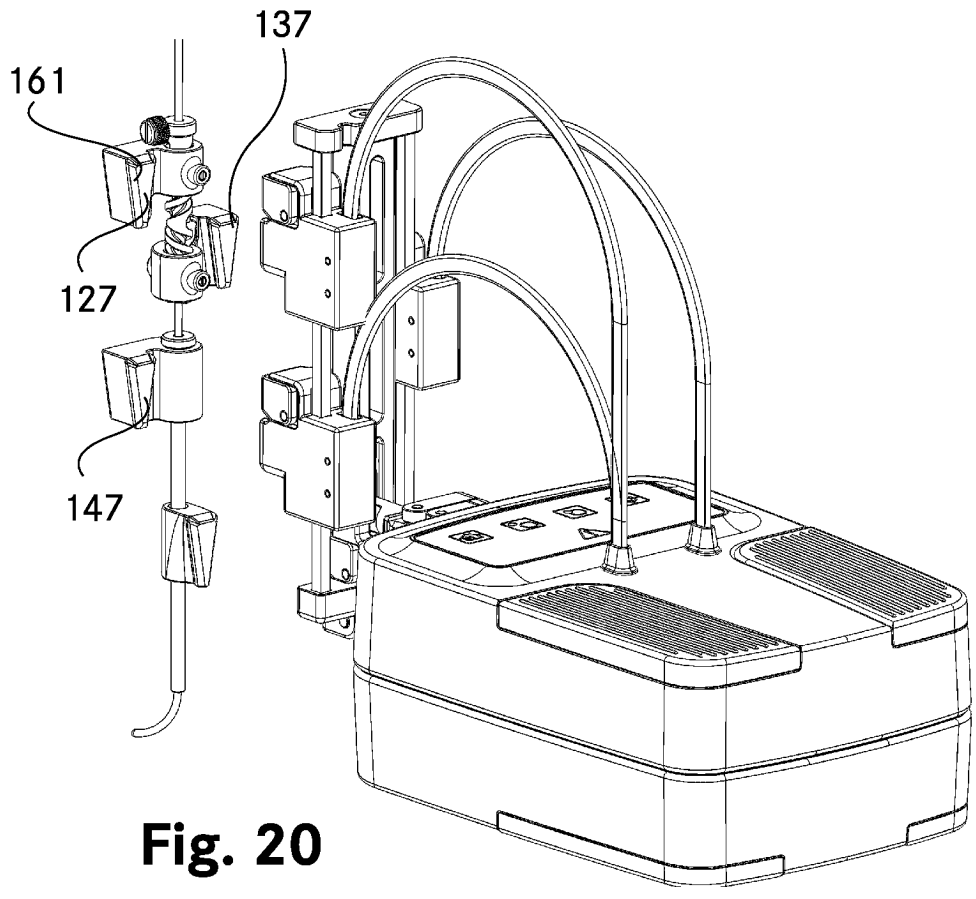

137
161
127
147

Fig. 20

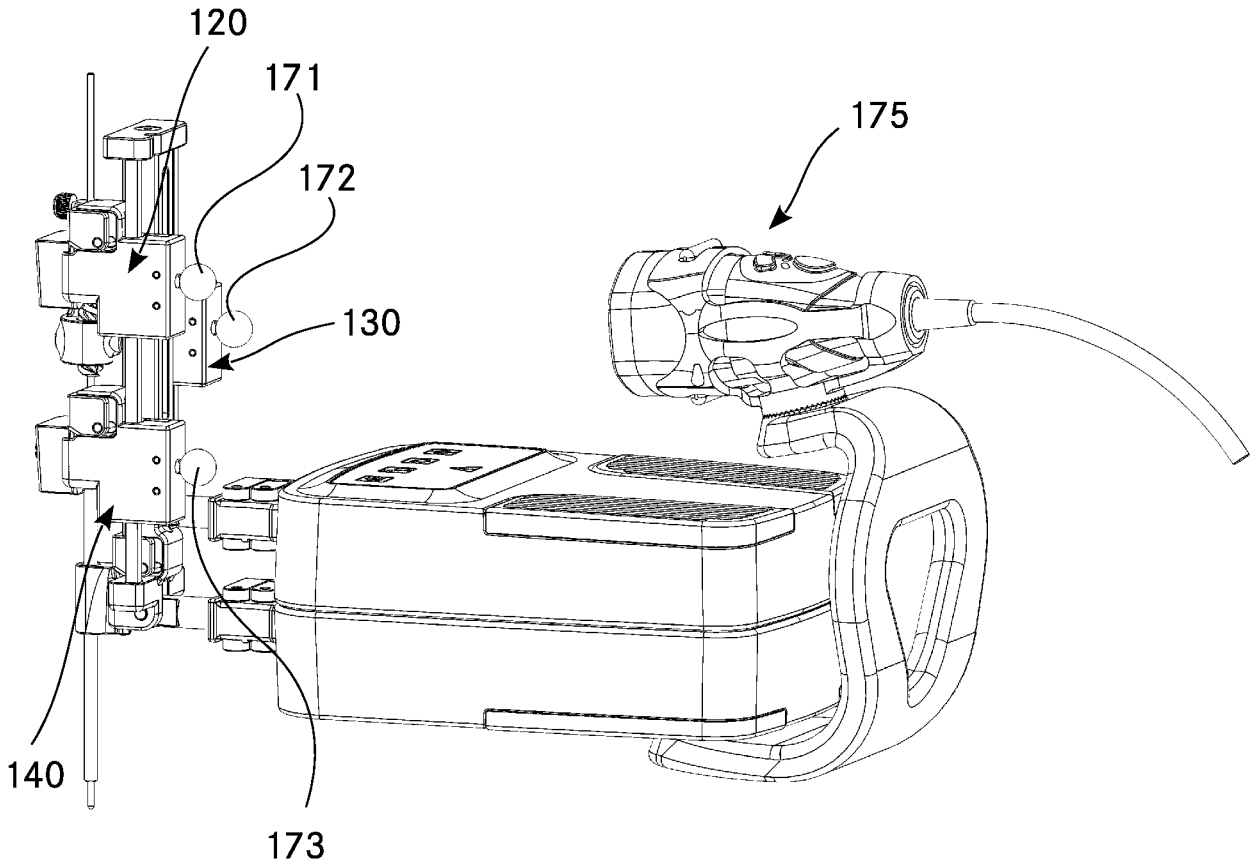


Fig. 21

 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.