

(19)



(11)

EP 3 880 147 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

19.03.2025 Patentblatt 2025/12

(21) Anmeldenummer: **19794455.6**

(22) Anmeldetag: **21.10.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
A61H 1/02 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
A61H 1/00; A61H 1/02; A61H 1/0274;
A61H 2201/018; A61H 2201/0192;
A61H 2201/1207; A61H 2201/1638;
A61H 2201/1642; A61H 2201/1659;
A61H 2201/5053; A61H 2201/5061; A61H 2205/06;
A61H 2205/10

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/078486

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/099066 (22.05.2020 Gazette 2020/21)

(54) **REHABILITATIONSVORRICHTUNG**

REHABILITATION DEVICE

DISPOSITIF DE RÉÉDUCATION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **14.11.2018 DE 102018219446**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.09.2021 Patentblatt 2021/38

(73) Patentinhaber: **KUKA Deutschland GmbH
86165 Augsburg (DE)**

(72) Erfinder:

- **RIEDEL, Martin
86165 Augsburg (DE)**

- **SCHOBER, Wolfgang
86554 Pöttmes (DE)**
- **SCHELLHASE, Matthias
86152 Augsburg (DE)**

(74) Vertreter: **Oelke, Jochen
KUKA Aktiengesellschaft
Zugspitzstraße 140
86165 Augsburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**WO-A1-2017/216075 WO-A2-2018/086748
CN-A- 106 078 710 US-A1- 2012 179 075
US-A1- 2015 167 798**

EP 3 880 147 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rehabilitationsvorrichtung.

[0002] Aus der WO 2015/048688 A1 ist eine Rehabilitationsvorrichtung bekannt, die ausgebildet ist zum Betrieb in Verbindung mit einem der Gliedmaßen eines Benutzers, wobei das betreffende Glied des Benutzers einen Endpunkt aufweist. Die Rehabilitationsvorrichtung umfasst eine Basis, einen Roboterarm, der an der Basis befestigt ist und der einen Endpunkt aufweist, wobei der Roboterarm mindestens zwei aktive Freiheitsgrade relativ zu der Basis aufweist und so konfiguriert ist, dass während die Basis relativ zu einem Benutzer geeignet positioniert ist, der Referenzrahmen des Roboters im Wesentlichen gleichartig wie der Bezugsrahmen des Benutzers ausgerichtet ist. Die Bewegungen des Endpunkts des betreffenden Glieds des Benutzers werden durch Bewegungen des Endpunkts des Roboterarms dabei nachgeahmt.

[0003] Die WO 2018/086748 A2 offenbart einen Roboterarm mit Logistiksystem, der mittels einer Hubvorrichtung auf einer mobilen Plattform befestigt ist. Der Roboterarm ist dabei zum Transport eines Warenträgers ausgebildet und dient zum Transport bzw. zum Ent- oder Beladen von Waren im Logistikbereich.

[0004] Die WO 2017/216075 A1 offenbart eine Patientenpositioniervorrichtung mit medizinischen Arbeitsplatz zur medizinischen Behandlung einer Patienten z.B. mittels Strahlentherapie. Der Patient wird dabei auf der dafür vorgesehenen Patientenliege gelagert, die am distalen Endglied einer Roboterkinematik befestigt ist. Der Roboterarm bewegt dann die Patientenliege derart in den medizinischen Arbeitsplatz, dass die medizinische Therapie durchgeführt werden kann.

[0005] Aus der US 2012/0179075 A1 ist ebenfalls eine Rehabilitationsvorrichtung bestehend aus einem tragbaren, robotischen Exoskelett, das auch durch eine Halterung an einem Stativ befestigt werden kann. Der Anwender kann dabei das Exoskelett zu therapeutischen Zwecken einsetzen, wobei das Exoskelett aktive Bewegungen ausführt und diese auf den Anwender überträgt um dessen Gelenke zu bewegen. In einer weiteren Anwendung kann das Exoskelett zur Verstärkung der aktiven Kraft eines Anwenders zur Erfüllung einer Aufgabe.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Rehabilitationsvorrichtung zu schaffen, die trotz kostengünstigen Aufbaus in besonders sicherer Weise betrieben werden kann.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Rehabilitationsvorrichtung, aufweisend ein Stativ, eine an dem Stativ befestigte Hubsäule, einen an der Hubsäule höhenverstellbar gelagerten Hubschlitten, der mittels eines ersten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung automatisch höhenbeweglich ist, einen an dem Hubschlitten um eine erste, vertikale Drehachse schwenkbar gelagerten Grundarm, der mittels eines zweiten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung automa-

tisch angetrieben um die erste, vertikale Drehachse zu schwenken ist, einen an dem Grundarm um eine zweite, vertikale Drehachse schwenkbar gelagerten Vorderarm, der mittels eines dritten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung automatisch angetrieben um die zweite, vertikale Drehachse zu schwenken ist, ein an dem Vorderarm um eine dritte, vertikale Drehachse frei drehbar gelagertes Verbindungsstück, und eine an dem Verbindungsstück um eine vierte, horizontale Drehachse kippbar gelagerte Körperteilauflage wobei der Vorderarm zweiteilig mit einem ersten, proximalen Vorderarmteil und einem zweiten, distalen Vorderarmteil ausgebildet ist, wobei der zweite, distale Vorderarmteil an dem ersten, proximalen Vorderarmteil lösbar und derart umsteckbar gelagert ist, dass der zweite, distale Vorderarmteil wahlweise in einer ersten Orientierung an dem ersten, proximalen Vorderarmteil starr zu befestigen ist oder in einer zweiten Orientierung an dem ersten, proximalen Vorderarmteil starr zu befestigen ist, die von der ersten Orientierung abweicht, insbesondere gegenüber der ersten Orientierung um 180 Grad gedreht ist.

[0008] Das an dem Vorderarm um eine dritte, vertikale Drehachse frei drehbare Verbindungsstück ist somit an dem Vorderarm unangetrieben frei drehbar gelagert.

[0009] Jeder Antrieb der Rehabilitationsvorrichtung kann einem einzelnen antreibbaren Gelenk der Rehabilitationsvorrichtung zugeordnet sein. Jeder Antrieb kann beispielsweise in einem dem anzutreibenden Gelenk in der kinematischen Kette unmittelbar vorgelagerten Glied angeordnet sein oder in einem dem anzutreibenden Gelenk in der kinematischen Kette unmittelbar nachgelagerten Glied angeordnet sein. Gegebenenfalls können zwei oder mehr Antriebe für verschiedene Gelenke in demselben Glied angeordnet sein. Insbesondere der Hubschlitten kann Antriebe sowohl zum Bewegen des Grundarms als auch zum Bewegen des Vorderarms aufweisen.

[0010] Alle Antriebe können von einer gemeinsamen Steuerungsvorrichtung der Rehabilitationsvorrichtung automatisch angetrieben werden, insbesondere programmgesteuert angetrieben werden.

[0011] Die Körperteilauflage bildet ein Verbindungsglied, um die Rehabilitationsvorrichtung an einen Körperteil einer zu behandelnden Person ankoppeln zu können. Ein Ankoppeln kann bereits dadurch erfolgen, dass die Person eines ihrer Körperteile, wie beispielsweise die Hand, den Unterarm oder das Bein auf einer Auflagefläche der Körperteilauflage auflegt. Die Körperteilauflage kann ein Befestigungsmittel, wie beispielsweise wenigstens einen zurbaren Riemen, aufweisen, der ausgebildet ist, zum lösbaren Befestigen des Körperteils der Person an der Körperteilauflage.

[0012] Die Körperteilauflage kann mittels eines die Körperteilauflage mit dem Verbindungsstück verbindenden Federkörpers um die vierte, horizontale Drehachse zu kippen sein, wobei der Federkörper die Körperteilauflage in eine vorgegebene Grundstellung federelastisch rückstellbar an dem Verbindungsstück lagert.

[0013] Der Federkörper kann beispielsweise eine Federwendel sein. Ein Kippen der Körperteilauflage bedeutet, dass die Auflagefläche aus ihrer im Allgemeinen horizontalen Grundstellung heraus gedreht werden kann, so dass die Auflagefläche entweder abschüssig oder ansteigend orientiert ist. Eine abschüssig oder ansteigend Orientierung kann sich dabei an einer Längserstreckung der Körperteilauflage bemessen und dabei ausgehend von einem proximalen Ende zu einem distalen Ende hin gerichtet sein.

[0014] Die Körperteilauflage kann mittels eines vierten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung automatisch angetrieben um die vierte, horizontale Drehachse zu kippen sein, insbesondere mittels eines dem vierten Antrieb zugeordneten mechanisch nachgiebigen Elements zu kippen sein, das die Körperteilauflage in eine Grundstellung elastisch vorspannt.

[0015] Das Kippen der Körperteilauflage kann dadurch erfolgen, dass eine Steuerungsvorrichtung der Rehabilitationsvorrichtung den vierten Antrieb ansteuert.

[0016] Die automatisch angetriebene Bewegung der Körperteilauflage relativ zum Verbindungsstück kann an die automatisch angetriebene Höhenbewegung des Hubschlittens relativ zur Hubsäule gekoppelt sein, insbesondere an die automatisch angetriebene Höhenbewegung des Hubschlittens (4) und auch an die Schwenkbewegungen des Grundarms und des Vorderarms gekoppelt sein.

[0017] Eine Koppelung der Bewegung der Körperteilauflage relativ zum Verbindungsstück mit der Höhenbewegung des Hubschlittens bedeutet, dass die Höhenbewegung des Hubschlittens eine Eingangsgröße bildet zum Ansteuern der Kippbewegung der Körperteilauflage. Diese Kippbewegung der Körperteilauflage kann synchron zur Höhenbewegung des Hubschlittens erfolgen. Alternativ kann die Kippbewegung der Körperteilauflage auch asynchron zur Höhenbewegung des Hubschlittens erfolgen, aber in einer vorbestimmten anderen Abhängigkeit zur Höhenbewegung des Hubschlittens stehen.

[0018] Der erste Antrieb kann einen im Stativ oder in der Hubsäule angeordneten ersten Motor umfassen, der ausgebildet ist, den Hubschlitten motorisch angetrieben an der Hubsäule zu heben und/oder zu senken, und die Rehabilitationsvorrichtung kann dabei eine mechanische Kopplungseinrichtung aufweisen, die einen Teil des vierten Antriebs bildet und die ausgebildet ist, eine Antriebsbewegung des ersten Motors auf die Körperteilauflage zu übertragen, derart, dass bei einer Hubbewegung des Hubschlittens, angetrieben durch den ersten Motor, die Körperteilauflage eine zur Hubbewegung synchrone Kippbewegung ausführt.

[0019] Die mechanische Kopplungseinrichtung kann insbesondere ausgebildet sein eine Hubbewegung des Hubschlittens aufzunehmen und die Hubbewegung in eine Kippbewegung der Körperteilauflage umsetzen. Ein solches Umsetzen kann auch eine Übersetzung, realisiert beispielsweise durch ein Getriebe, beinhalten.

[0020] Der erste Antrieb kann einen im Stativ oder in der Hubsäule angeordneten ersten Motor umfassen, der ausgebildet ist, den Hubschlitten motorisch angetrieben an der Hubsäule zu heben und/oder zu senken, und der vierte Antrieb kann dabei einen vierten Motor aufweisen, der ausgebildet ist, seine Antriebsbewegung auf die Körperteilauflage zur Ausführung einer Kippbewegung der Körperteilauflage zu übertragen, wobei der vierte Motor mechanisch und/oder steuerungstechnisch mit dem ersten Motor gekoppelt ist, derart, dass bei einer Antriebsbewegung des ersten Motors, um den Hubschlitten relativ zur Hubsäule zu bewegen, eine gleichzeitig angesteuerte Bewegung des vierten Motors eine zur Hubbewegung synchrone Kippbewegung der Körperteilauflage bewirkt.

[0021] Eine steuerungstechnische Koppelung des vierten Motors mit dem ersten Motor kann beispielsweise über die Steuerungsvorrichtung der Rehabilitationsvorrichtung erfolgen, die auch die weiteren Antriebe der Rehabilitationsvorrichtung ansteuert.

[0022] In einer Weiterbildung kann eine steuerungstechnische Kopplung des vierten Motors statt allein in Abhängigkeit des ersten Motors zum Bewegen des Hubschlittens, auch in Abhängigkeit eines zweiten Motors zum Schwenken des Grundarms um eine erste Drehachse und eines dritten Motors zum Schwenken des Vorderarms um eine zweite Drehachse eingerichtet sein. Dadurch wird der vierte Motor nicht nur in Abhängigkeit der Höhenstellung des Hubschlittens, sondern auch in Abhängigkeit der Schwenklagen des Grundarms und des Vorderarms angesteuert. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Ebene der Armauflage beispielsweise stets durch die Schulter einer Person, die ihren zugehörigen Arm auf der Armauflage abgelegt hat, geht.

[0023] Die Körperteilauflage kann mittels eines weiteren Antriebs um eine horizontale vierte Drehachse schenkbare gelagert sein. Statt eines aktiven, motorischen Antriebs oder ergänzend zu einem aktiven, motorischen Antrieb kann die Körperteilauflage ein mechanisch nachgiebiges Element, wie beispielsweise eine Dreh- und/oder Elastomerefeder, aufweisen, welche die Körperteilauflage in eine Grundstellung elastisch vorspannt.

[0024] Die Rehabilitationsvorrichtung kann zur Bildung einer mechanischen Kopplung der Kippbewegung der Armauflage an die Höhenstellung des Hubschlittens in einer ersten Ausführungsvariante einen Seilzug aufweisen, der einen automatisch ansteuerbaren Motor und eine von dem Motor angetriebene Spindel aufweist, die ausgebildet ist, zum Aufwickeln eines Seils des Seilzugs, wenn der Motor die Spindel antreibt, wobei ein freies Ende des Seils mit der Körperteilauflage verbunden ist, und die Rehabilitationsvorrichtung eine Rückstellfeder aufweist, welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage in eine Grundstellung zu bewegen, wenn das Seil keine Zugkraft auf die Körperteilauflage ausübt. Alternativ oder ergänzend zu einem Seilzug kann auch wenigstens ein

Riemen, eine Kette oder ein sonstiges Koppelgetriebe zur Kopplung der Kippbewegung der Armauflage an die Höhenstellung des Hubschlittens vorgesehen sein.

[0025] Die Rehabilitationsvorrichtung kann in einer zweiten Ausführungsvariante einen Linearantrieb aufweisen, der ein linear bewegliches, automatisch ansteuerbares Stellglied aufweist, das mit der Körperteilauflage verbunden ist, wobei die Rehabilitationsvorrichtung auch eine Rückstellfeder aufweist, welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage in eine Grundstellung zu bewegen, wenn das Stellglied keine Zugkraft auf die Körperteilauflage ausübt.

[0026] Die Rehabilitationsvorrichtung kann in einer dritten Ausführungsvariante einen Drehantrieb aufweisen, der eine drehbare, automatisch ansteuerbare Welle aufweist, die mit der Körperteilauflage verbunden ist, wobei die Rehabilitationsvorrichtung auch eine Rückstellfeder aufweist, welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage in eine Grundstellung zu bewegen, wenn die Welle kein Drehmoment auf die Körperteilauflage ausübt.

[0027] Der zweite Antrieb kann generell einen zweiten Motor umfassen, der dritte Antrieb kann dabei einen dritten Motor umfassen, wobei der erste Motor, der zweite Motor und der dritte Motor durch eine gemeinsame Steuerungseinrichtung der Rehabilitationsvorrichtung in einer Nachgiebigkeitsregelung, insbesondere einer Impedanzregelung oder einer Admittanzregelung angesteuert sind.

[0028] Ein kraft- und/oder momentengeregelter Betrieb der Antriebe bzw. der Motoren, d.h. eine Nachgiebigkeitsregelung kann beispielsweise mittels Impedanzregelung oder Admittanzregelung erfolgen. Eine Admittanzregelung basiert auf einer vorhandenen Positionsregelung der Stellungen der Rehabilitationsvorrichtung auf Gelenkebene der Rehabilitationsvorrichtung. Hierbei werden die von außen auf die Rehabilitationsvorrichtung einwirkenden verallgemeinerten Kräfte gemessen. Ausgehend von diesen Kräften wird eine dem gewünschten dynamischen Verhalten entsprechende Bewegung der Rehabilitationsvorrichtung bestimmt, die über eine inverse Kinematik und die unterlagerte Positionsregelung an die Antriebe bzw. die Motoren kommandiert wird. Eine Impedanzregelung basiert im Gegensatz zu einer Admittanzregelung auf einer vorhandenen Drehmomentenregelung auf Gelenkebene. Es werden die Abweichung der tatsächlichen Ist-Lage von einer definierten Soll-Lage gemessen und entsprechend des gewünschten dynamischen Verhaltens eine gewünschte verallgemeinerte Kraft, bzw. Kräfte und Momente, bestimmt. Diese Kraft kann über die bekannte Kinematik der Rehabilitationsvorrichtung auf entsprechende Gelenkdrehmomente abgebildet werden. Die Drehmomente können schließlich über die unterlagerte Drehmomentenregelung eingestellt werden.

[0029] Bei der Rehabilitationsvorrichtung handelt es sich insbesondere um eine sogenannte serielle Kinematik, bei der die Glieder und die Gelenke der Rehabilita-

tionsvorrichtung abwechselnd seriell hintereinander angeordnet sind.

[0030] Der zweite Antrieb kann einen zweiten Motor umfassen, der dritte Antrieb kann dabei einen dritten Motor umfassen, wobei der zweite Motor und der dritte Motor durch eine gemeinsame Steuerungseinrichtung der Rehabilitationsvorrichtung in einer Nachgiebigkeitsregelung, insbesondere Impedanzregelung oder einer Admittanzregelung, angesteuert sind und der erste Motor durch die Steuerungseinrichtung positionsgesteuert angesteuert ist.

[0031] Die Rehabilitationsvorrichtung kann eine Anschlagsvorrichtung aufweisen, die ausgebildet ist, sowohl einen maximalen Schwenkwinkel des Grundarms um die erste, vertikal Drehachse zu begrenzen, als auch einen maximalen Schwenkwinkel des Vorderarms um die zweite, vertikal Drehachse zu begrenzen und zwar sowohl bezüglich des Grundarms als auch bezüglich des Hubschlittens.

[0032] Wie bereits beschrieben, kann es vorgesehen sein, dass der Vorderarm über mechanische oder steuerungstechnische Koppelungen mit dem Hubschlitten gekoppelt ist. Beispielsweise kann der Vorderarm mittels Parallelogrammlenkern und/oder Riemen mit dem Hubschlitten gekoppelt sein. Eine Bewegungsbegrenzung mittels einer Anschlagsvorrichtung kann somit vorzugsweise über die mechanische oder steuerungstechnische Koppelung realisiert werden. Damit können beispielsweise drei Begrenzungen in einem Teilsystem mit zwei Freiheitsgraden der Rehabilitationsvorrichtung realisiert werden.

[0033] Der Vorderarm kann generell mittels eines zweiten Gelenks um die zweite Drehachse schwenkbar an dem Grundarm gelagert sein, wobei das zweite Gelenk ausgebildet ist, den Vorderarm in allen Schwenklagen des Vorderarms oberhalb des Grundarms zu lagern, sowie das Verbindungsstück mittels eines dritten Gelenks um die dritte Drehachse schwenkbar an dem Vorderarm gelagert ist, wobei das dritte Gelenk ausgebildet ist, das Verbindungsstück in allen Schwenklagen des Verbindungsstücks oberhalb des Vorderarms zu lagern, und die Körperteilauflage mittels eines vierten Gelenks um die vierte Drehachse kippbar an dem Verbindungsstück gelagert ist, wobei das vierte Gelenk ausgebildet ist, die Körperteilauflage in allen Schwenklagen der Körperteilauflage oberhalb des Vorderarms zu lagern.

[0034] Ein distaler Endabschnitt des Grundarms und/oder ein proximaler Endabschnitt des Vorderarms, an dem die zweite Drehachse angeordnet ist, kann gekröpft ausgebildet sein, derart, dass in einer übereinander angeordneten relativen Position von Grundarm und Vorderarm übereinander, ein als Klemmschutz wirkender Spaltraum zwischen Grundarm und Vorderarm gebildet wird.

[0035] Ein ergänzender zusätzlicher Klemmschutz kann dadurch erreicht bzw. verbessert werden, dass die in einer Überlagerungsstellung von Grundarm und Vorderarm aufeinander zuweisenden Oberflächen von

Grundarm und Vorderarm jeweils mit einer elastischen Schicht belegt sind.

[0036] Der Vorderarm ist ergänzend zweiteilig mit einem ersten, proximalen Vorderarmteil und einem zweiten, distalen Vorderarmteil ausgebildet, wobei der zweite, distale Vorderarmteil an dem ersten, proximalen Vorderarmteil lösbar und derart umsteckbar gelagert ist, dass der zweite, distale Vorderarmteil wahlweise in einer ersten Orientierung an dem ersten, proximalen Vorderarmteil starr zu befestigen ist oder in einer zweiten Orientierung an dem ersten, proximalen Vorderarmteil starr zu befestigen ist, die von der ersten Orientierung abweicht, insbesondere gegenüber der ersten Orientierung um 180 Grad gedreht ist.

[0037] Ein Umstecken des zweiten, distalen Vorderarmteil an dem ersten, proximalen Vorderarmteil kann durch eine Schnapp- /Rastverbindung erfolgen, welche in einem verrasteten Zustand das zweite, distale Vorderarmteil formschlüssig und starr mit dem ersten, proximalen Vorderarmteil verbindet und in einem entriegelten Zustand der zweite, distale Vorderarmteil von dem ersten, proximalen Vorderarmteil manuell entfernt und in einer anderen Orientierung wieder aufgesteckt werden kann.

[0038] In allen Ausführungsformen kann auch die Körperteilaufgabe von dem Zwischenstück abnehmbar an dem Zwischenstück gelagert sein. Dazu kann das die Körperteilaufgabe mit dem Zwischenstück verbindende Gelenk lösbar ausgebildet sein.

[0039] In allen Ausführungsformen kann die Körperteilaufgabe wahlweise als eine Armaufgabe, als eine Handaufgabe oder als eine Beinaufgabe ausgebildet sein.

[0040] Im Folgenden wird die Erfindung, gegebenenfalls auch mit anderen Worten ausgedrückt, nochmals zusammenfassend dargestellt.

[0041] Das Ziel der Erfindung ist es, ein neuartiges Robotersystem für Rehabilitationsanwendungen vorzustellen, welches leistungsfähig, sensitiv und zugleich sicher aufgebaut ist. Dabei soll dieses Robotersystem signifikant kostengünstiger ausgeführt sein, als vergleichbare bekannte Lösungen, so dass ein Einsatz nicht nur für gewerbliche Anwender, sondern auch bis in den privaten Bereich hinein wirtschaftlich möglich ist.

[0042] Die Grundidee dieser Erfindung ist eine neuartige zielführende Kombination einer Sonderkinematik mit spezieller Antriebsverteilung und Aufbau, Gewichtskraftunterstützung und individuell anpassbaren Bewegungsbereichen.

[0043] In einer vorteilhaften Ausprägungsform ist der Reha-Arm in fünf Freiheitsgraden beweglich aufgebaut, wobei der Endeffektor die Verbindung zum Patientenarm insbesondere einem Unterarm oder einer Hand einer Person darstellt und in alle drei translatorischen und in zwei rotatorischen Freiheitsgraden beweglich ist. Die zwei rotatorischen Freiheitsgrade beschreiben dabei eine Drehung bspw. des Unterarms um eine raumfestorientierte vertikale Achse und eine mitbewegte horizontale Achse, die immer senkrecht zur Längsrichtung des

Unterarmes steht. Eine freie oder geführte Drehung des Unterarmes um seine Längsachse wird in dieser Ausprägungsvariante durch eine Fixierung des Unterarms in einer, mit dem Roboter verbundenen Schalenaufgabe unterbunden. Eine fixierte Lage des Unterarms bzw. auch der Hand ist vorab frei wählbar und soll einer möglichst ergonomischen Haltung entsprechen, die für die entsprechende Therapie zweckmäßig ist.

[0044] Die fünf Freiheitsgrade der hier speziell beschriebenen Ausprägungsvariante des Reha-Armes werden durch fünf seriell angeordnete Gelenke erreicht.

[0045] Das erste Gelenk ist raumfest und beschreibt eine vertikale Translation. Es wird durch eine Bewegungsvorgabe der Steuerung aktuiert angesteuert.

[0046] Das zweite Gelenk wird durch eine Drehachse gebildet, welche eine aktuiert gesteuerte rotatorische Bewegung um die Vertikalachse beschreibt.

[0047] Das dritte Gelenk wird ebenfalls durch eine Drehachse gebildet. Diese steht im Wesentlichen parallel zur Drehachse des zweiten Gelenks und ist zu diesem beabstandet angeordnet. Sie beschreibt auch eine aktuiert gesteuerte rotatorische Bewegung um eine Vertikalachse.

[0048] Das vierte Gelenk wird ebenfalls durch eine Drehachse gebildet. Auch diese steht im Wesentlichen parallel zum zweiten Gelenk und drittem Gelenk und ist zu diesen beabstandet angeordnet. Sie beschreibt auch rotatorische Bewegung um die Vertikalachse, ist jedoch passiv, d.h. ohne Antrieb ausgeführt. Sie wird durch die Stellung des Patientenarmes zwangsgeführt bzw. vorgegeben.

[0049] Das fünfte Gelenk wird ebenfalls durch eine Drehachse gebildet und ist eher eine Kippachse. Diese steht im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse des vierten Gelenks und ist horizontal orientiert. Die Bewegung der Achse kann steuerungstechnisch oder mechanisch gekoppelt vorgegeben werden, und insbesondere passiv frei oder passiv federunterstützt ausgeführt sein.

[0050] Der hier beschriebene Aufbau unterscheidet sich grundlegend von bekannten Ausführungen anderer Reha-Arme oder SCARA-Roboter, da hier ein serieller Gelenkaufbau offenbart wird, der sowohl aktive als auch wenigstens ein passives Gelenk beinhaltet und dementsprechend kinematisch bzw. antriebstechnisch unterbestimmt ist.

[0051] Zudem ist neuartig, dass sich das wenigstens eine passive Gelenk innerhalb der kinematischen Kette befindet, also nicht am distalen oder proximalen Ende der kinematischen Kette.

[0052] Der Reha-Roboter d.h. die Rehabilitationsvorrichtung kann unter anderem auch im Impedanzmodus geregelt werden. Dies betrifft hauptsächlich die Grundgelenke zum Bewegen des Hubschlittens, des Grundarmes und des Vorderarmes, welche die Position und die Kräfte auf den Patientenarm im Raum vorgeben. Das Kippgelenk ist in der Grundaufgabe einfacher ausgeführt und rein positionsgeregelt. Durch das Kippgelenk wird die Neigung der Armaufgabe bestimmt, die den

Patienten unterstützen und führen soll, damit dieser keine unzulässigen Ausgleichs- oder Kompensationsbewegungen bspw. mit dem Unterarm ausführen kann. Dabei wird die Armauflage bei Handpositionen oberhalb der Schulter so nach unten und bei Handpositionen unterhalb der Schulter so nach oben geneigt, dass eine Ebene stets durch die Schulter des Patienten geht. Diese Ebene wird dabei von dem Kippgelenk und der Längsausprägung der Armauflage aufgespannt und findet ihren Ursprung im TCP, d.h. in der Patientenhand. Neben der Höhe der Hand ist auch die horizontale Entfernung der Hand zur Schulter für die Neigung entscheidend.

[0053] Die Neigung kann dabei im Kippgelenk entweder mechanisch gekoppelt oder gesteuert angetrieben vorgegeben werden.

[0054] Bei der mechanischen Kopplung kann die Stellung und damit die Bewegung des Hubschlittens in Höhenrichtung aufgegriffen, gewandelt und auf Kippgelenk übertragen werden. Dies kann beispielsweise über einen Zugmittelaufbau insbesondere ein beidseitig ortsfestes Seil in der Linearachse erfolgen, welches bei Bewegung des Hubschlittens eine auf dem Schlitten montierte Seilrolle antreibt. Diese schnelle Drehbewegung kann über ein einfaches Getriebe entsprechend der Übersetzung reduziert werden und abtriebsseitig eine weitere Rolle oder einen Hebel antreiben, welche/welcher beispielsweise ein weiteres Zugmittel insbesondere einen Bowdenzug betätigt. Dieser Bowdenzug wird über die Gelenke nach vorne geführt und überträgt die Bewegung mittels Hebel oder Seilrolle direkt auf das Kippgelenk. Hierbei kann die Rückstellung der Neigung entweder aktiv, durch einen doppelten Aufbau für beide Bewegungsrichtungen oder passiv erfolgen, indem die Gravitation oder eine Feder die Armauflage immer in eine Richtung zieht und damit das Antriebsseil des Bowdenzuges auf Spannung hält.

[0055] Da sich die Schulter der Person je nach Patientengröße auf einer anderen Höhe befindet, gibt es eine Vorrichtung, welche die Anpassung der Neigungsnullage zulässt. Dies kann entweder über eine Verstellung im Bowdenzug oder über ein Re-Justieren einer der beiden Seilrollen am Getriebe erfolgen. Nachteilig ist bei dieser Ausprägungsform jedoch, dass durch die Neigung nur die Höhe der Hand, nicht jedoch die Entfernung zur Schulter vorgegeben wird.

[0056] Als vorteilhafte Variante ist auch eine Antriebintegration in das Kippgelenk möglich. Hierzu kann ein Antrieb das Kippgelenk entweder als Getriebemotor direkt oder mit Federunterstützung antreiben, als Schubkurbelkinematik inklusive einem Stellzylinder ausgeführt sein oder einseitig über einen Seilzug mit Rolle wirken. Letzteres kann realisiert werden, indem beispielsweise ein Antrieb mit antreibender Seilrolle im Vorderarm platziert ist und ein Seil durch die dritte Drehachse geführt ist, welches über einen Hebelarm an der Armauflage angreift. Dabei wird die Armauflage über eine Feder stets entgegengesetzt nach unten gedrückt. Das Seil zieht dabei die Auflage gegen die Gewichtskraft des Patientenarms so nach oben, dass eine korrekte Neigung eingestellt wird. Ein solcher einseitig wirkender Aufbau ist nicht nur kostengünstig, sondern hat auch Vorteile hinsichtlich eines sicheren Betriebs, da die Auflage nach oben hin durch den Patienten frei bewegt werden kann oder im Kollisionsfall von unten einfach wegklappen kann.

[0057] Die Neigung der Auflage dient dabei rein einer ergonomischen Unterstützung des Unterarmes, um den Patienten zu entlasten und ihm durch Führung zu einer korrekten Ausführung der Bewegung zu verhelfen. Daher kann ergänzend zum beschriebenen Aufbau eine gezielte Nachgiebigkeit im Antriebsstrang des Kippgelenks oder nachgeschaltet integriert in der Auflage, vorteilhaft zu einem natürlichen Bewegungsverhalten beitragen.

[0058] Der Hubschlitten und der Grundarm dienen der Hauptbewegung in der Ebene und werden beispielsweise über Schrittmotoren mit niedrig übersetzendem Riemtrieb, beispielsweise von unter 1: 10, insbesondere von 1:5, angetrieben. Dies führt zu einem sehr direkten Regelungsverhalten, bei dem der Antrieb nahezu verlustfrei und direkt mit äußeren Momenten belastet wird.

[0059] Ein zuvor ermitteltes statisches und dynamisches Modell des Motors bezüglich seines Drehmomentenverlaufs, das zumindest Motorströme und Ankerposition bzw. Polradwinkel miteinbezieht, kann zur Schätzung des motorseitig wirkenden Drehmoments in jedem Gelenk herangezogen werden. Auch Störeinflüsse wie Rastmomente, Temperatur, Einflüsse des Riemens und Reibung etc. können modelliert werden. Diese gemessenen Gelenkmomente können zur Berechnung der wirkenden Eingangskraft an der Armauflage in die Dynamikgleichungen des Roboters eingesetzt werden. Die Berechnung dieser externen Kräfte kann beispielsweise nach dem Newton-Euler-Verfahren erfolgen.

[0060] Weitere kraftmessende Sensoren sind in diesem Ausführungsbeispiel für die ebene Bewegung nicht generell notwendig. Neben diesen Kräften kann auch die Vertikalkraft für Therapiezwecke und als Bewegungsinput genutzt bzw. analysiert und ausgewertet werden. Hierzu kann analog zu den Bewegungen des Hubschlittens und des Grundarms ebenfalls der Motorstrom und die Ankerposition herangezogen werden. Alternativ oder ergänzend kann zudem ein einfacher eindimensional messender Kraftsensor distal im Bereich der Armauflage integriert werden, um die Messgenauigkeiten in dieser Richtung durch kürzere Kraftwege zu verbessern. Dieser Sensor kann beispielsweise so im Gelenk zwischen Vorderarm und Verbindungsstück eingebaut werden, dass die gesamte axiale Lagerkraft, d.h. insbesondere Zug und Druck, über den Sensor geleitet wird. Kann durch den Sensor nur eine Druckkraft gemessen werden, ist die Messstelle entsprechend federbasiert vorzuspannen.

[0061] Ein weiteres wichtiges Merkmal des Reha-Roboters d.h. der Rehabilitationsvorrichtung dieser Erfindung betrifft den Antriebsstrang für Gelenk zwischen Grundarm und Vorderarm. Hier kann der Antrieb insbesondere

tenarms so nach oben, dass eine korrekte Neigung eingestellt wird. Ein solcher einseitig wirkender Aufbau ist nicht nur kostengünstig, sondern hat auch Vorteile hinsichtlich eines sicheren Betriebs, da die Auflage nach oben hin durch den Patienten frei bewegt werden kann oder im Kollisionsfall von unten einfach wegklappen kann.

sondere im Hubschlitten gelagert sein. Eine erste Riemenstufe kann vorgesehen sein, diese übersetzt die Antriebsbewegung, insbesondere unter 1:10 oder 1:5, auf eine Riemenscheibe, die koaxial zu ersten Drehachse zwischen Hubschlitten und Grundarm liegt. Ein weiterer Riemen mit 1:1 Übersetzung überträgt die Drehbewegung auf das Gelenk zwischen Grundarm und Vorderarm. Dies hat diverse Vorteile gegenüber einem direkten Antrieb und einer Abstützung des Antriebsmomentes über den Grundarm. Zum einen bildet der Riemen kinematisch gesehen eine geschlossene Teilkette, wodurch das Antriebsmoment auf den Schwenkantrieb zwischen Hubschlitten und Grundarm deutlich verringert und die Genauigkeit des Arms erhöht wird. Zu anderen werden schwere Komponenten wie Antriebe in proximale Richtung verschoben wodurch die bewegte Masse reduziert wird. Dies hat ebenfalls positiven Einfluss auf Antriebsleistung und Sicherheitsaspekte. Darüber hinaus kann mit einem solchen Aufbau ein zielführendes Konzept von gezielt gesetzten Bewegungsraumgrenzen umgesetzt werden. Dies ist möglich da mit dem beschriebenen Riemenaufbau folgende Bewegungsgrenzen als feste aber verstellbare Anschläge gesetzt werden können. Die Bewegungsgrenzen können den Grundarm relativ zum Hubschlitten eingrenzen, den Vorderarm relativ zum Grundarm eingrenzen und gleichzeitig sogar auch den Vorderarm relativ zum Hubschlitten eingrenzen.

[0062] Da der Hubschlitten nur einen translatorischen Freiheitsgrad besitzt und der Grundarm und der Vorderarm durch Drehgelenke bewegt sind, kann auch gesagt werden, dass für den Grundarm die absolute Bewegung beschränkt werden kann und für den Vorderarm sowohl die relative als auch zusätzlich die absolute Bewegung beschränkt werden kann. Dadurch können nicht nur die Bewegungsbereiche des Tool-Center-Points (TCP) also der Patientenhand sehr gezielt eingeschränkt werden, sondern auch die der Roboterglieder. Dies hält den Roboter vom Patienten fern und verhindert ungewollte Kollisionen. Je nach Therapiekonfiguration links oder rechts, je nach den Therapiebewegungsbereich, der Patientengröße und/oder der Patientenposition zum Roboter d.h. zur Rehabilitationsvorrichtung können diese Achslimits einfach verstellt werden.

[0063] Sollte es dennoch zu einem unerwünschten Zusammenstoß des Roboters mit dem Patienten, einer anderen Person oder einem Gegenstand kommen, greifen eine Reihe von sehr kostengünstigen Sicherheitsfunktionen und/oder Sicherheitseigenschaften.

[0064] Die im Roboter verbaute Antriebsleistung ist sehr gering, sodass der Roboter dem Menschen kräftemäßig gar keinen Schaden zufügen kann. Möglich ist dies, da die Hauptantriebe auf Grund ihrer vertikal ausgerichteten Drehachsen keinen Gravitationseinfluss besitzen, sodass hier nur Prozesskräfte d.h. Therapiekräfte wirken, sowie nur im geringen Maße Trägheits- und Reibungskräfte. Der Hubantrieb muss allerdings deutlich kräftiger ausgelegt werden, da sowohl hier Prozess-, Reib- und Trägheitskräfte als auch die Gewichtskraft

des Patientenarmes und des Roboters wirken. Letztere machen mit Abstand den größten Teil der Antriebslast aus, besitzen jedoch die Eigenschaft, dass sie nicht von der Roboterstellung abhängen und während der Therapie konstant bleiben. Ein Ausgleichsystem kann diese Gewichtskraft vollständig oder teilweise über einen Energiespeicher, insbesondere einen federbasierten Energiespeicher aufnehmen, sodass der Einsatz eines kleineren leistungsschwächeren Antriebs für die Hubsäule ermöglicht wird.

[0065] Durch die Schichtung und den Versatz benachbarter Glieder werden Scherstellen vermieden, Körperteile in Größe einer Hand können ohne Klemmungen zwischen zwei Roboterglieder gehalten werden.

[0066] Der Hubschlitten kann mit einer stabilen Gabelagerung ausgeführt sein. Die hierdurch entstehende kritische Klemmstelle zwischen dem Grundarm und dem Hubschlitten kann über eine Elastomerabdeckung abgesichert sein.

[0067] Alle beweglichen Roboterglieder, insbesondere der Grundarm und der Vorderarm, können mit einer vollständig oder zum Teil, insbesondere seitlich und/oder auf der Unterseite bzw. Oberseite mit einem nachgiebigen stoßabsorbierendem Material verkleidet sein.

[0068] Zudem kann der Roboterarm auf der Unterseite des Grundarmes und des Vorderarmes, sowie ggf. am Hubschlitten einen z.B. linienförmigen berührend oder berührungslosen Sensor insbesondere eine Schaltleiste aufweisen, die erkennt, dass beim Absenken des Gesamtarms dieser beispielsweise gegen den Patienten oder einen Gegenstand, wie beispielsweise einen Tisch gefahren ist. Durch entsprechende Steuerungsvorgaben kann darauf entsprechend sicherheitstechnisch reagiert werden.

[0069] Die spezielle zur Körperteilaufgabe (entspricht TCP) hin aufsteigende Schichtung der Glieder hat den Vorteil, dass sich keine Glieder direkt neben dem Kopf des Patienten befinden bzw. bewegen, was in psychologische Wirkung günstiger ist, und dass die Gesamthöhe der Hubsäule reduziert sein kann. So sind selbst bei hoher Handhaltung des Patienten, wie beispielsweise über Kopf, nur eine niedrigere obere Schlittenposition und damit eine niedrigere Hubsäule notwendig. Da der Gesamthub des Armes und damit des Schlitten gleich bleibt, verschiebt sich der Bewegungsbereich der Hubsäule um den Betrag der Schichtung in den unteren, konstruktiv unkritischen Bereich.

[0070] Eine kleinere Hubsäule hat nicht nur Vorteile in Design, dem Transport und den Kosten, sondern auch in der Stabilität. Um die Stabilität sicherstellen zu können, besitzt die Hubsäule im unteren Bereich beispielsweise mehrere Standfüße, die in einer Ausführungsvariante über abnehmbare Gewichte weiter stabilisiert werden kann. Diese abnehmbaren Gewichte können insbesondere als mit Wasser oder Sand befüllte Hohlkörper ausgeführt werden, die nach Transport entsprechend aufzufüllen sind. Sie werden mit den Standfüßen oder der Säule verbunden und erhöhen als Gegengewichte die

Stabilität des Aufbaus.

[0071] Damit der gesamte Roboter passiv mobil verschoben werden kann, sind die Standfüße beispielsweise so mit Rollen ausgeführt, dass diese am Zielort entweder blockiert werden oder die Basis abgesenkt werden kann.

[0072] Alternativ oder ergänzend kann auch die Sitzgelegenheit für den Patienten dazu genutzt werden, die Stabilität des Roboterstandfußes zu erhöhen, indem der Sitz, Stuhl oder Block auf einen Bereich der Standfüße gestellt oder beispielsweise durch eine Verrastung mit ihm mechanisch verbunden wird.

[0073] Der hier vorgestellte Aufbau des Reha-Arms bietet maximale Flexibilität und Vielfältigkeit bei der Therapie. So kann beispielsweise der Patient sowohl direkt neben dem Arm sitzen, als auch seitlich mit Abstand zu diesem oder mit Abstand frontal vor ihm Platz nehmen. Auch alle anderen Patientenpositionen sind möglich. Ebenso kann dieser Aufbau ohne Umbau, ggf. mit Ausnahme der Einstellung der Achsanschläge, sowohl für die Therapie des rechten Armes als auch des linken Armes genutzt werden.

[0074] Durch eine lösbare und drehbare Verbindung innerhalb des Vorderarms kann die Orientierung beispielsweise um 180° gedreht werden, so dass die Armauflage wahlweise nach unten zeigt oder nach oben zeigt. Hierdurch sind auch andere Übungen in einem anderen Bewegungsbereich möglich.

[0075] Des Weiteren ist die Armauflage beispielsweise als Baukasten modifizierbar und/oder anpassbar und kann je nach Ausführungsform auch weitere Beweglichkeiten oder Armunterstützungen enthalten.

[0076] Die Körperteilauflage kann in einer speziellen Ausführungsform zumindest zweiteilig ausgebildet sein mit wenigstens einer Armauflage und wenigstens einer Handauflage, wobei sowohl die Armauflage eine durch magnetische Haftkraft mit einer ersten Körperteil-Manschette magnetkraftschlüssig zusammenwirkende erste Kopplungseinrichtung aufweist, als auch die Handauflage eine durch magnetische Haftkraft mit einer zweiten Körperteil-Manschette magnetkraftschlüssig zusammenwirkende zweite Kopplungseinrichtung aufweist. Zur Erzielung einer festen Verbindung des Armes der Person mit der Körperteilauflage, d.h. zur Erzielung einer festen Verbindung der ersten Körperteil-Manschette mit der Armauflage und der zweiten Körperteil-Manschette mit der Handauflage kann die erste Körperteil-Manschette eine erste Gegenkopplungseinrichtung aufweisen und die zweite Körperteil-Manschette eine zweite Gegenkopplungseinrichtung aufweisen. Jeweils das Paar von erster Kopplungseinrichtung und erster Gegenkopplungseinrichtung bzw. das Paar von zweiter Kopplungseinrichtung und zweiter Gegenkopplungseinrichtung kann wenigstens eine Paarung eines Magneten mit einem ferromagnetischen Eisenstück oder eine Paarung von zwei gegenpolig zusammenwirkenden Magneten sein. Demgemäß können wahlweise erste Kopplungseinrichtung, die zweite Kopplungseinrichtung, die erste Gegen-

kopplungseinrichtung und/oder die zweite Gegenkopplungseinrichtung einen Magneten und/oder ein ferromagnetisches Eisenstück umfassen.

[0077] Diese technische Lösung einer Verbindung von Körperteil-Manschetten mit der Armauflage besteht somit insbesondere aus einer zweifachen magnetischen Kopplung des Unterarmes bzw. der Hand mit der Armauflage bzw. Handauflage. Hierzu legt sich der Patient je nach Therapie im Vorfeld der Übung ein oder zwei Bandagen, d.h. die Manschetten an Handgelenk und/oder Unterarm an. Diese Manschetten sind individuell gestaltet und verbleiben auch über die Übung hinaus beim Patienten. Die beiden Bandagen oder Manschetten beinhalten jeweils mindestens ein magnetisches Element d.h. Gegenkopplungseinrichtungen, welche mit einem Koppelpartner/Gegenstück (Metall oder ebenfalls Magnet), d.h. den Kopplungseinrichtungen auf der Armauflage und/oder Handauflage durch einfaches Annähern mittels Magnetkraft verbunden werden können.

[0078] Die Armauflage bzw. Handauflage kann so aufgebaut sein, dass sie einen Handgriff besitzt, welcher frei um eine zur Haupterstreckungsrichtung der Armauflage im Wesentlichen parallelen Achse drehbar ist. Dies ermöglicht ein individuelles Einstellen einer ergonomischen Handorientierung und Unterarmhaltung und erweitert die Freiheitsgrade des Reha-Arms auf sechs Freiheitsgrade. Der Handgriff kann neben der Magnetfläche auf der Handauflagefläche auch einen Sensor, wie beispielsweise eine einfache Fotodiode oder ein Taster zur Erkennung der aufliegenden Patientenhand, aufweisen. Wird die Hand vom Griff gelöst, hält die Rehabilitationsvorrichtung an. Beim Wiederaufliegen wird die Bewegung nach einer Quittierung, einem Signal oder einer definierten Zeitspanne wiederaufgenommen.

[0079] Des Weiteren kann die Armauflage eine Unterarmstütze aufweisen, die ebenso die Möglichkeit einer magnetischen Kopplung bietet. Sie kann dabei zwecks seitlicher Führung des Unterarms beispielsweise als eine halbrunde, offene Schale gestaltet sein. Hier ist eine einzelne Magnetpaarung ausreichend und schränkt die Beweglichkeit des Handgelenks nicht ein. Mit anderen Worten, egal welche Griffstellung (z.B. 0°, 45°, 90°) vom Patienten eingenommen wird, bleibt die Ausrichtung des Koppelpunktes Unterarm zu Unterarmstütze konstant, sodass alle Griffstellungen mit nur einem Unterarmkoppelpunkt erreicht werden können.

[0080] Die Magnetverbindungen können beispielsweise als plane Flächen der Koppelpartner (erste/zweite Kopplungseinrichtung, erste/zweite Gegenkopplungseinrichtung) ausgeführt sein und/oder gewisse Formelemente besitzen, die ineinandergreifen, um seitliche Kräfte besser aufnehmen zu können.

[0081] Als ergänzende Ausführungsform können die Bandagen auch Sensoren zur Messung und Überwachung der Vitalfunktionen beinhalten. Bei Kopplung mit der Armauflage werden diese über eine elektrische Schnittstelle mit Energie versorgt und senden Daten an eine Steuerungsvorrichtung der Rehabilitationsvor-

richtung, so dass gezielte auf die körperliche Verfassung des Patienten reagiert werden kann. Zudem können diese Messwerte der Vitalfunktion auch mit den Bewegungsdaten abgespeichert und einem Therapeuten zu Auswertung übermittelt werden.

[0082] Die Sensoren können auch mit Batterien ausgestattet sein, die über die Schnittstelle zur Armauflage geladen werden und auch noch nach der aktiven Therapie weitere Messwerte aufzeichnen.

[0083] Des Weiteren können die Bandagen d.h. die Manschetten beispielsweise auch ein NFC-Element, wie ein RFID-Tag beinhalten, auf dem alle wichtigen Patientendaten hinterlegt sind. Wird die Rehabilitationsvorrichtung von vielen Patienten benutzt, wie es beispielsweise in einem Reha-Zentrum der Fall ist, ist es ausreichend, wenn sich der Patient mit der Armauflage koppelt. Dabei werden alle relevanten Daten der individuellen Therapie auf die Steuerung übertragen, sodass das Training sofort beginnen kann.

[0084] Möchte sich der Patient von der Rehabilitationsvorrichtung entfernen oder diese loslassen muss er lediglich seinen Arm aus der Armauflage ziehen. Dies kann beispielsweise durch den Arm selber oder mit Zuhilfenahme des anderen Armes erfolgen. Dabei kann eine Bewegung gegen die Magnetkraft z.B. entlang der Normalenrichtung oder ein Verdrehen bzw. Abgleiten der Magnete ein einfaches Lösen bewirken.

[0085] Die gesamte Armauflage kann durch einfaches axiales Herausziehen getrennt und für andere Therapieanwendungen gewechselt werden.

[0086] Alternativ zu Magnetverbindungen können als Koppellemente auch mechanische Verrastungen, Klettverschlusselemente oder auf Unterdruck basierende Verbindungen, wie Saugnäpfe verwendet werden. Erfindungsgemäß wird in einer speziellen Ausführungsform allerdings die magnetische Kopplung bevorzugt.

[0087] Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das hier vorgestellte neuartige Robotersystem für Reha-Anwendungen trotz ausreichender Leistungsfähigkeit, insbesondere hinsichtlich einer Therapiekraft, sehr sicher und trotzdem extrem kostengünstig im Vergleich bekannten Lösungen aufgebaut werden kann und sich für eine Vielzahl an Reha-, Trainings- und Therapiemaßnahmen eignet.

[0088] Konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren näher erläutert. Konkrete Merkmale dieser exemplarischen Ausführungsbeispiele können unabhängig davon, in welchem konkreten Zusammenhang sie erwähnt sind, gegebenenfalls auch einzeln oder in weiteren Kombinationen betrachtet, allgemeine Merkmale der Erfindung darstellen.

[0089] Es zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Darstellung einer beispielhaften erfindungsgemäßen Rehabilitationsvorrichtung im Einsatz an einer Person,

Fig. 2

5

Fig. 3

Fig. 4

10

Fig. 5

15

Fig. 6

20

Fig. 7

25

Fig. 8

30

Fig. 9

35

Fig. 10

40

Fig. 11

45

Fig. 12

50

55

Fig. 12

eine perspektivische Darstellung einer beispielhaften erfindungsgemäßen Rehabilitationsvorrichtung in Alleinstellung,

eine Seitenansicht der Rehabilitationsvorrichtung gemäß Fig.2,

die Rehabilitationsvorrichtung gemäß Fig.2 mit einer schematischen Darstellung dreier unterschiedlicher Kippstellungen der Körperteilauflage,

eine schematische Darstellung eines beispielhaften Antriebs für die Kippstellungen der Körperteilauflage mit einem Seilzug und Spindel,

eine erste Ausführungsform eines Antriebs, mit einem Seilzug zur Ausführung der Kippbewegung der Körperteilauflage,

eine zweite Ausführungsform eines Antriebs, mit einem Linearantrieb zur Ausführung der Kippbewegung der Körperteilauflage,

eine dritte Ausführungsform eines Antriebs, mit einem Drehantrieb zur Ausführung der Kippbewegung der Körperteilauflage,

eine perspektivische Darstellung der Rehabilitationsvorrichtung gemäß Fig.1 in einer Konfiguration linksseitig einer Person,

eine perspektivische Darstellung der Rehabilitationsvorrichtung gemäß Fig.1 in einer Konfiguration rechtsseitig einer Person,

eine perspektivische Teilansicht des Vorderarms der Rehabilitationsvorrichtung in einer zweiteiligen Ausführung mit einem ersten, proximalen Vorderarmteil und einem zweiten, distalen Vorderarmteil, in einer nach oben weisenden Konfiguration der Körperteilauflage,

eine perspektivische Teilansicht des Vorderarms der Rehabilitationsvorrichtung in einer zweiteili-

gen Ausführung mit einem ersten, proximalen Vorderarmteil und einem zweiten, distalen Vorderarmteil, in einer nach unten weisenen Konfiguration der Körperteilauf-
5 lafuge, und

Fig. 13 bis Fig. 19 verschiedene zusätzliche Darstellungen einer weiterentwickelten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Rehabilitationsvorrichtung.

[0090] Die Fig. 1 zeigt eine beispielhafte Grundauf-
führungsform einer erfindungsgemäßen Rehabilitations-
vorrichtung 1. Die Rehabilitationsvorrichtung 1 weist auf
ein Stativ 2, eine an dem Stativ 2 befestigte Hubsäule 3,
einen an der Hubsäule 3 höhenverstellbar gelagerten
Hubschlitten 4, der mittels eines ersten Antriebs der
Rehabilitationsvorrichtung 1 automatisch höhenbeweg-
lich ist, einen an dem Hubschlitten 4 um eine erste,
vertikale Drehachse D1 schwenkbar gelagerten Grund-
darm 5, der mittels eines zweiten Antriebs der Rehabi-
litationsvorrichtung 1 automatisch angetrieben um die
erste, vertikale Drehachse D1 zu schwenken ist, einen
an dem Grundarm 5 um eine zweite, vertikale Drehachse
D2 schwenkbar gelagerten Vorderarm 6, der mittels ei-
nes dritten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung 1 au-
tomatisch angetrieben um die zweite, vertikale Drehach-
se D2 zu schwenken ist, ein an dem Vorderarm 6 um eine
dritte, vertikale Drehachse D3 unangetrieben frei dreh-
bar gelagertes Verbindungsstück 7, und eine an dem
Verbindungsstück 7 um eine vierte, horizontale Dreh-
achse D4 kippbar gelagerte Körperteilauf-
8.

[0091] Das Stativ 2 weist Standbeine 9 auf, im Falle
des vorliegenden Ausführungsbeispiels vier Standbeine
9 auf. An den Standbeinen 9 können wie dargestellt
Gewichte 10 angebracht sein, um die Stabilität, d.h.
die Standfestigkeit der Rehabilitationsvorrichtung 1 zu
erhöhen. Die Standbeine 9 können optional, wie in Fig. 2
dargestellt, mit Standfüßen 11 versehen sein. Statt
Standfüße 11 können auch Laufrollen vorgesehen sein,
die ein leichtes manuelles Verfahren der Rehabilitations-
vorrichtung 1 ermöglichen. Die Laufrollen können ge-
bremst ausgebildet sein.

[0092] IM Falle des vorliegenden Ausführungsbei-
spiels ist die Körperteilauf-8 als eine Unterarmauf-
lage ausgebildet, an der ein Unterarm einer Person 12
festgeschnallt ist.

[0093] Die Fig. 2 zeigt in einer etwas abgewandelten
Ausführungsform der Rehabilitationsvorrichtung 1 noch-
mals die Freiheitsgrade der Rehabilitationsvorrichtung 1.
Auch hier umfasst die Rehabilitationsvorrichtung 1 ein
Stativ 2, eine an dem Stativ 2 befestigte Hubsäule 3,
einen an der Hubsäule 3 höhenverstellbar gelagerten
Hubschlitten 4, der mittels eines ersten Antriebs der
Rehabilitationsvorrichtung 1 automatisch höhenbeweg-
lich ist, einen an dem Hubschlitten 4 um eine erste,

vertikale Drehachse D1 schwenkbar gelagerten Grund-
darm 5, der mittels eines zweiten Antriebs der Rehabi-
litationsvorrichtung 1 automatisch angetrieben um die
erste, vertikale Drehachse D1 zu schwenken ist, einen
an dem Grundarm 5 um eine zweite, vertikale Drehachse
D2 schwenkbar gelagerten Vorderarm 6, der mittels ei-
nes dritten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung 1 au-
tomatisch angetrieben um die zweite, vertikale Drehach-
se D2 zu schwenken ist, ein an dem Vorderarm 6 um eine
dritte, vertikale Drehachse D3 unangetrieben frei dreh-
bar gelagertes Verbindungsstück 7, und eine an dem
Verbindungsstück 7 um eine vierte, horizontale Dreh-
achse D4 kippbar gelagerte Körperteilauf-8

Wie insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich ist, ist der Vor-
derarm 6 mittels eines zweiten Gelenks G2 um die zweite
Drehachse D2 schwenkbar an dem Grundarm 5 gela-
gert, wobei das zweite Gelenk G2 ausgebildet ist, den
Vorderarm 6 in allen Schwenklagen des Vorderarms 6
oberhalb des Grundarms 5 zu lagern, wobei das Ver-
bindungsstück 7 mittels eines dritten Gelenks G3 um die
dritte Drehachse D3 schwenkbar an dem Vorderarm 6
gelagert ist, wobei das dritte Gelenk G3 ausgebildet ist,
das Verbindungsstück 7 in allen Schwenklagen des Ver-
bindungsstücks 7 oberhalb des Vorderarms 6 zu lagern,
dabei ist die Körperteilauf-8 mittels eines vierten
Gelenks G4 um die vierte Drehachse D4 kippbar (Pfeil
P1) an dem Verbindungsstück 7 gelagert, wobei das
vierte Gelenk G4 ausgebildet ist, die Körperteilauf-8
in allen Schwenklagen der Körperteilauf-8 oberhalb
des Vorderarms 6 zu lagern. Die drei möglichen grund-
legenden Schwenklagen der Körperteilauf-8 sind in
Fig. 4 aufgezeigt. In einer ersten grundlegenden
Schwenklage der Körperteilauf-8 kann die Körper-
teilauf-8 wie in Fig. 4 oben dargestellt ist, mit ihrer
Auflagefläche zum Vorderarms 6 hin abfallend orientiert
sein. In einer zweiten grundlegenden Schwenklage der
Körperteilauf-8 kann die Körperteilauf-8 wie in
Fig. 4 Mitte dargestellt ist, mit ihrer Auflagefläche hori-
zontal ausgerichtet sein. In einer dritten grundlegenden
Schwenklage der Körperteilauf-8 kann die Körper-
teilauf-8 wie in Fig. 4 unten dargestellt ist, mit ihrer
Auflagefläche vom Vorderarms 6 wegweisend, d.h. an-
steigend orientiert sein.

[0094] Die Fig.3 zeigt außerdem, wie ein distaler End-
abschnitt E1 des Grundarms 5 und/oder ein proximaler
Endabschnitt E2 des Vorderarms 6, an welchem Über-
gang die Endabschnitte E1 und E2 die zweite Drehachse
D2 angeordnet ist, gekröpft ausgebildet sind, derart,
dass in einen übereinander angeordneten relativen Po-
sition von Grundarm 5 und Vorderarm 6, wie in Fig. 3
dargestellt, ein als Klemmschutz wirkender Spaltraum S
zwischen Grundarm 5 und dem - gestrichelt dargestell-
ten, eingeklappten - Vorderarm 6 gebildet wird.

[0095] In Fig. 5 bis Fig. 8 ist jeweils dargestellt, wie die
Körperteilauf-8 mittels eines die Körperteilauf-8
mit dem Verbindungsstück 7 verbindenden Federkör-
pers 13 um die vierte, horizontale Drehachse D4 zu
kippen ist, wobei der Federkörper 13 die Körperteilauf-

lage 8 in eine vorgegebene Grundstellung, wie dargestellt, federelastisch rückstellbar an dem Verbindungsstück 7 lagert.

[0096] Die Körperteilauflage 8 kann dabei mittels eines vierten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung 1 automatisch angetrieben um die vierte, horizontale Drehachse D4 zu kippen sein.

[0097] Die automatisch angetriebene Bewegung der Körperteilauflage 8 relativ zum Verbindungsstück 7 kann an die automatisch angetriebene Höhenbewegung des Hubschlittens 4 relativ zur Hubsäule 3 gekoppelt sein.

[0098] Wie die Fig. 5 schematisch aufzeigt, kann der erste Antrieb einen im Stativ 2 oder in der Hubsäule 3 angeordneten ersten Motor M1 umfassen, der ausgebildet ist, den Hubschlitten 4 motorisch angetrieben an der Hubsäule 3 zu heben und/oder zu senken, wobei die Rehabilitationsvorrichtung 1 eine mechanische Kopplungseinrichtung 14 aufweisen kann, die einen Teil des vierten Antriebs bildet und die ausgebildet ist, eine Antriebsbewegung des ersten Motors M1 auf die Körperteilauflage 8 zu übertragen, derart, dass bei einer Hubbewegung (Pfeil P2) des Hubschlittens 4, angetrieben durch den ersten Motor M1, die Körperteilauflage 8 eine synchrone Kippbewegung (Pfeil P3) ausführt.

[0099] In einer gegenüber der Ausführungsform gemäß Fig. 5 abgewandelten Ausführungsform kann gemäß Fig. 6 bis Fig. 8 jeweils, der erste Antrieb einen im Stativ 2 oder in der Hubsäule 3 angeordneten ersten Motor umfassen, der ausgebildet ist, den Hubschlitten 4 motorisch angetrieben an der Hubsäule 3 zu heben und/oder zu senken, und ein vierter Antrieb kann dabei einen vierten Motor M4 aufweisen, der ausgebildet ist, seine Antriebsbewegung auf die Körperteilauflage 8 zur Ausführung einer Kippbewegung der Körperteilauflage 8 zu übertragen, wobei der vierte Motor M4 steuerungstechnisch mit dem ersten Motor gekoppelt ist, derart, dass bei einer Antriebsbewegung des ersten Motors, um den Hubschlitten 4 relativ zur Hubsäule 3 zu bewegen, eine gleichzeitig angesteuerte Bewegung des vierten Motors M4 eine zur Hubbewegung synchrone Kippbewegung der Körperteilauflage 8 bewirkt.

[0100] In der Ausführungsvariante gemäß Fig. 6 weist die Rehabilitationsvorrichtung 1 einen Seilzug 15 auf, der einen automatisch ansteuerbaren Motor M4 und eine von dem Motor M4 angetriebene Spindel 16 aufweist, die ausgebildet ist, zum Aufwickeln eines Seils 17 des Seilzugs 15, wenn der Motor M4 die Spindel 16 antreibt, wobei ein freies Ende des Seils 17 mit der Körperteilauflage 8 verbunden ist, und aufweisend eine Rückstellfeder 13, welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage 8 in eine Grundstellung zu bewegen, wenn das Seil 17 keine Zugkraft auf die Körperteilauflage 8 ausübt.

[0101] In der Ausführungsvariante gemäß Fig. 7 weist die Rehabilitationsvorrichtung 1 einen Linearantrieb 18 auf, der ein linear bewegliches, automatisch ansteuerbares Stellglied 19 aufweist, das mit der Körperteilauflage 8 verbunden ist, und aufweisend eine Rückstellfeder 13, welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage 8 in eine

Grundstellung zu bewegen, wenn das Stellglied 19 keine Zugkraft auf die Körperteilauflage 8 ausübt.

[0102] In der Ausführungsvariante gemäß Fig. 8 weist die Rehabilitationsvorrichtung 1 einen Drehantrieb 20 auf, der eine drehbare, automatisch ansteuerbare Welle aufweist, die mit der Körperteilauflage 8 verbunden ist, und aufweisend eine Rückstellfeder 13, welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage 8 in eine Grundstellung zu bewegen, wenn die Welle kein Drehmoment auf die Körperteilauflage 8 ausübt.

[0103] Die Fig. 9 zeigt die Rehabilitationsvorrichtung 1 gemäß Fig. 1 in einer Konfiguration linksseitig der Person 12.

[0104] Die Fig. 10 zeigt die Rehabilitationsvorrichtung 1 gemäß Fig. 1 in einer Konfiguration rechtsseitig der Person 12.

[0105] Die Fig. 11 und Fig. 12 zeigen, wie der Vorderarm 6 zweiteilig mit einem ersten, proximalen Vorderarmteil 6.1 und einem zweiten, distalen Vorderarmteil 6.2 ausgebildet ist, wobei der zweite, distale Vorderarmteil 6.2 an dem ersten, proximalen Vorderarmteil 6.1 lösbar und derart umsteckbar gelagert ist, dass der zweite, distale Vorderarmteil 6.2 wahlweise in einer ersten Orientierung, wie in Fig. 11 dargestellt, an dem ersten, proximalen Vorderarmteil 6.1 starr zu befestigen ist oder in einer zweiten Orientierung, wie in Fig. 12 dargestellt, an dem ersten, proximalen Vorderarmteil 6.1 starr zu befestigen ist, die von der ersten Orientierung abweicht, insbesondere gegenüber der ersten Orientierung um 180 Grad gedreht ist.

[0106] Die Fig. 16a und Fig. 16b veranschaulichen, wie die Körperteilauflage 8 zumindest zweiteilig ausgebildet ist mit wenigstens einer Armauflage 8.1 und wenigstens einer Handauflage 8.2, wobei sowohl die Armauflage 8.1 eine durch magnetische Haftkraft mit einer ersten Körperteil-Manschette 21 magnetkraftschlüssig zusammenwirkende erste Kopplungseinrichtung 23.1 aufweist, als auch die Handauflage 8.2 eine durch magnetische Haftkraft mit einer zweiten Körperteil-Manschette 22 magnetkraftschlüssig zusammenwirkende zweite Kopplungseinrichtung 23.2 aufweist. Zur Erzielung einer festen Verbindung des Armes der Person 12 mit der Körperteilauflage 8, d.h. zur Erzielung einer festen Verbindung der ersten Körperteil-Manschette 21 mit der Armauflage 8.1 und der zweiten Körperteil-Manschette 22 mit der Handauflage 8.2 kann, wie dargestellt, die erste Körperteil-Manschette 21 eine erste Gegenkopplungseinrichtung 24.1 aufweisen und die zweite Körperteil-Manschette 22 eine zweite Gegenkopplungseinrichtung 24.2 aufweisen. Jeweils das Paar von erster Kopplungseinrichtung 23.1 und erster Gegenkopplungseinrichtung 24.1 bzw. das Paar von zweiter Kopplungseinrichtung 23.2 und zweiter Gegenkopplungseinrichtung 24.2 kann wenigstens eine Paarung eines Magneten mit einem ferromagnetischen Eisenstück oder eine Paarung von zwei gegenpolig zusammenwirkenden Magneten sein. Demgemäß kann wahlweise erste Kopplungseinrichtung 23.1, die zweite Kopplungseinrichtung 23.2, die erste

Gegenkopplungseinrichtung 24.1 und/oder die zweite Gegenkopplungseinrichtung 24.2 einen Magneten und/oder ein ferromagnetisches Eisenstück umfassen.

Patentansprüche

1. Rehabilitationsvorrichtung, aufweisend ein Stativ (2), eine an dem Stativ (2) befestigte Hubsäule (3), einen an der Hubsäule (3) höhenverstellbar gelagerten Hubschlitten (4), der mittels eines ersten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung (1) automatisch höhenbeweglich ist, einen an dem Hubschlitten (4) um eine erste, vertikale Drehachse (D1) schwenkbar gelagerten Grundarm (5), der mittels eines zweiten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung (1) automatisch angetrieben um die erste, vertikale Drehachse (D1) zu schwenken ist, einen an dem Grundarm (5) um eine zweite, vertikale Drehachse (D2) schwenkbar gelagerten Vorderarm (6), der mittels eines dritten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung (1) automatisch angetrieben um die zweite, vertikale Drehachse (D2) zu schwenken ist, ein an dem Vorderarm (6) um eine dritte, vertikale Drehachse (D3) frei drehbar gelagertes Verbindungsstück (7), und eine an dem Verbindungsstück (7) um eine vierte, horizontale Drehachse (D4) kippbar gelagerte Körperteilauflage (8) **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorderarm (6) zweiteilig mit einem ersten, proximalen Vorderarmteil (6.1) und einem zweiten, distalen Vorderarmteil (6.2) ausgebildet ist, wobei der zweite, distale Vorderarmteil (6.2) an dem ersten, proximalen Vorderarmteil (6.1) lösbar und derart umsteckbar gelagert ist, dass der zweite, distale Vorderarmteil (6.2) wahlweise in einer ersten Orientierung an dem ersten, proximalen Vorderarmteil (6.1) starr zu befestigen ist oder in einer zweiten Orientierung an dem ersten, proximalen Vorderarmteil (6.1) starr zu befestigen ist, die von der ersten Orientierung abweicht, insbesondere gegenüber der ersten Orientierung um 180 Grad gedreht ist..
2. Rehabilitationsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Körperteilauflage (8) mittels eines die Körperteilauflage (8) mit dem Verbindungsstück (7) verbindenden Federkörpers (13) um die vierte, horizontale Drehachse (D4) zu kippen ist, wobei der Federkörper (13) die Körperteilauflage (8) in eine vorgegebene Grundstellung federelastisch rückstellbar an dem Verbindungsstück (7) lagert.
3. Rehabilitationsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Körperteilauflage (8) mittels eines vierten Antriebs der Rehabilitationsvorrichtung (1) automatisch angetrieben um die vierte, horizontale Drehachse (D4) zu kippen ist, insbe-

sondere mittels eines dem vierten Antrieb zugeordneten mechanisch nachgiebigen Elements zu kippen ist, das die Körperteilauflage (8) in eine Grundstellung elastisch vorspannt.

5

4. Rehabilitationsvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die automatisch angetriebene Bewegung der Körperteilauflage (8) relativ zum Verbindungsstück (7) an die automatisch angetriebene Höhenbewegung des Hubschlittens (4) relativ zur Hubsäule (3) gekoppelt ist, insbesondere an die automatisch angetriebene Höhenbewegung des Hubschlittens (4) und auch an die Schwenkbewegungen des Grundarms und des Vorderarms gekoppelt ist.

10

15

5. Rehabilitationsvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Antrieb einen im Stativ (2) oder in der Hubsäule (3) angeordneten ersten Motor (M1) umfasst, der ausgebildet ist, den Hubschlitten (4) motorisch angetrieben an der Hubsäule (3) zu heben und/oder zu senken, und die Rehabilitationsvorrichtung (1) eine mechanische Kopplungseinrichtung (14) aufweist, die einen Teil des vierten Antriebs bildet und die ausgebildet ist, eine Antriebsbewegung des ersten Motors (M1) auf die Körperteilauflage (8) zu übertragen, derart, dass bei einer Hubbewegung des Hubschlittens (4), angetrieben durch den ersten Motor (M1), die Körperteilauflage (8) eine zur Hubbewegung synchrone Kippbewegung ausführt.

20

25

30

6. Rehabilitationsvorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Antrieb einen im Stativ (2) oder in der Hubsäule (3) angeordneten ersten Motor (M1) umfasst, der ausgebildet ist, den Hubschlitten (4) motorisch angetrieben an der Hubsäule (3) zu heben und/oder zu senken, und der vierte Antrieb einen vierten Motor (M4) aufweist, der ausgebildet ist, seine Antriebsbewegung auf die Körperteilauflage (8) zur Ausführung einer Kippbewegung der Körperteilauflage (8) zu übertragen, wobei der vierte Motor (M4) mechanisch und/oder steuerungstechnisch mit dem ersten Motor (M1) gekoppelt ist, derart, dass bei einer Antriebsbewegung des ersten Motors (M1), um den Hubschlitten (4) relativ zur Hubsäule (3) zu bewegen, eine gleichzeitig angesteuerte Bewegung des vierten Motors (M4) eine zur Hubbewegung synchrone Kippbewegung der Körperteilauflage (8) bewirkt.

35

40

45

50

7. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, aufweisend einen Seilzug (15), der einen automatisch ansteuerbaren Motor und eine von dem Motor angetriebene Spindel (16) aufweist, die ausgebildet ist, zum Aufwickeln eines Seils (17) des Seilzugs (15), wenn der Motor die Spindel (16) antreibt, wobei ein freies Ende des Seils (17) mit der

55

- Körperteilauflage (8) verbunden ist, und aufweisend eine Rückstellfeder (13), welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage (8) in eine Grundstellung zu bewegen, wenn das Seil (17) keine Zugkraft auf die Körperteilauflage (8) ausübt.
8. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, aufweisend einen Linearantrieb (18), der ein linear bewegliches, automatisch ansteuerbares Stellglied (19) aufweist, das mit der Körperteilauflage (8) verbunden ist, und aufweisend eine Rückstellfeder (13), welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage (8) in eine Grundstellung zu bewegen, wenn das Stellglied (19) keine Zugkraft auf die Körperteilauflage (8) ausübt.
9. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, aufweisend einen Drehantrieb (20), der eine drehbare, automatisch ansteuerbare Welle aufweist, die mit der Körperteilauflage (8) verbunden ist, und aufweisend eine Rückstellfeder (13), welche ausgebildet ist, die Körperteilauflage (8) in eine Grundstellung zu bewegen, wenn die Welle kein Drehmoment auf die Körperteilauflage (8) ausübt.
10. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zweite Antrieb einen zweiten Motor umfasst, der dritte Antrieb einen dritten Motor umfasst und der zweite Motor und der dritte Motor durch eine gemeinsame Steuerungseinrichtung der Rehabilitationsvorrichtung (1) in einer Nachgiebigkeitsregelung, insbesondere einer Impedanzregelung oder einer Admittanzregelung angesteuert sind und der erste Motor durch die gemeinsame Steuerungseinrichtung der Rehabilitationsvorrichtung (1) positionsgesteuert oder in einer Nachgiebigkeitsregelung, insbesondere einer Impedanzregelung oder einer Admittanzregelung angesteuert ist.
11. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, aufweisend eine Anschlagvorrichtung, die ausgebildet ist, sowohl einen maximalen Schwenkwinkel des Grundarms (5) um die erste, vertikal Drehachse (D1) zu begrenzen, als auch einen maximalen Schwenkwinkel des Vorderarms (6) um die zweite, vertikal Drehachse (D2) zu begrenzen und zwar sowohl bezüglich des Grundarms (5) als auch bezüglich des Hubschlittens (4).
12. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vorderarm (6) mittels eines zweiten Gelenks (G2) um die zweite Drehachse (D2) schwenkbar an dem Grundarm (5) gelagert ist, wobei das zweite Gelenk (G2) ausgebildet ist, den Vorderarm (6) in allen Schwenklagen des Vorderarms (6) oberhalb des Grundarms (5) zu lagern, sowie das Verbindungsstück (7) mittels eines dritten Gelenks (G3) um die dritte Drehachse (D3) schwenkbar an dem Vorderarm (6) gelagert ist, wobei das dritte Gelenk (G3) ausgebildet ist, das Verbindungsstück (7) in allen Schwenklagen des Verbindungsstücks (7) oberhalb des Vorderarms (6) zu lagern, und die Körperteilauflage (8) mittels eines vierten Gelenks (G4) um die vierte Drehachse (D4) kippbar an dem Verbindungsstück (7) gelagert ist, wobei das vierte Gelenk (G4) ausgebildet ist, die Körperteilauflage (8) in allen Schwenklagen der Körperteilauflage (8) oberhalb des Vorderarms (6) zu lagern.
13. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein distaler Endabschnitt (E1) des Grundarms (5) und/oder ein proximaler Endabschnitt (E2) des Vorderarms (6), an dem die zweite Drehachse (D2) angeordnet ist, gekröpft ausgebildet ist, derart, dass in einer übereinander angeordneten relativen Position von Grundarm (5) und Vorderarm (6) übereinander, ein als Klemmschutz wirkender Spaltraum (S) zwischen Grundarm (5) und Vorderarm (6) gebildet wird.
14. Rehabilitationsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Körperteilauflage (8) zumindest zweiteilig ausgebildet ist mit wenigstens einer Armauflage (8.1) und wenigstens einer Handauflage (8.2), wobei sowohl die Armauflage (8.1) eine durch magnetische Haftkraft mit einer ersten Körperteil-Manschette (21) magnetkraftschlüssig zusammenwirkende erste Kopplungseinrichtung (23.1) aufweist, als auch die Handauflage (8.2) eine durch magnetische Haftkraft mit einer zweiten Körperteil-Manschette (22) magnetkraftschlüssig zusammenwirkende zweite Kopplungseinrichtung (23.2) aufweist.

Claims

1. Rehabilitation apparatus, having a stand (2), a lifting column (3) which is fastened to the stand (2), a lifting carriage (4) which is mounted in a vertically displaceable manner on the lifting column (3) and, by means of a first drive of the rehabilitation apparatus (1), is automatically vertically movable, a base arm (5) which is mounted on the lifting carriage (4) so as to be pivotable about a first, vertical axis of rotation (D1) and, by means of a second drive of the rehabilitation apparatus (1), can be pivoted about the first, vertical axis of rotation (D1) in an automatically driven manner, a front arm (6) which is mounted on the base arm (5) so as to be pivotable about a second, vertical axis of rotation (D2) and, by means of a third drive of the rehabilitation apparatus (1), can be pivoted about the second, vertical axis of rotation (D2)

- in an automatically driven manner, a connecting piece (7) which is mounted on the front arm (6) so as to be freely rotatable about a third, vertical axis of rotation (D3), and a body-part support (8) which is mounted on the connecting piece (7) so as to be tiltable about a fourth, horizontal axis of rotation (D4), **characterized in that** the front arm (6) is formed in two parts with a first, proximal front-arm part (6.1) and a second, distal front-arm part (6.2), wherein the second, distal front-arm part (6.2) is mounted on the first, proximal front-arm part (6.1) in a releasable manner and so as to be re-connectable in such a way that the second, distal front-arm part (6.2) can selectively be fixed rigidly with a first orientation to the first, proximal front-arm part (6.1) or fixed rigidly with a second orientation to the first, proximal front-arm part (6.1), said second orientation differing from the first orientation, in particular being rotated through 180 degrees in relation to the first orientation.
2. Rehabilitation apparatus according to Claim 1, **characterized in that** the body-part support (8) can be tilted about the fourth, horizontal axis of rotation (D4) by means of a spring body (13) which connects the body-part support (8) to the connecting piece (7), wherein the spring body (13) supports the body-part support (8) on the connecting piece (7) in a resiliently elastically restorable manner at a predefined basic position.
 3. Rehabilitation apparatus according to Claim 1, **characterized in that** the body-part support (8) can be tilted about the fourth, horizontal axis of rotation (D4) in an automatically driven manner by means of a fourth drive of the rehabilitation apparatus (1), in particular can be tilted by means of a mechanically compliant element associated with the fourth drive that elastically preloads the body-part support (8) into a basic position.
 4. Rehabilitation apparatus according to Claim 3, **characterized in that** the automatically driven movement of the body-part support (8) relative to the connecting piece (7) is coupled to the automatically driven vertical movement of the lifting carriage (4) relative to the lifting column (3), in particular to the automatically driven vertical movement of the lifting carriage (4) and also to the pivoting movements of the base arm and the front arm.
 5. Rehabilitation apparatus according to Claim 4, **characterized in that** the first drive comprises a first motor (M1) which is arranged in the stand (2) or in the lifting column (3) and which is configured to raise and/or lower the lifting carriage (4) on the lifting column (3) in a motor-driven manner, and the rehabilitation apparatus (1) has a mechanical coupling device (14) which forms a part of the fourth drive and which is configured to transmit a drive movement of the first motor (M1) to the body-part support (8) in such a way that, during a vertical movement of the lifting carriage (4), driven by the first motor (M1), the body-part support (8) performs a tilting movement that is synchronous with the vertical movement.
 6. Rehabilitation apparatus according to Claim 4, **characterized in that** the first drive comprises a first motor (M1) which is arranged in the stand (2) or in the lifting column (3) and which is configured to raise and/or lower the lifting carriage (4) on the lifting column (3) in a motor-driven manner, and the fourth drive has a fourth motor (M4) which is configured to transmit its drive movement to the body-part support (8) for execution of a tilting movement of the body-part support (8), wherein the fourth motor (M4) is coupled mechanically and/or in terms of control to the first motor (M1) in such a way that, during a drive movement of the first motor (M1), for moving the lifting carriage (4) relative to the lifting column (3), a simultaneously activated movement of the fourth motor (M4) gives rise to a tilting movement of the body-part support (8) that is synchronous with the vertical movement.
 7. Rehabilitation apparatus according to one of Claims 3 to 6, having a cable pull (15) which has an automatically activatable motor and has a spindle (16) driven by the motor, this being configured to wind a cable (17) of the cable pull (15) when the motor drives the spindle (16), wherein a free end of the cable (17) is connected to the body-part support (8), and having a restoring spring (13) which is configured to move the body-part support (8) into a basic position when the cable (17) does not exert a tensile force on the body-part support (8).
 8. Rehabilitation apparatus according to one of Claims 3 to 6, having a linear drive (18) which has a linearly movable, automatically activatable actuating member (19) which is connected to the body-part support (8), and having a restoring spring (13) which is configured to move the body-part support (8) into a basic position when the actuating member (19) does not exert a tensile force on the body-part support (8).
 9. Rehabilitation apparatus according to one of Claims 3 to 6, having a rotary drive (20) which has a rotatable, automatically activatable shaft which is connected to the body-part support (8), and having a restoring spring (13) which is configured to move the body-part support (8) into a basic position when the shaft does not exert a torque on the body-part support (8).
 10. Rehabilitation apparatus according to one of Claims

- 1 to 9, **characterized in that** the second drive comprises a second motor, the third drive comprises a third motor, and the second motor and the third motor are activated by a common control device of the rehabilitation apparatus (1) under compliance control, in particular impedance control or admittance control, and the first motor is activated by the common control device of the rehabilitation apparatus (1) in a position-controlled manner or under compliance control, in particular impedance control or admittance control.
11. Rehabilitation apparatus according to one of Claims 1 to 10, having a stop apparatus which is configured to limit both a maximum pivoting angle of the base arm (5) about the first, vertical axis of rotation (D1) and a maximum pivoting angle of the front arm (6) about the second, vertical axis of rotation (D2), specifically both in relation to the base arm (5) and in relation to the lifting carriage (4).
12. Rehabilitation apparatus according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** the front arm (6) is mounted on the base arm (5) so as to be pivotable about the second axis of rotation (D2) by means of a second joint (G2), wherein the second joint (G2) is configured to support the front arm (6) above the base arm (5) in all pivoting positions of the front arm (6), and the connecting piece (7) is mounted on the front arm (6) so as to be pivotable about the third axis of rotation (D3) by means of a third joint (G3), wherein the third joint (G3) is configured to support the connecting piece (7) above the front arm (6) in all pivoting positions of the connecting piece (7), and the body-part support (8) is mounted on the connecting piece (7) so as to be tiltable about the fourth axis of rotation (D4) by means of a fourth joint (G4), wherein the fourth joint (G4) is configured to support the body-part support (8) above the front arm (6) in all pivoting positions of the body-part support (8).
13. Rehabilitation apparatus according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** a distal end portion (E1) of the base arm (5) and/or a proximal end portion (E2) of the front arm (6), at which the second axis of rotation (D2) is positioned, are/is of cranked form in such a way that, in a relative position of the base arm (5) and the front arm (6) with one above the other, a gap space (S) acting as clamping protection is formed between the base arm (5) and the front arm (6).
14. Rehabilitation apparatus according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the body-part support (8) is formed in at least two parts with at least one arm support (8.1) and at least one hand support (8.2), wherein both the arm support (8.1) has a first coupling device (23.1) which interacts in a magnetic-

force-fitting manner with a first body-part sleeve (21) by way of a magnetic adhesion force and the hand support (8.2) has a second coupling device (23.2) which interacts in a magnetic-force-fitting manner with a second body-part sleeve (22) by way of a magnetic adhesion force.

Revendications

1. Dispositif de rééducation, présentant un pied (2), une colonne de levage (3) fixée au pied (2), un chariot de levage (4) monté de manière réglable en hauteur sur la colonne de levage (3), qui peut être déplacé en hauteur automatiquement au moyen d'un premier entraînement du dispositif de rééducation (1), un bras de base (5) monté sur le chariot de levage (4) de manière à pouvoir pivoter autour d'un premier axe de rotation vertical (D1), qui peut pivoter autour du premier axe de rotation vertical (D1) en étant entraîné automatiquement au moyen d'un deuxième entraînement du dispositif de rééducation (1), un bras avant (6) monté sur le bras de base (5) de manière à pouvoir pivoter autour d'un deuxième axe de rotation vertical (D2), qui peut pivoter autour du deuxième axe de rotation vertical (D2) en étant entraîné automatiquement au moyen d'un troisième entraînement du dispositif de rééducation (1), une pièce de liaison (7) montée sur le bras avant (6) de manière à pouvoir tourner librement autour d'un troisième axe de rotation vertical (D3), et un support de partie de corps (8) monté sur la pièce de liaison (7) de manière à pouvoir basculer autour d'un quatrième axe de rotation horizontal (D4), **caractérisé en ce que** le bras avant (6) est réalisé en deux parties avec une première partie de bras avant proximale (6.1) et une deuxième partie de bras avant distale (6.2), la deuxième partie de bras avant distale (6.2) étant montée de manière amovible et démontable sur la première partie de bras avant proximale (6.1) de telle sorte que la deuxième partie de bras avant distale (6.2) au choix peut être fixée de manière rigide dans une première orientation sur la première partie de bras avant proximale (6.1) ou peut être fixée de manière rigide dans une deuxième orientation sur la première partie de bras avant proximale (6.1), qui diffère de la première orientation, notamment qui est tournée de 180 degrés par rapport à la première orientation.
2. Dispositif de rééducation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le support de partie de corps (8) peut être basculé autour du quatrième axe de rotation horizontal (D4) au moyen d'un corps élastique (13) reliant le support de partie de corps (8) à la pièce de liaison (7), le corps élastique (13) montant le support de partie de corps (8) sur la pièce de liaison (7) de manière à pouvoir revenir élastiquement dans

une position de base prédéterminée.

3. Dispositif de rééducation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le support de partie de corps (8) peut être basculé autour du quatrième axe de rotation horizontal (D4) en étant entraîné automatiquement au moyen d'un quatrième entraînement du dispositif de rééducation (1), notamment peut être basculé au moyen d'un élément mécaniquement flexible associé au quatrième entraînement, qui pré-contraint élastiquement le support de partie de corps (8) dans une position de base.
4. Dispositif de rééducation selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** le mouvement entraîné automatiquement du support de partie du corps (8) par rapport à la pièce de liaison (7) est couplé au mouvement en hauteur entraîné automatiquement du chariot de levage (4) par rapport à la colonne de levage (3), notamment est couplé au mouvement en hauteur entraîné automatiquement du chariot de levage (4) et également aux mouvements de pivotement du bras de base et du bras avant.
5. Dispositif de rééducation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le premier entraînement comprend un premier moteur (M1) agencé dans le pied (2) ou dans la colonne de levage (3), qui est réalisé pour lever et/ou abaisser le chariot de levage (4) entraîné par un moteur sur la colonne de levage (3), et le dispositif de rééducation (1) présente un appareil de couplage mécanique (14), qui forme une partie du quatrième entraînement et qui est réalisé pour transmettre un mouvement d'entraînement du premier moteur (M1) au support de partie du corps (8) de telle sorte que, lors d'un mouvement de levage du chariot de levage (4), entraîné par le premier moteur (M1), le support de partie du corps (8) exécute un mouvement de basculement synchrone au mouvement de levage.
6. Dispositif de rééducation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le premier entraînement comprend un premier moteur (M1) agencé dans le pied (2) ou dans la colonne de levage (3), qui est réalisé pour lever et/ou abaisser le chariot de levage (4) entraîné par moteur sur la colonne de levage (3), et le quatrième entraînement présente un quatrième moteur (M4) qui est réalisé pour transmettre son mouvement d'entraînement au support de partie du corps (8) pour exécuter un mouvement de basculement du support de partie du corps (8), le quatrième moteur (M4) étant couplé mécaniquement et/ou par commande au premier moteur (M1) de telle sorte que, lors d'un mouvement d'entraînement du premier moteur (M1) pour déplacer le chariot de levage (4) par rapport à la colonne de levage (3), un mouvement commandé simultanément du qua-
- trième moteur (M4) provoque un mouvement de basculement du support de partie du corps (8) synchrone au mouvement de levage.
7. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, présentant une traction à câble (15) qui présente un moteur commandable automatiquement et une broche (16) entraînée par le moteur, qui est réalisée pour enrouler un câble (17) de la traction à câble (15) lorsque le moteur entraîne la broche (16), une extrémité libre du câble (17) étant reliée au support de partie de corps (8), et présentant un ressort de rappel (13) qui est réalisé pour déplacer le support de partie de corps (8) vers une position de base lorsque le câble (17) n'exerce pas de force de traction sur le support de partie de corps (8).
8. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, présentant un entraînement linéaire (18) qui présente un organe de réglage (19) mobile linéairement et commandable automatiquement, qui est relié au support de partie de corps (8), et présentant un ressort de rappel (13) qui est réalisé pour déplacer le support de partie de corps (8) vers une position de base lorsque l'organe de réglage (19) n'exerce pas de force de traction sur le support de partie de corps (8).
9. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, présentant un entraînement rotatif (20) qui présente un arbre rotatif commandable automatiquement, qui est relié au support de partie de corps (8), et présentant un ressort de rappel (13) réalisé pour déplacer le support de partie de corps (8) vers une position de base lorsque l'arbre n'exerce pas de couple sur le support de partie de corps (8).
10. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** le deuxième entraînement comprend un deuxième moteur, le troisième entraînement comprend un troisième moteur, et le deuxième moteur et le troisième moteur sont commandés par un appareil de commande commun du dispositif de rééducation (1) dans un réglage de flexibilité, notamment un réglage d'impédance ou un réglage d'admittance, et le premier moteur est commandé en position ou dans un réglage de flexibilité, notamment un réglage d'impédance ou un réglage d'admittance, par l'appareil de commande commun du dispositif de rééducation (1).
11. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, présentant un dispositif de butée réalisé pour limiter à la fois un angle de pivotement maximal du bras de base (5) autour du premier axe de rotation vertical (D1) et un angle de

pivotement maximal du bras avant (6) autour du deuxième axe de rotation vertical (D2), et ce à la fois par rapport au bras de base (5) et par rapport au chariot de levage (4).

- 5
12. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, **caractérisé en ce que** le bras avant (6) est monté sur le bras de base (5) de manière à pouvoir pivoter autour du deuxième axe de rotation (D2) au moyen d'une deuxième articulation (G2), la deuxième articulation (G2) étant réalisée pour monter le bras avant (6) au-dessus du bras de base (5) dans toutes les positions de pivotement du bras avant (6), et la pièce de liaison (7) est montée sur le bras avant (6) au moyen d'une troisième articulation (G3) de manière à pouvoir pivoter autour du troisième axe de rotation (D3), la troisième articulation (G3) étant réalisée pour monter la pièce de liaison (7) au-dessus du bras avant (6) dans toutes les positions de pivotement de la pièce de liaison (7), et le support de partie de corps (8) est monté sur la pièce de liaison (7) de manière à pouvoir basculer autour du quatrième axe de rotation (D4) au moyen d'une quatrième articulation (G4), la quatrième articulation (G4) étant réalisée pour monter le support de partie de corps (8) au-dessus du bras avant (6) dans toutes les positions de pivotement du support de partie de corps (8).
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
13. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce qu'**une section d'extrémité distale (E1) du bras de base (5) et/ou une section d'extrémité proximale (E2) du bras avant (6), sur laquelle est agencé le deuxième axe de rotation (D2), est réalisée coudée de telle sorte que, dans une position relative superposée du bras de base (5) et du bras avant (6) l'un au-dessus de l'autre, un espace (S) faisant office de protection contre le coincement est formé entre le bras de base (5) et le bras avant (6).
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
14. Dispositif de rééducation selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, **caractérisé en ce que** le support de partie de corps (8) est réalisé au moins en deux parties avec au moins un support de bras (8.1) et au moins un support de main (8.2), le support de bras (8.1) présentant un premier appareil de couplage (23.1) coopérant par force magnétique avec une première manchette de partie du corps (21) par force d'adhérence magnétique, et le support de main (8.2) présentant également un deuxième appareil de couplage (23.2) coopérant par force magnétique avec une deuxième manchette de partie de corps (22) par force d'adhérence magnétique.

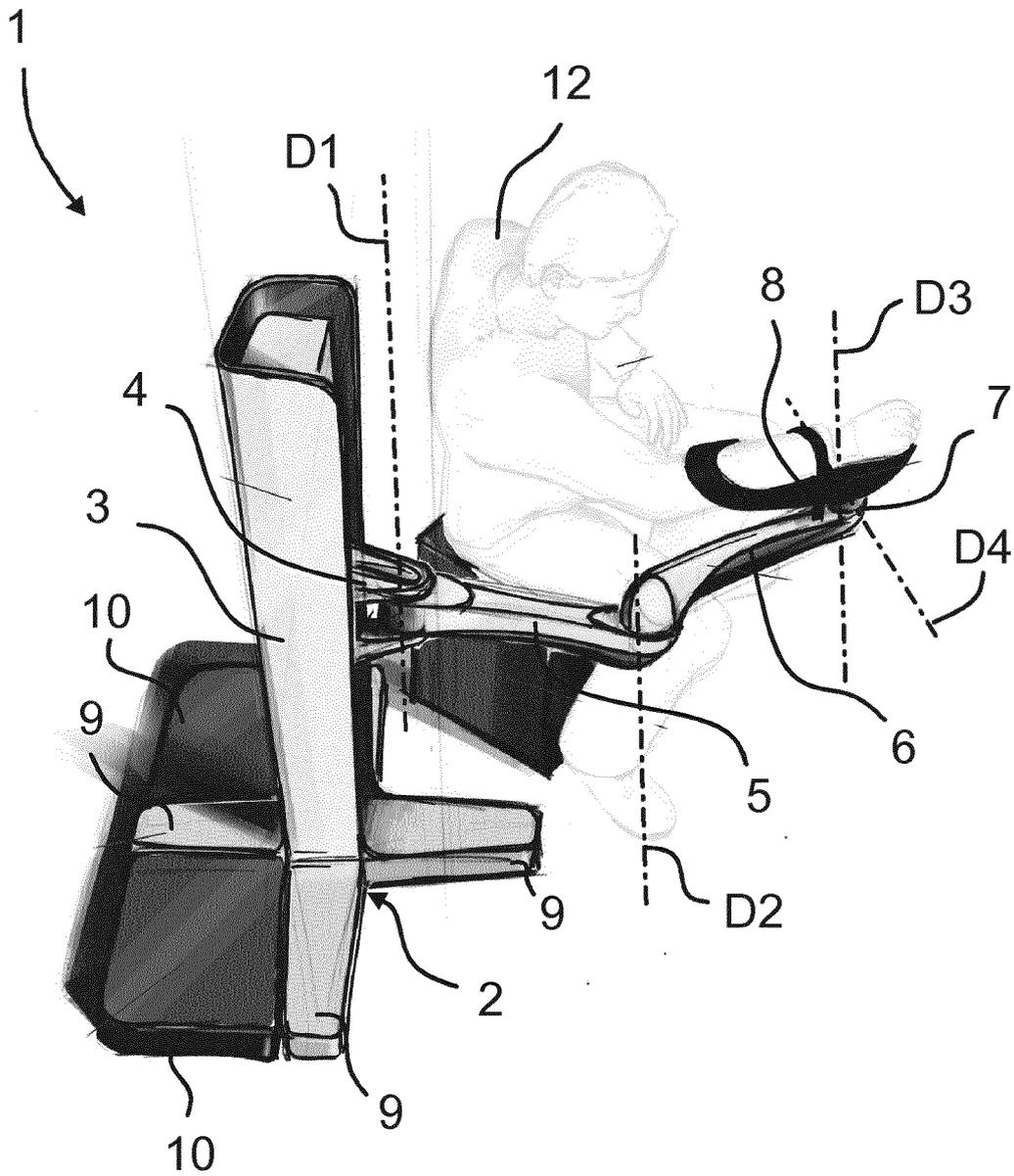


Fig. 1

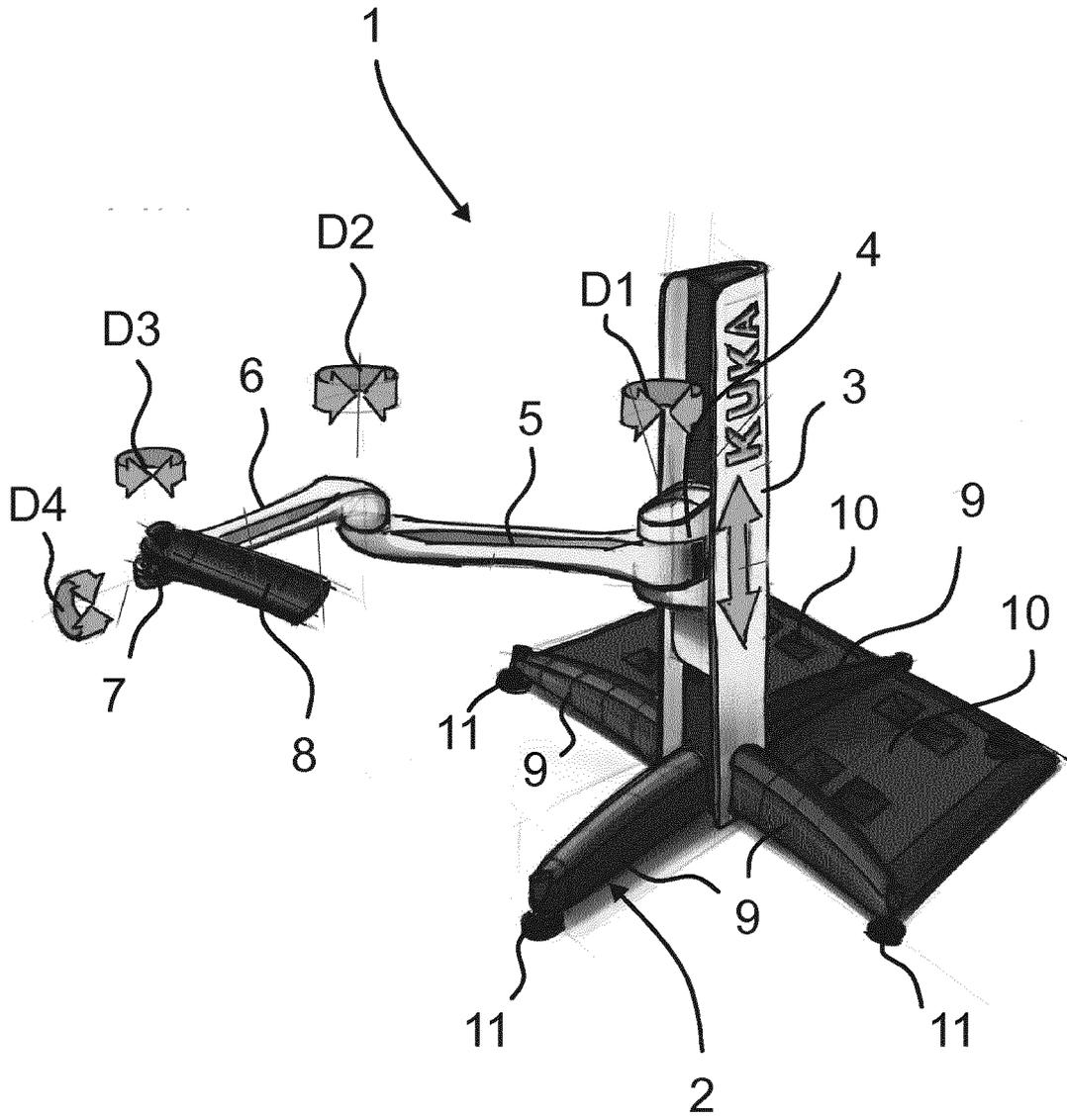


Fig. 2

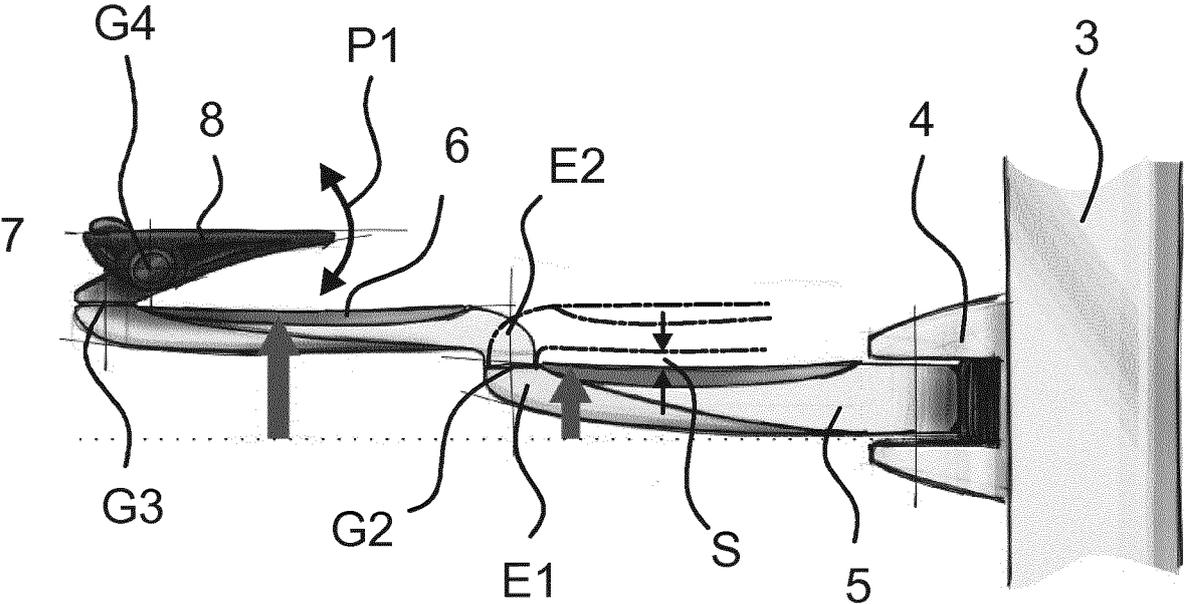


Fig. 3

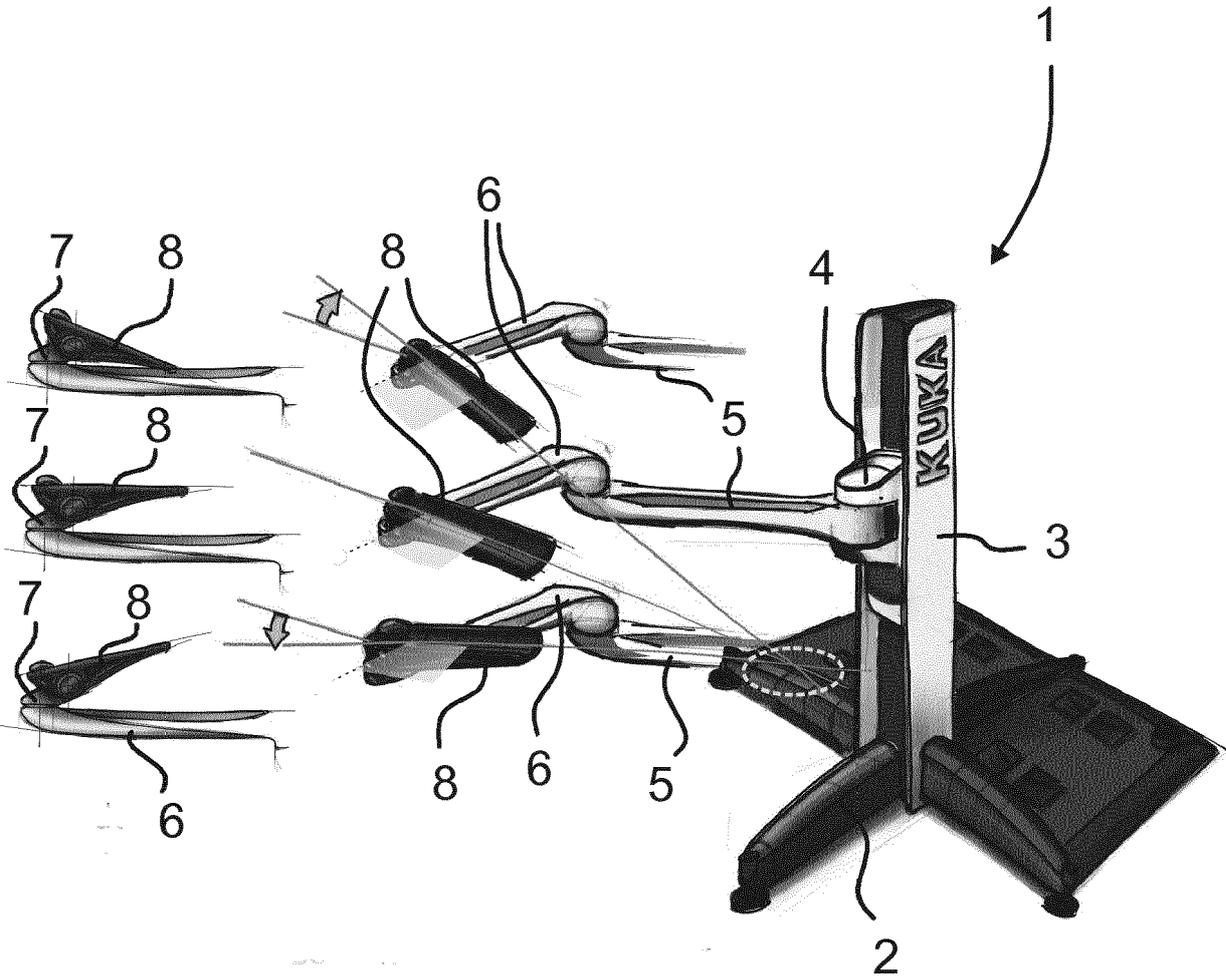


Fig. 4

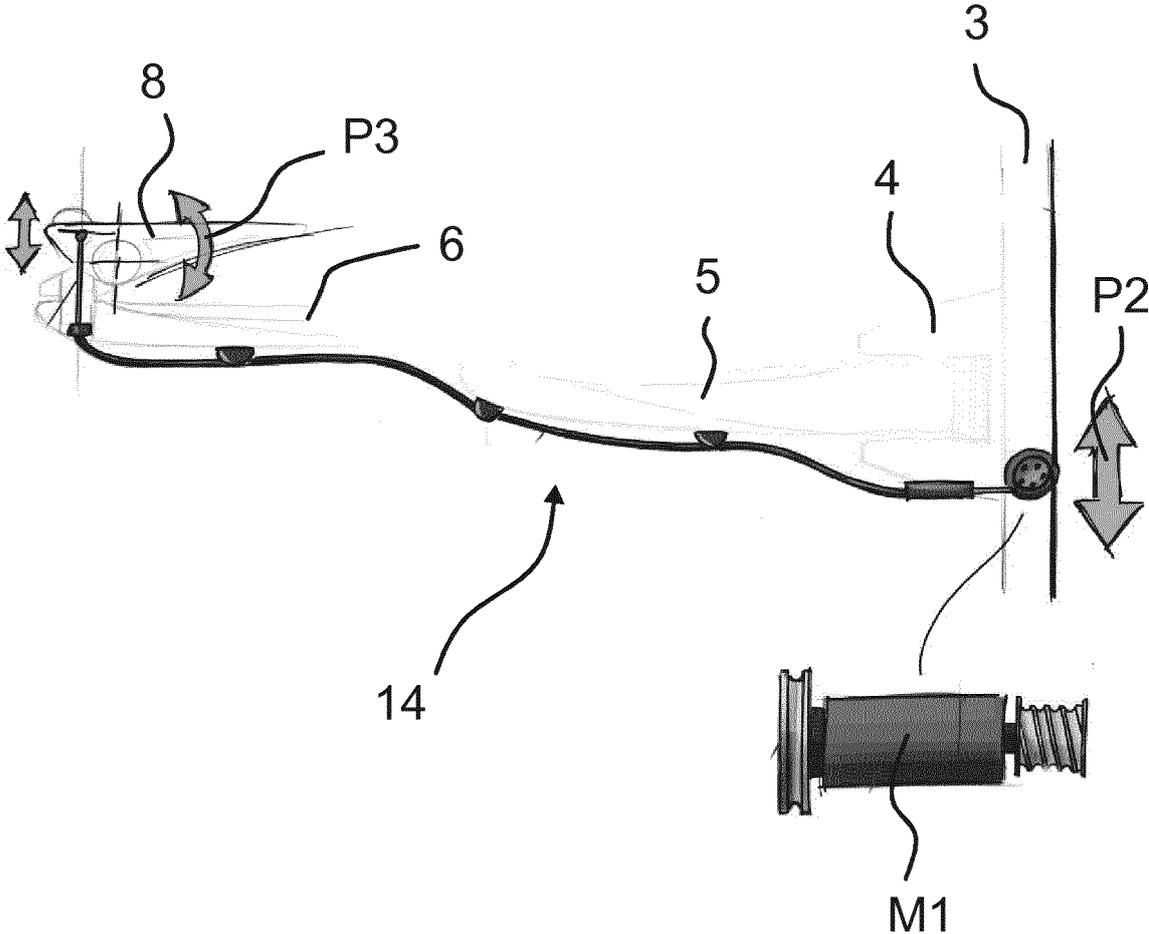


Fig. 5

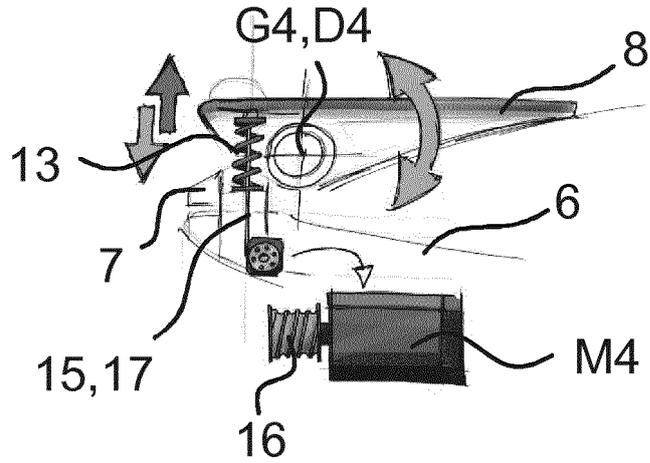


Fig. 6

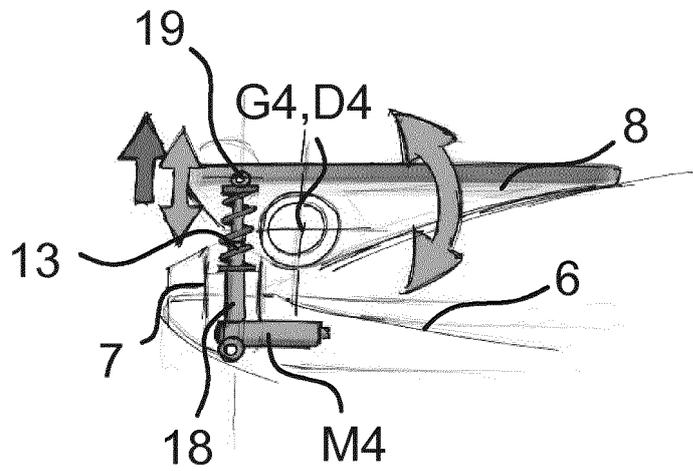


Fig. 7

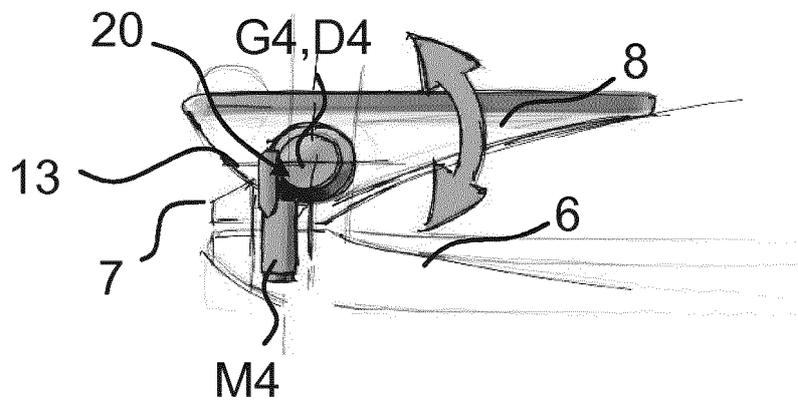


Fig. 8

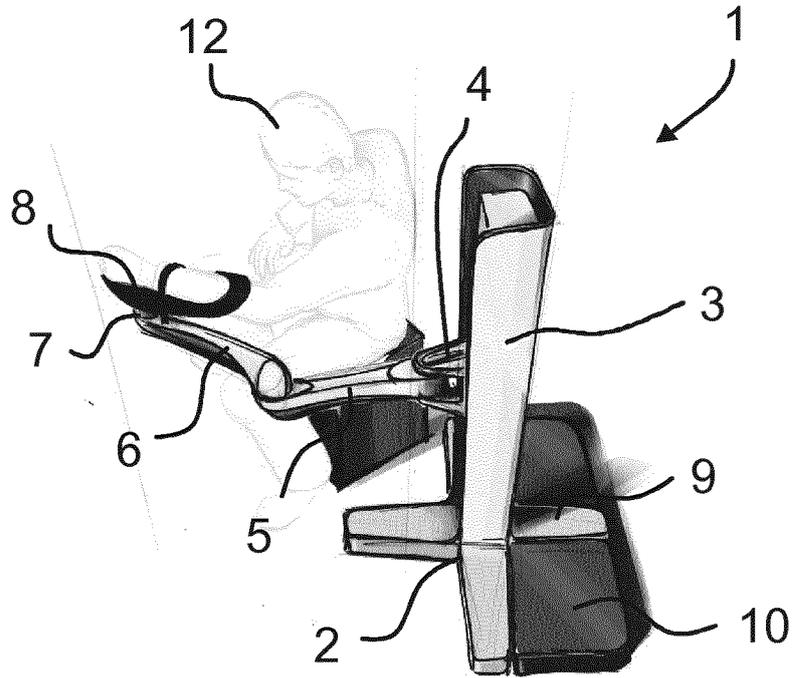


Fig. 9

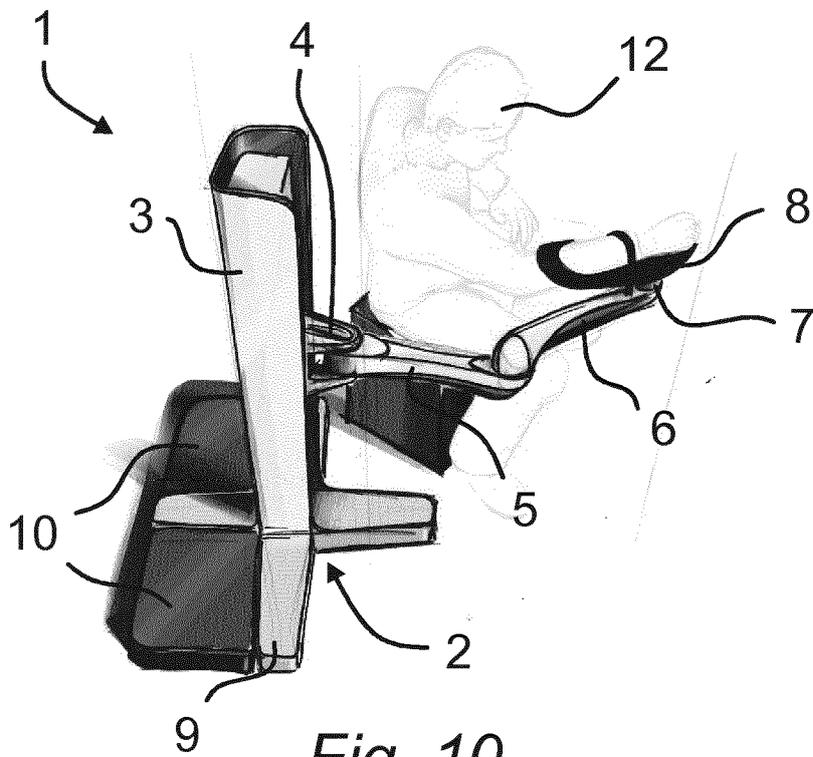
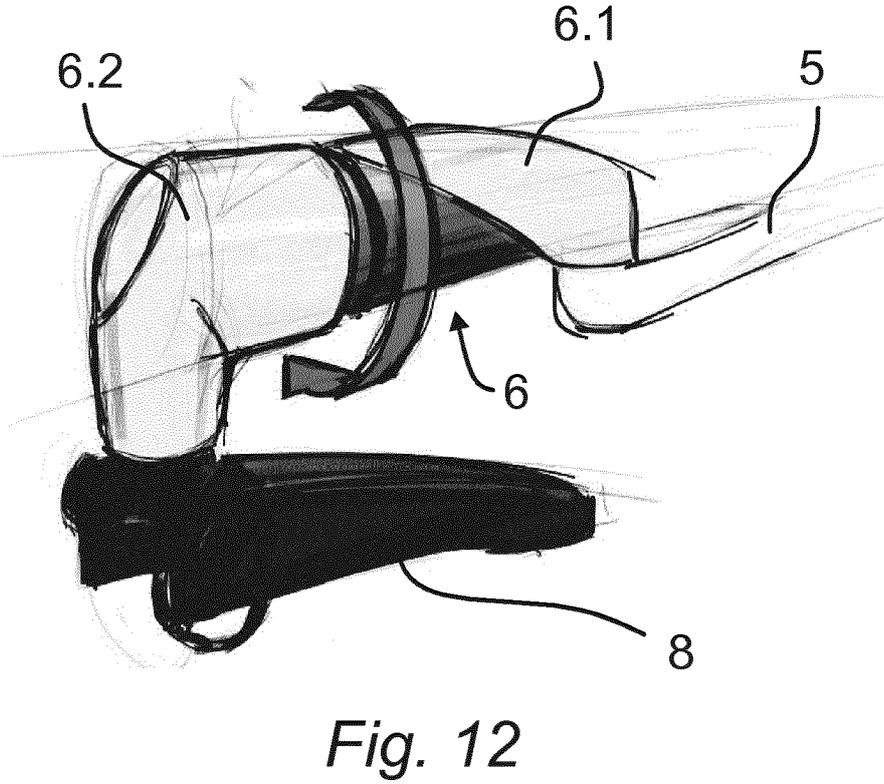
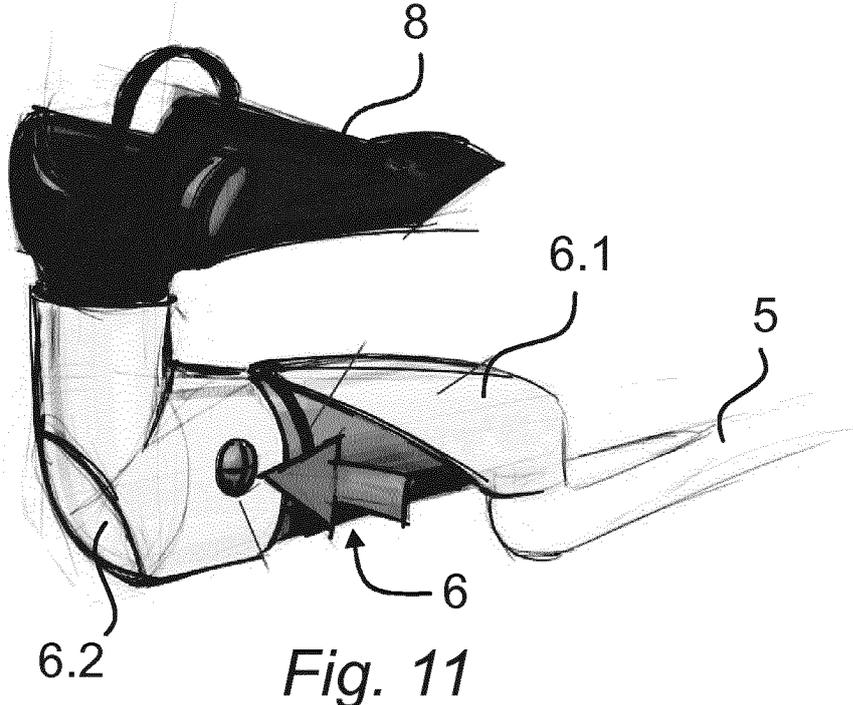


Fig. 10



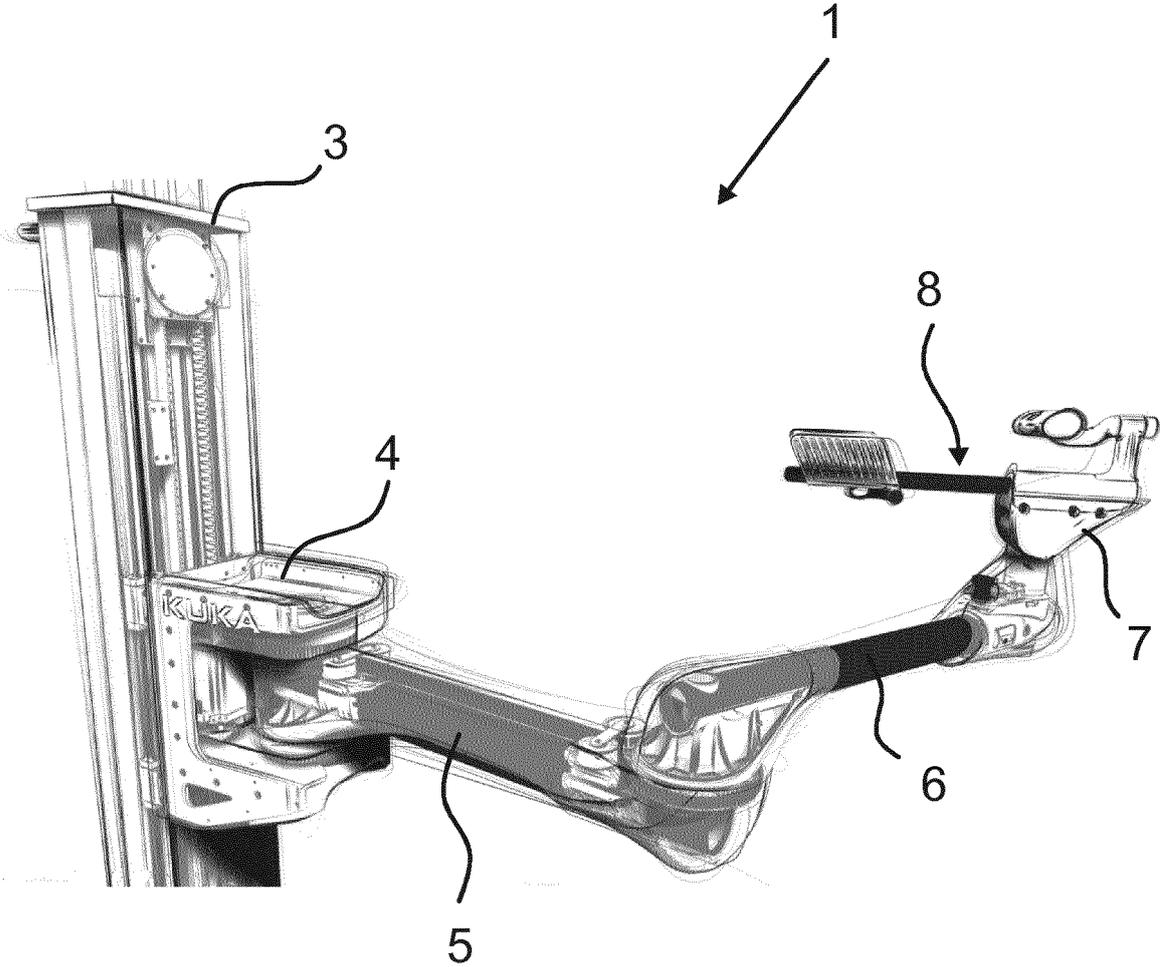


Fig. 13

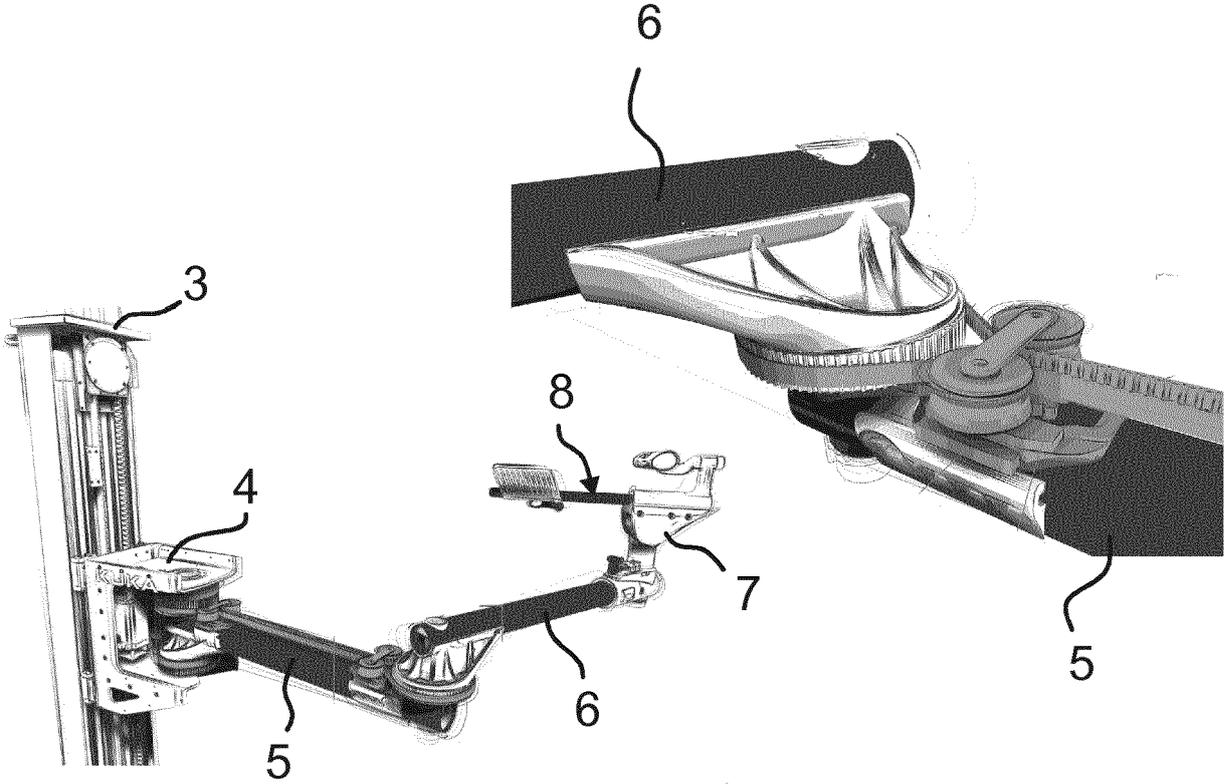


Fig. 14

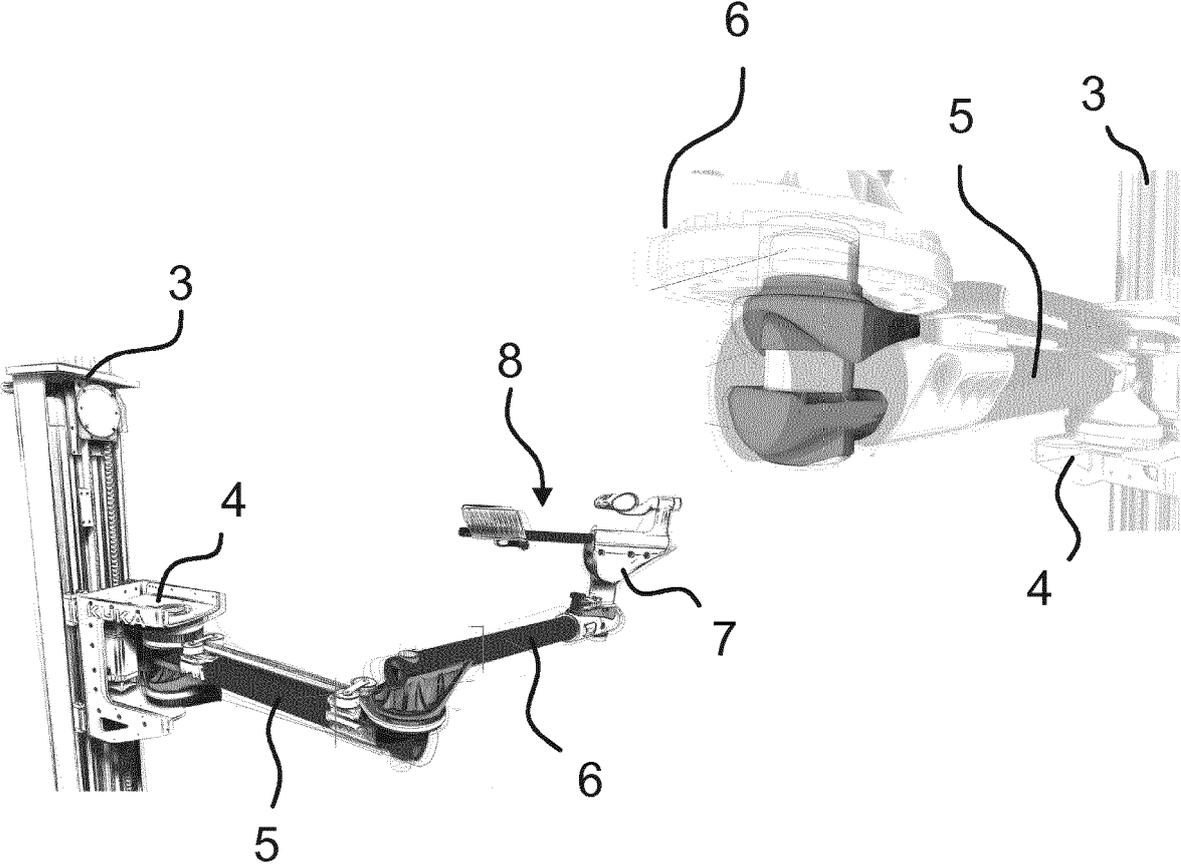


Fig. 15

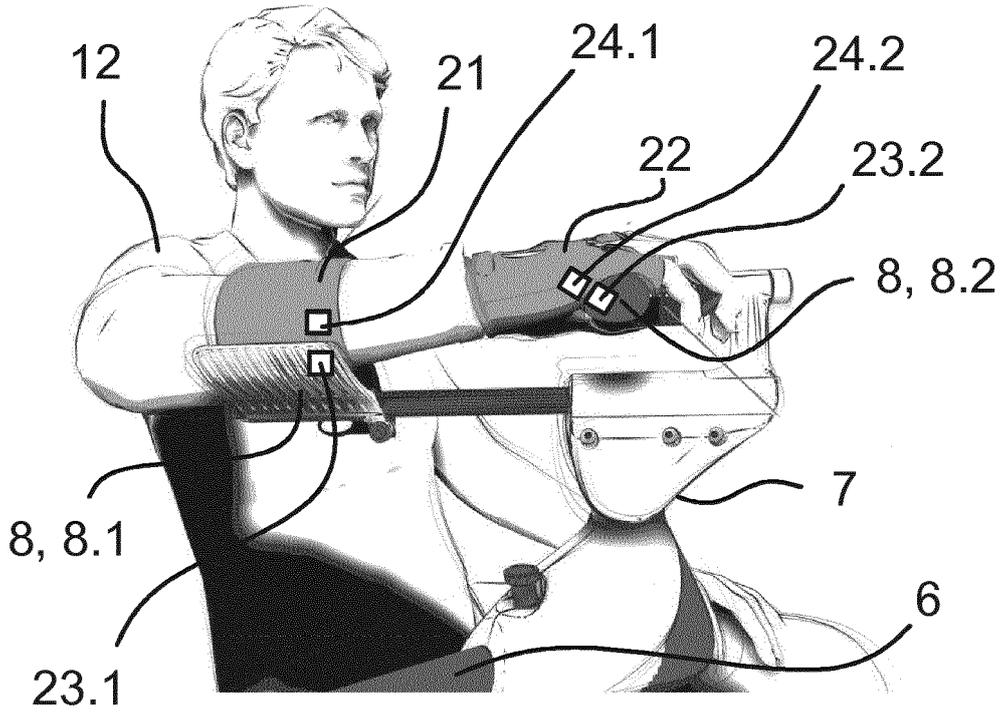


Fig. 16a

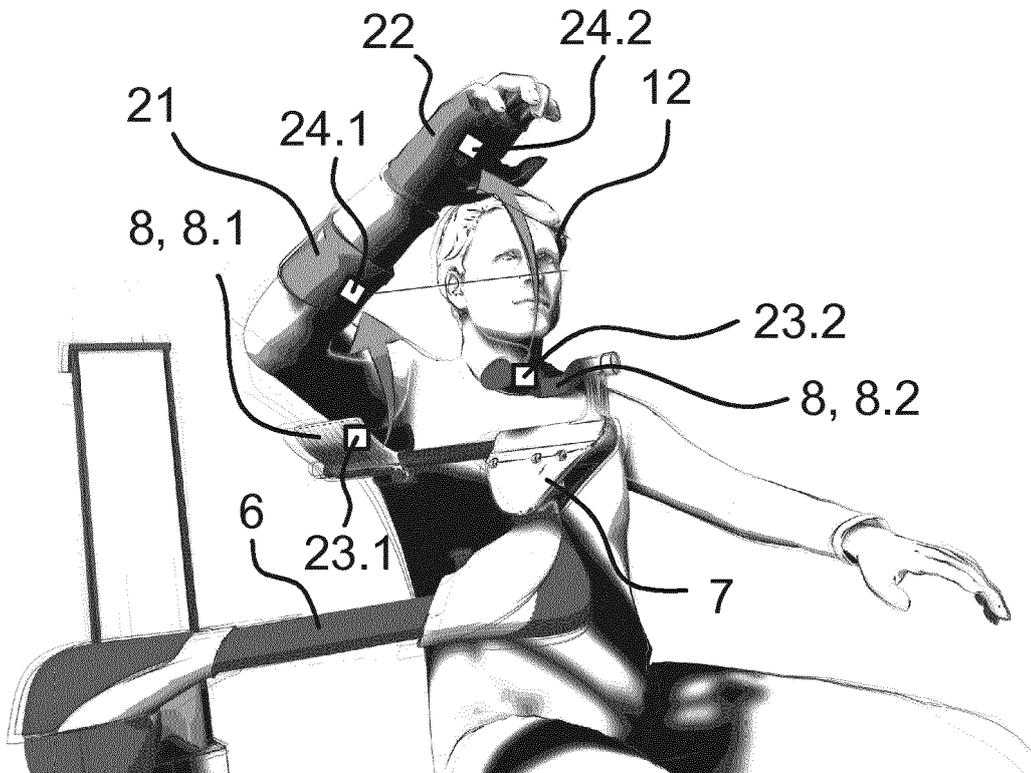


Fig. 16b

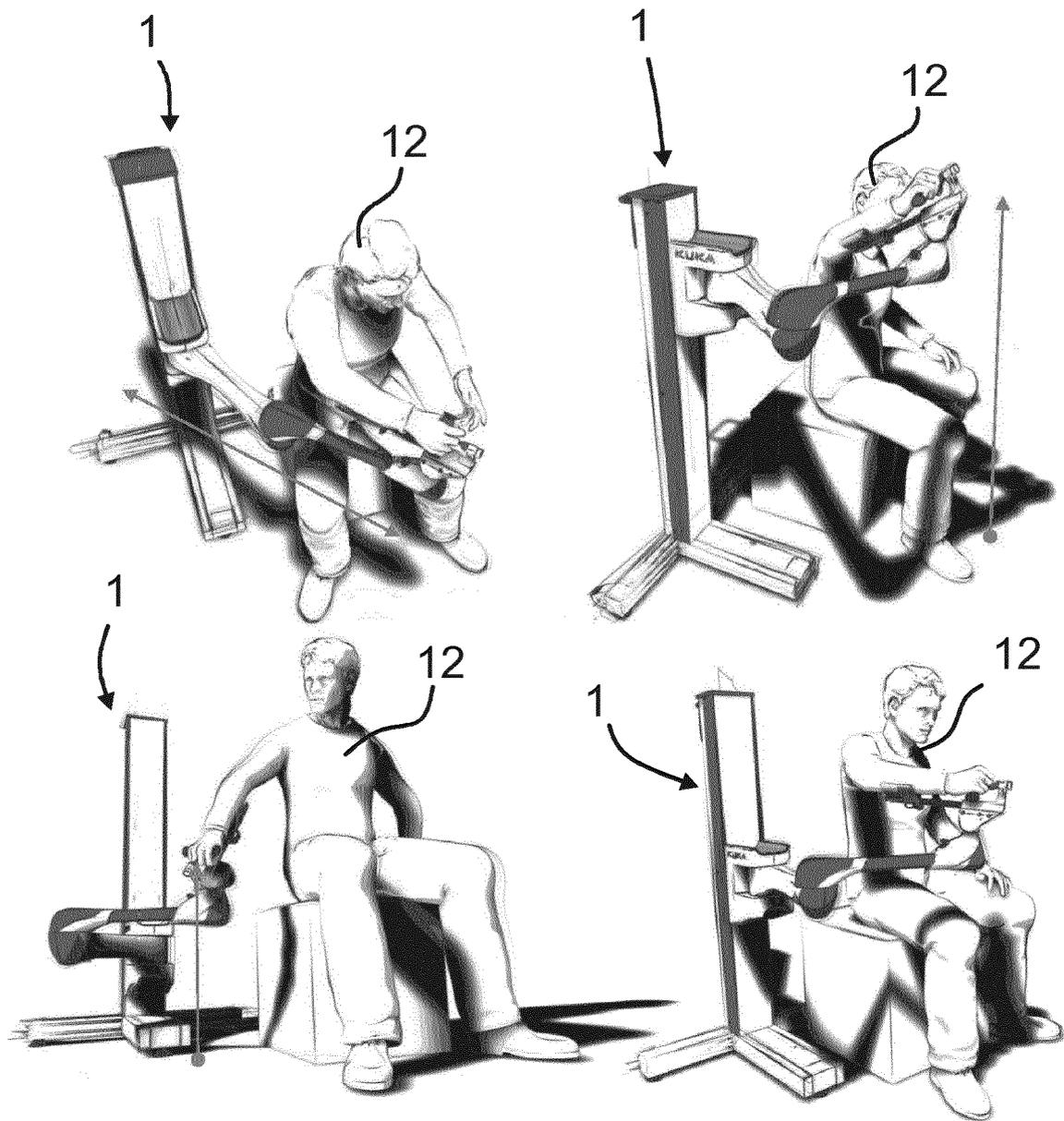


Fig. 17

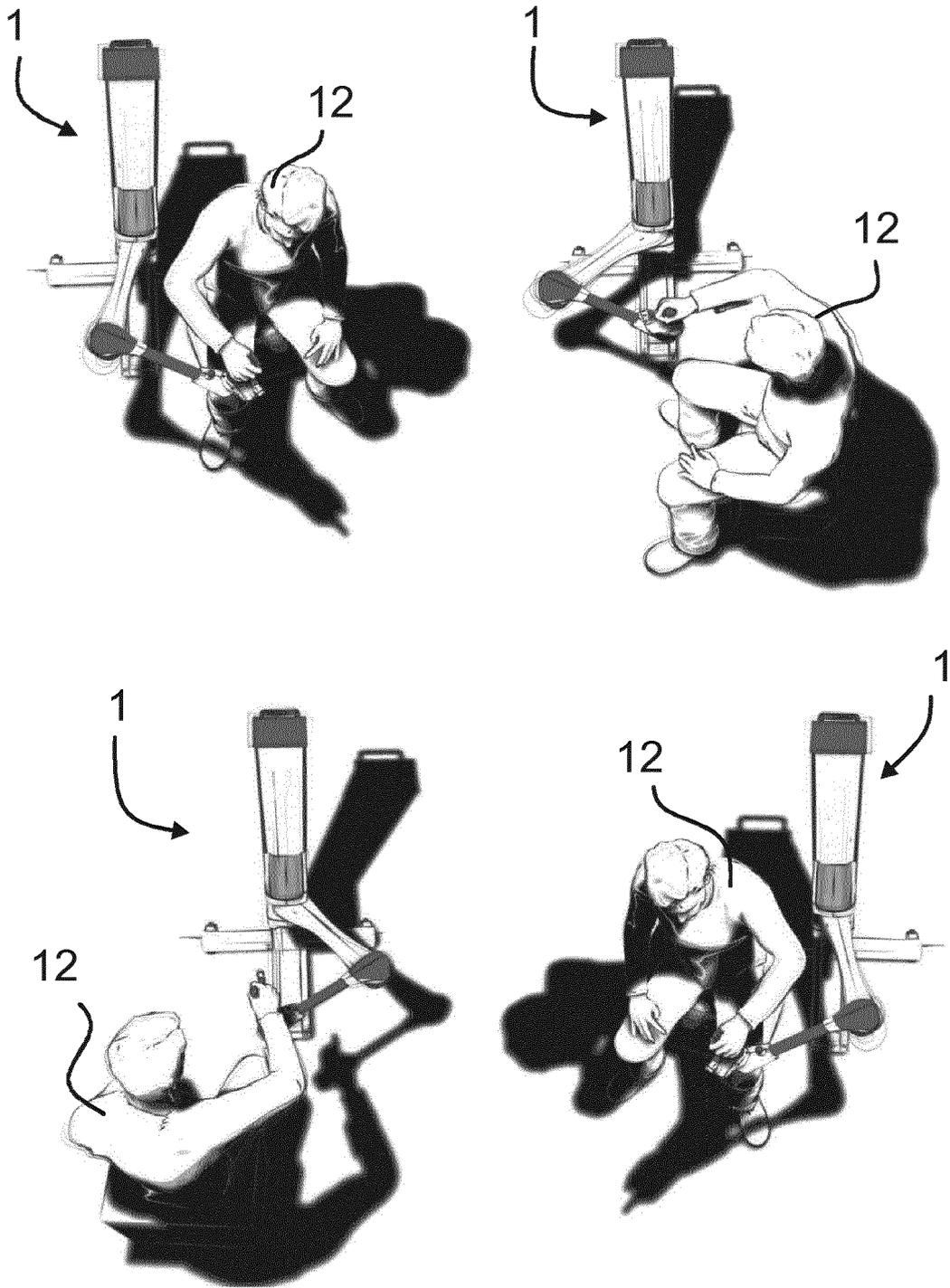


Fig. 18

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2015048688 A1 **[0002]**
- WO 2018086748 A2 **[0003]**
- WO 2017216075 A1 **[0004]**
- US 20120179075 A1 **[0005]**