

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
22. Oktober 2015 (22.10.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/158336 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
G06F 3/01 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/100163

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. April 2015 (17.04.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 105 538.1
17. April 2014 (17.04.2014) DE

(71) Anmelder: TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN
[DE/DE]; Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin (DE).

(72) Erfinder: VORSATZ, Thomas; Parkstraße 61, 15366
Neuenhagen (DE). BECKMANN-DOBREV, Boris;
Greifswalder Straße 87, 10409 Berlin (DE).

(74) Anwalt: BOEHMERT & BOEHMERT
ANWALTSPARTNERSCHAFT MBB; Dr. Thomas L.
Bittner, Hollerallee 32, 28209 Bremen (DE).

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

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

(54) Title: HAPTIC SYSTEM AND OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung : HAPTISCHES SYSTEM UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN

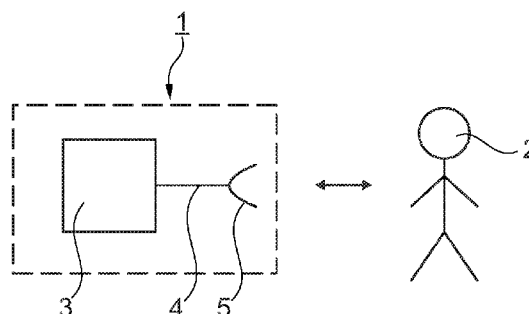


Fig. 1

(57) Abstract: The application relates to a haptic system comprising a haptic device that has an end effector terminal and a transmission structure which can generate a translational movement as an output variable, said translational movement extending from the transmission structure to the end effector terminal via a boom such that the end effector terminal moves in a manner that is perceptible to a user, the transmission structure being formed by means of driven linear shafts. The application further relates to a method for operating a haptic system comprising a haptic device.

(57) Zusammenfassung: Die Anmeldung betrifft ein haptisches System, mit einem haptischen Gerät, welches einen Endeffektoranschluss und eine Getriebestruktur aufweist, mit der als Ausgangsgröße eine translatorische Bewegung erzeugbar ist, die über einen Ausleger aus der Getriebestruktur heraus an den Endeffektoranschluss geführt ist, um diesen für einen Nutzer wahrnehmbar zu bewegen, wobei die Getriebe struktur mit angetriebenen Linearachsen gebildet ist. Weiterhin betrifft die Anmeldung ein Verfahren zum Betreiben eines haptischen Systems mit einem haptischen Gerät.



WO 2015/158336 A2

Haptisches System und Verfahren zum Betreiben

Die Erfindung betrifft ein haptisches System und ein Verfahren zum Betreiben eines haptischen Systems.

5

Hintergrund

Die fortschreitenden Möglichkeiten zur Darstellung gemischter, virtueller oder auch nur angereicherter Realität sowie die zunehmende Geschwindigkeit in der Produktentwicklung mit zusätzlich steigender Komplexität und wachsender Integration weiterer Domänen im Bereich der Mechatronik erfordern zur möglichst früh in der Prozesskette der (virtuellen) Produktentstehung angesiedelten Evaluation der bisherigen Entwicklung und des Bedarfes Absicherungsmöglichkeiten, die durch Interaktionsgeräte erweitert werden, welche neben der Eingabe auch haptische Ausgaben an den Benutzer erlauben, um die Erlebnisqualität näher an diejenige realer Situationen heranzuführen. Neben etablierten Geräten werden ständig neue entwickelt, die entweder sehr kostengünstig oder über einen gegenüber den bisher verfügbaren erhöhten Interaktionsraum und / oder höhere Interaktionskräfte verfügen.

Neben haptischen Systemen, bei denen ein Endeffektoranschluss durch die Nutzerhandkraft geführt und beschleunigt wird, verlangen komplexe Szenarien der virtuellen Produktentstehung auch Gerätelösungen für haptische Systeme, die mechanische Vorgänge selbstständig abbilden können. Eine solche haptische Geräteart soll beispielsweise in der Lage sein, basierend auf einem mechatronischen Modell durch mechanische Bewegung des Endeffektors das Öffnen und Schließen einer automatischen Autotür nachzuahmen, aber gleichzeitig dem Benutzer die Möglichkeit zum direkten Eingreifen geben, also beispielsweise zum Stoppen oder anderweitigen Beeinflussen des Öffnungsvorganges durch Kraftausübung auf den Endeffektor.

Ziel der Anwendung haptischer Geräte ist es, dem Benutzer die Interaktion mit der Maschine oder dem Computer zu ermöglichen, indem seine Wahrnehmung getäuscht wird. Das haptische Gerät erzeugt Reize als Ausgabe und erfährt zum Beispiel Kräfte oder Verlagerungen als Eingabe.

Die Mensch-System-Interaktion, die im Folgenden als Bündelung der ohnehin heute nur noch schwer zu trennenden Begriffe Mensch-Maschine- und Mensch-Computer-Interaktion dienen soll, beschreibt die Wechselwirkung des technischen Systems und des Menschen in interaktiven Anwendungen. Für das Entwickeln von Maschinen, die vom Menschen bedient werden sollen - darunter fallen auch die im nächsten Abschnitt behandelten haptischen Geräte -, sind viele Gestaltungsgrundsätze und Verordnungen zu beachten. Zusammengefasst steht die bestmögliche Ergonomie, also das bestmögliche Erfüllen ergonomischer Anforderungen, an erster Stelle der Gestaltungsziele.

- 10 Die Haptik oder auch haptische Wahrnehmung bedient den menschlichen Apparat der Sinne. Eines der häufig verwendeten haptischen Geräte ist heutzutage das Mobiltelefon, das durch Ganzkörpervibration einen Anruf signalisiert oder Eingaben auf dem Touchdisplay bestätigt. Der Begriff Haptik wird als übergeordneter Begriff der vier Arten des Fühlens verwendet, die im Einzelnen der Tastsinn, die Wärmewahrnehmung, der Gleichgewichtssinn und die Kinästhe-
15 these auf den Muskeln, Gelenken und Sehnen beruhende Empfindungsfähigkeit und motorische Aktivität sind. Erster, auch taktile Wahrnehmung genannt, und letzterer sollen für die weiteren Betrachtungen im Fokus stehen. Diese beiden Wahrnehmungsarten sollen primär durch haptische Geräte bedient werden. Oft werden die Wärmewahrnehmung der taktilen und der Gleichgewichtssinn der kinästhetischen Wahrnehmung zugeordnet. Zwar sind sowohl
20 Wärmequellen an haptischen Geräten als auch Vorrichtungen wie zum Beispiel bewegliche Plattformen oder Sitze für den Benutzer, die den Gleichgewichtssinn ansprechen, denkbar, doch bedienen die meisten auf dem Markt befindlichen Geräte primär die ersten beiden.

Disziplinen der Forschung zur Haptik umfassen die Service orientierte Forschung (haptische
25 Messtechnik), die Grundlagenforschung (haptische Wahrnehmung) und die angewandte Forschung (haptische Synthese). Die haptische Messtechnik beschäftigt sich mit der Standardisierung und Normung, der Kraftmessung, der Schwingungsmessung sowie der Bewegungs-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsmesstechnik. Die haptische Wahrnehmung kann in die Psychophysik und die Neurobiologie unterteilt werden. Die Psychophysik umfasst die
30 Wahrnehmung von maximalen und minimalen Kräften, absoluten Schwellwerten, Auflösung und Abhängigkeiten sowie Dynamik Weiterhin umfasst die Psychophysik die Interaktion, beispielsweise Strategien und spontane Reaktionen. Die Neurobiologie bezieht sich auf Re-

zeptoren in Typ und Dichte, Zusammenhänge zwischen Rezeptoren und kombinierte Wahrnehmung, Nerven-Übertragung, Ort der Informationsverarbeitung, Vorgänge in der Informationsverarbeitung sowie Reaktionen. Die haptische Synthese wird in Virtual Reality und Telemanipulation unterteilt. Virtual Reality umfasst Hardware Interfaces, wie taktile Schnittstellen, kinästhetisches Schnittstellen, Informationsverarbeitung, Aktoren und Kinematikentwürfe; Software Simulation zur Algorithmik, Grafik, Haptik und Augmented Reality sowie Regelungstechnik für zeitdiskrete Systeme. Die Telemanipulation umfasst ebenfalls Hardware Interfaces, wie taktile Schnittstellen, kinästhetisches Schnittstellen, Aktoren und Kinematikentwürfe. Des Weiteren umfasst die Telemanipulation Hardware Schnittstellen, beispielsweise zur Kraftmessung, Regelungstechnik für rückgekoppelte Systeme, Telepräsenz, Kommunikation und Totzeiten. Zwischen den Disziplinen der Forschung zur Haptik und ihren Feldern gibt es vielfältige Wechselwirkungen.

Das Dokument DE 10 2005 003 513 A1 offenbart eine mobile haptische Schnittstelle, insbesondere für weiträumige Telepräsenz. Die Schnittstelle weist zumindest einen Manipulator auf mit einem Endeffektor zur Übergabe der haptischen Informationen zwischen Benutzer und Manipulator. Am anderen Ende des Manipulators ist ein Bezugspunkt ortsfest in der Benutzerumgebung angeordnet. Der Manipulator besteht aus einer mehrachsigen Handhabungsvorrichtung, die geeignet ist, die weiträumige Entfernung zwischen dem Benutzer und dem ortsfesten Punkt zu überbrücken.

Zusammenfassung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein haptisches System sowie ein Verfahren zum Betreiben eines haptischen Systems anzugeben, bei denen für die haptische Interaktion mit dem Nutzer ein großer Arbeitsraum mit hoher Dynamik bereitgestellt ist. Es soll die Bereitstellung hoher Kräfte und einer hohen Ortsauflösung ermöglicht sein.

Diese Aufgabe wird gelöst durch ein haptisches System nach dem unabhängigen Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Betreiben eines haptischen Systems nach dem unabhängige Anspruch 13. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand von abhängigen Unteransprüchen.

Nach einem Aspekt ist ein haptisches System mit einem haptischen Gerät geschaffen, welches einen Endeffektoranschluss und eine Getriebestruktur aufweist. Mit Hilfe der Getriebestruktur ist als Ausgangsgröße eine translatorische Bewegung erzeugbar, die bei dem haptischen Gerät über einen Ausleger aus der Getriebestruktur herausgeführt und auf den an den Ausleger gekoppelten Endeffektoranschluss gegeben ist. Hierdurch ist der Endeffektoranschluss für einen Nutzer wahrnehmbar bewegbar, beispielsweise translatorisch. Die Getriebestruktur weist angetriebene Linearachsen auf.

Nach einem weiteren Aspekt ist ein Verfahren zum Betreiben eines haptischen Systems mit einem haptischen Gerät geschaffen. Das haptische Gerät weist einen Endeffektoranschluss und eine Getriebestruktur auf. Bei dem Verfahren wird als Ausgangsgröße mittels der Getriebestruktur eine translatorische Bewegung erzeugt. Der Ausgangsgröße entsprechend wird der Endeffektoranschluss translatorisch bewegt, indem die translatorische Bewegung von der Getriebestruktur über einen Ausleger aus der Getriebestruktur herausgeführt und auf den Endeffektoranschluss gegeben wird. Beim Erzeugen der translatorischen Bewegung in der Getriebestruktur werden angetriebene Linearachsen verwendet.

In einer Ausführung sind drei angetriebene Linearachsen vorgesehen. Bei dieser oder anderen Ausgestaltungen erfolgt eine angetriebene Linearbewegung entlang der in der Getriebestruktur bereitgestellten Linearachsen. Es kann eine serielle Kinematik oder Parallelkinematik in der Getriebestruktur bereitgestellt sein. Der Begriff angetriebene Linearachse in der hier verwendeten Bedeutung bezieht sich auf eine Raumachse, entlang welcher beim haptischen Gerät mittels eines zugeordneten Antriebs eine Linearverlagerung bereitgestellt ist.

Serielle Kinematiken sind aufeinander aufbauende Anordnungen von Gliedern, die durch Gelenke miteinander verbunden sind und durch Aktoren angetrieben werden können. Die Bewegung eines gestellnäheren Gliedes führt zu einer Bewegung gestellfernerer Glieder. Das kann zu dem Nachteil führen, dass jede gestellnähere Achse die Massen und Trägheiten der gestellferneren Glieder und Aktoren als Trägheit und ggf. Gewichtskraft erfährt und dementsprechend an Dynamik einbüßt. Darüber hinaus ist die Bewegung des letzten Gliedes, also meist des Endeffektoranschlusspunktes, eine Überlagerung der Bewegung mehrerer Glieder, wodurch die Steuerung und Regelung deutlich erschwert wird. Eine Bauform bestehend aus

angetriebenen rotatorischen Gelenken kann zu nichtlinearen Übersetzungen und somit zur Lageabhängigkeit der übertragbaren Kräfte und Momente führen. Strecklagen führen meist zu einer erheblichen Kraftverminderung. Bei bestimmten Getriebestrukturen kann die Eindeutigkeit der Systemreaktion auf Positionsvorgaben durch den Nutzer verloren gehen. Bei paralleler Kinematik sind meist mehrere Gelenke gestellfest angeordnet. Das Mitführen gestellfernerer Glieder und Aktoren entfällt, wodurch im Allgemeinen die Dynamik gesteigert (Impedanz gesenkt) oder Strukturmassen und Antriebsleistungen verringert werden können. Häufig kann einem Freiheitsgrad (des Endeffektoranschlusspunktes, also des letzten bewegten Gliedes) genau ein Aktor(freiheitsgrad) zugeordnet werden, was die Berechnung der Steuervorgaben vereinfacht. Eine Kombination aus Gliedern, wobei einige parallel und andere seriell angeordnet sind, ergibt eine Hybridkinematik (Hybridgetriebe).

Das haptische Gerät dient ganz allgemein zum Bereitstellen einer auf den Endeffektoranschluss koppelbaren translatorischen Bewegung, um diesen translatorisch zu verlagern, derart, dass dies für einen Nutzer, welcher zum Beispiel den Endeffektoranschluss anfasst, wahrnehmbar oder erfassbar ist. Insoweit stellt das haptische Gerät eine Ausgangsgröße bereit, ohne notwendigerweise eine Eingangsgröße zu haben.

Haptische Geräte bilden die Schnittstelle zwischen Mensch und virtuelle Simulation. Sie können sensomotorisch voll-duplex bidirektional wirken genau wie der haptische Sinn selbst. Die Eingangsgröße eines haptischen Gerätes spiegelt die Ausgangsgröße der Benutzerhand wider. Diese Ein- / Ausgangsgröße kann eine zeitabhängige Funktion sein, die die Veränderung der Position, Geschwindigkeit und der Kraft einer Benutzerhand bzw. des Endeffektors quantifiziert. Es wird vom Mensch-Maschine-Regelkreis oder Mensch-Computer-Regelkreis gesprochen, wenn das haptische Gerät im Zusammenhang mit einer Eingangsgröße eine adäquate Ausgangsgröße ausgibt.

Vorwärts- sowie die Rückwärtskinematik des vorgeschlagenen Systems sind eindeutig bestimmt.

30

Die für die Konstruktion relevanten Informationen zu anthropometrischen Größen, Kräften, Momenten, Geschwindigkeiten und / oder Frequenzen variieren zum Teil sehr stark. Sie las-

sen sich in taktile und kinästhetische Anforderungen unterscheiden. Für taktile Reize sind Kräfte im Bereich von 0,005 - 5 N bei Frequenzen von 10 - 10.000 Hz und bei Auslenkungen von 1 µm - 1 mm erforderlich bzw. noch spürbar. Der Wahrnehmungsbereich kinästhetischer Reize hat nach DIN EN ISO 9241-910 bei 20-30 Hz seine Obergrenze. Die Bandbreite körperlicher Bewegungen, die bei der kinästhetischen Eingabe berücksichtigt werden kann, liegt bei 5-10 Hz für Finger, bei 1-2 Hz für unerwartete und bei 2-5 Hz für periodische Armbewegungen. Reflexartige Bewegungen können mit bis zu 10 Hz berücksichtigt werden.

Um den hohen Anforderungen an hochfrequente mechanische Aktionen für die taktile Empfindung gerecht zu werden, kann es erforderlich sein, auf zusätzliche Freiheitsgrade ausweichen, beispielsweise in Form von Vibratoren im Greifbereich. Unter Umständen können nämlich die mechanischen Komponenten, welche die Kinästhetik adressieren, nicht mit höheren Frequenzen bewegt werden.

Drei angetriebene Linearachsen können entlang der Achsen eines orthogonalen Koordinatensystems verlaufen. Hierdurch erstrecken sich die angetriebenen Linearachsen entlang eines orthogonalen Koordinatensystems.

Bei einer Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die angetriebenen Linearachsen an einer Stützstruktur aufgenommen sind. Die Stützstruktur kann ein oder mehrere Elemente aufweisen, die zumindest zum Teil untereinander verbunden sein können, beispielsweise mittels Schraub- oder Magnetverbindungen.

Ein oder mehrere Elemente der Stützstruktur können sich längs der angetriebenen Linearachsen erstrecken.

Mit der Stützstruktur können ein oder mehrere Führungsachsen gebildet sein.

Eine Ausgestaltung kann vorsehen, dass die angetriebenen Linearachsen jeweils mit einer Schiene und einem hierauf in Längsrichtung der Schiene verlagerbaren Schlitten gebildet sind. Die Schienen können mechanisch bedingt sein, zum Beispiel um die Linearachsen zu entlasten und unerwünschte Rotationen zu sperren.

Die Getriebestruktur kann ein oder mehrere rotatorische Gelenke aufweist. Mit Hilfe eines oder mehrere rotatorischer Gelenke können zusätzliche Bewegungsfreiheitsgrade in der Getriebestruktur bereitgestellt werden. Rotatorische Gelenke (mit Sensoren, mit oder ohne Aktuatoren) können zusätzlich als Erweiterung am Endeffektoranschluss angebaut werden, um bis zu drei rotatorische Freiheitsgrade zusätzlich bereitzustellen. Weitere Freiheitsgrade (rotatorisch oder translatorisch) können vorgesehen sein, um etwa das Greifen abzubilden. Dies sind Anbauten, die unabhängig am haptischen Gerät angebracht werden können.

An das haptische Gerät kann ein haptischer Regler koppeln. Mit Hilfe des haptischen Reglers können ein oder mehrere Eingangsgrößen bereitgestellt werden, die auf das haptische Gerät gegeben werden. Es kann vorgesehen sein, mit dem haptischen Regler Daten betreffend eine haptische Interaktion mit dem Nutzer aufzubereiten und hieraus Steuersignale für das haptische Gerät abzuleiten. Der haptische Regler kann mittels eines oder mehrerer Softwaremodule implementiert sein, die (i) eine Benutzereingabe (über dem Endeffektor) in die Simulation bereitstellen kann, ohne diese numerisch auszuhebeln / einzuschwingen; (ii) Kollisionskräfte aus der Simulation dem Benutzer (über dem Endeffektor) so bereitstellen kann, dass er diese als real empfindet; (iii) mit etwa 1000Hz laufen kann, und / oder (iv) insgesamt den Mensch-Maschine-Regelkreis stabilisieren kann.

Es kann eine Weg- und / oder Geschwindigkeitserfassungseinrichtung vorgesehen sein, die eingerichtet ist, eine räumliche Lage des vom Nutzer bedienten Endeffektors zu bestimmen. Mit Hilfe der Wegerfassungseinrichtung ist eine Sensorik zum Bestimmen der räumlichen Lage des Endeffektoranschlusses aufgrund dessen Betätigung durch den Nutzer bereitgestellt. Diese Informationen können in Form von Wegerfassungsdaten an den haptischen Regler zur Verarbeitung gegeben werden. Dieser kann hiermit Position, Kraft oder Geschwindigkeit am haptischen Gerät regeln. Es kann die Eingabe des Benutzers der Simulation bereitgestellt werden.

Eine Ausführungsform kann vorsehen, dass eine Krafterfassungseinrichtung vorgesehen ist, die eingerichtet ist, am Endeffektoranschluss auftretende Kräfte und / oder Momente zu bestimmen. Zusätzlich oder alternativ zur Sensorik zum Bestimmen der räumlichen Lage des Endeffektoranschlusses ist mittels der Krafterfassungseinrichtung eine Sensorik bereitgestellt,

um die vom Benutzer am Endeffektoranschluss aufgebrauchten Kräfte zu bestimmen. Informationen über die erfassten Kräfte am Endeffektoranschluss können mittels Daten an den haptischen Regler übertragen werden. Diese Daten können als Kraftmessdaten bezeichnet werden. Das Erzeugen von Steuersignalen im haptischen Regler kann dann unter Auswertung der Kraftmessdaten erfolgen, so dass die mittels der Getriebestruktur erzeugte translatorische Bewegung unter Berücksichtigung der bestimmten Kräfte am Endeffektoranschluss ausgeführt werden kann.

Es kann eine Krafterzeugungseinrichtung vorgesehen sein, die eingerichtet ist, einen mechanischen Widerstand am Endeffektoranschluss zu regeln. Die Krafterzeugung kann mit Hilfe eines oder mehrerer Aktuatoren erfolgen. Es kann die bei der translatorischen Bewegung des Endeffektors bereitgestellte Kraft geregelt werden, also das Ausmaß an auftretenden Kräften, die vom Nutzer am Endeffektoranschluss wahrgenommen werden. Es kann eine Admittanz- oder eine Impedanzregelung vorgesehen sein. Je nachdem wie groß das Gerät ist, muss der Benutzer ungleich große Kraft anwenden, um den Endeffektor zu verschieben. Insbesondere bei großen und schwergängigen Geräten kann eine Admittanzregelung sinnvoll sein.

Eine Ausgestaltung kann vorsehen, dass ein haptischer Simulator vorgesehen ist, der eingerichtet ist, eine Interaktion mit einem virtuellen Objekt zu simulieren. Der Simulator kann funktionell an den haptischen Regler koppeln, wobei eine digitale oder eine analoge Kopplung vorgesehen sein kann. Es kann eine serielle Kette folgender Art gebildet sein: Simulator - haptischer Regler - haptisches Gerät mit Getriebestruktur, Ausleger und Endeffektor. Der haptische Simulator kann mit Hilfe einer Datenverarbeitungseinrichtung gebildet sein. Auf der Datenverarbeitungseinrichtung kann ein Softwaremodul ausgeführt werden, welches ein virtuelles Objekt sowie die Wechselwirkung hiermit simuliert. Vom haptischen Regler können Daten betreffend eine Interaktion auf den haptischen Simulator gegeben werden, welcher auf Basis des simulierten virtuellen Objektes Ausgangsdaten bestimmt, die an den haptischen Regler zurückgegeben werden. Haptische Simulatoren für unterschiedliche virtuelle Objekte sind als solche in verschiedenen Ausgestaltungen bekannt.

Die vorangehend im Zusammenhang mit dem haptischen System beschriebenen Ausgestaltungen können in Verbindung mit dem Verfahren zum Betreiben eines haptischen Systems mit einem haptischen Gerät entsprechend vorgesehen sein.

- 5 Das haptische Gerät kann eingerichtet sein, entfernte Roboter anzusteuern, die in Kernreaktoren, auf Minenfeldern, im Weltall oder unter Wasser von Menschenhand angesteuerte Arbeit verrichten.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

10

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf Figuren einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines haptischen Gerätes,
Fig. 2 eine schematische Darstellung eines haptischen Systems, bei dem an ein haptisches
15 Gerät ein haptischer Regler koppelt,
Fig. 3 eine schematische Darstellung eines haptischen Systems, bei dem an den haptischen Regler ein haptischer Manipulator und / oder ein haptischer Simulator koppeln,
Fig. 4 eine schematische Darstellung eines haptischen Gerätes mit einer Getriebestruktur mit angetriebenen Linearachsen und einem Endeffektor, auf den eine Ausgangsgröße
20 (translatorische Bewegung) der Getriebestruktur über einen Ausleger gegeben wird,
Fig. 5 eine schematische Darstellung des haptischen Gerätes aus Fig. 4,
Fig. 6 eine schematische Darstellung eines haptischen Systems unter Verwendung der Anordnung mit Getriebestruktur, Ausleger und Endeffektoranschluss aus Fig. 4 und
Fig. 7 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform der Getriebestruktur
25 eines haptischen Gerätes.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines haptischen Gerätes 1, welches eingerichtet ist, eine Ausgangsgröße bereitzustellen, die von einem Benutzer 2 wahrnehmbar ist. Bei der gezeigten Ausführungsform ist Ausgangsgröße eine translatorische Bewegung, die von einer
30 Getriebestruktur 3 bereitgestellt und über einen Ausleger 4, welcher aus der Getriebestruktur 3 herausgeführt ist, auf einen Endeffektoranschluss 5 gegeben wird, welcher von dem Nutzer

2 zum Beispiel mit einer Hand angefasst werden kann. Die translatorische Bewegung des Endeffektors 5 kann eine räumliche Bewegung sein.

Fig. 2 zeigt ein haptisches System, bei dem das haptische Gerät 1 mit Getriebestruktur 3, Ausleger 4 und Endeffektoranschluss 5 an einen haptischen Regler 6 koppelt, derart, dass von dem haptischen Regler 6 bereitgestellte Signale beim Erzeugen der Ausgangsgröße (translatorische Bewegung) in dem haptischen Gerät 1 verarbeitet werden.

Bei dem haptischen System in Fig. 3 koppeln an den haptischen Regler 6 ein (Tele-)Manipulator 7 und / oder ein haptischer Simulator 8. Der (Tele-)Manipulator 7 kann mit einer Wegeerfassungseinrichtung und / oder einer Krafterfassungseinrichtung (nicht dargestellt) gebildet sein, mit denen eine jeweilige Sensorik zum Bestimmen einer räumlichen Lage des Endeffektors 5 und zum Bestimmen von Kräften am Endeffektoranschluss 5 bereitgestellt sein kann. Ausgehend von den erfassten Messdaten kann der haptischer Regler 6 unter Berücksichtigung der bestimmten Raumlage und / oder der erfassten Kraftsituation am Endeffektoranschluss 5 Steuersignale für die Getriebestruktur 3 in dem haptischen Gerät 1 erzeugen.

Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführung der Getriebestruktur 3 des haptischen Gerätes 1, bei der angetriebene Linearachsen 40, 41, 42 vorgesehen sind, die jeweils über eine Führungsschse 40a, 41a, 42a sowie einen hierauf verlagerbar angeordneten und angetriebenen Schlitten 40b, 41b, 42b aufweisen. Mit Hilfe der angetriebenen Linearachsen 40, 41, 42 ist in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein orthogonales (z.B. kartesisches) Koordinatensystem aufgespannt. Weiterhin sind stützende Führungssachsen 43, 44, 44a vorgesehen. An die Getriebestruktur 3 koppelt der Ausleger 4, welcher aus der Getriebestruktur 3 herausgeführt ist und eine Koppelstelle 45 für den Endeffektoranschluss 5 aufweist. Auf diese Weise ist eine mit der Getriebestruktur 3 als Ausgangsgröße erzeugte translatorische Bewegung für den Endeffektoranschluss 5 bereitgestellt, so dass dieser für den Benutzer 2 wahrnehmbar translatorisch verlagert werden kann.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung der Getriebestruktur aus Fig. 4.

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines haptischen Systems 60 unter Verwendung der Getriebestruktur 3 mit den angetriebenen Linearachsen 40, 41, 42.

Die Getriebestruktur 3 ist in einer Rahmenkonstruktion 61 aufgenommen, an der Tragegriffe 62 vorgesehen sind. Angeordnet ist die Rahmenkonstruktion 61 auf einer Basis 63, auf der auch ein Schaltschrank 64 angeordnet ist, welcher Steuer-, Regel- und / oder Leistungselemente enthält.

Das haptische System 60 verfügt in der gezeigten Ausführung über Stützschiene mit Kugelschieneführung. Am Endeffektoranschluss 5 ist eine Krafterfassungseinrichtung 65 vorgesehen.

Fig. 7 zeigt eine schematische Darstellung einer vereinfachten Ausführungsform der Getriebestruktur 3 des haptischen Gerätes 1. Gegenüber der in Fig. 4 und 5 dargestellten Ausführungsform weist die Getriebestruktur 3 keine stützende Führungsschse 43 auf. Die anderen Komponenten entsprechen im Wesentlichen den in Fig. 4 und 5 dargestellten Komponenten, sodass hierfür die gleichen Bezugszeichen verwendet werden.

Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen sowie der Zeichnung offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der verschiedenen Ausführungen von Bedeutung sein.

Ansprüche

1. Haptisches System, mit einem haptischen Gerät, welches einen Endeffektoranschluss und eine Getriebestruktur aufweist, mit der als Ausgangsgröße eine translatorische Bewegung
5 erzeugbar ist, die über einen Ausleger aus der Getriebestruktur heraus an den Endeffektoranschluss geführt ist, um diesen für einen Nutzer wahrnehmbar zu bewegen, wobei die Getriebestruktur mit angetriebenen Linearachsen gebildet ist.
2. Haptisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass drei angetriebene Linearachsen entlang der Achsen eines orthogonalen Koordinatensystems verlaufen.
10
3. Haptisches System nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die angetriebenen Linearachsen an einer Stützstruktur aufgenommen sind.
- 15 4. Haptisches System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein oder mehrere Elemente der Stützstruktur sich längs der angetriebenen Linearachsen erstrecken.
5. Haptisches System nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Stützstruktur ein oder mehrere Führungsachsen gebildet sind.
20
6. Haptisches System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die angetriebenen Linearachsen jeweils mit einer Schiene und einem hierauf in Längsrichtung der Schiene verlagerbaren Schlitten gebildet sind.
- 25 7. Haptisches System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Getriebestruktur ein oder mehrere rotatorische Gelenke aufweist.
8. Haptisches System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass an das haptische Gerät ein haptischer Regler koppelt.
30
9. Haptisches System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Weg- und / oder Geschwindigkeitserfassungseinrichtung

vorgesehen ist, die eingerichtet ist, eine räumliche Lage des vom Nutzer bedienten Endeffektoranschlusses zu bestimmen.

- 5 10. Haptisches System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Krafterfassungseinrichtung vorgesehen ist, die eingerichtet ist, am Endeffektoranschluss auftretende Kräfte und / oder Momente zu bestimmen.
- 10 11. Haptisches System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Krafterzeugungseinrichtung vorgesehen ist, die eingerichtet ist, auf den Endeffektoranschluss beim translatorischen Bewegen eingeleitete Kräfte zu regeln.
- 15 12. Haptisches System nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein haptischer Simulator vorgesehen ist, der eingerichtet ist, eine Interaktion mit einem virtuellen Objekt zu simulieren.
- 20 13. Verfahren zum Betreiben eines haptischen Systems mit einem haptischen Gerät, welches einen Endeffektoranschluss und eine Getriebestruktur aufweist, wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:
- Erzeugen einer translatorischen Bewegung als Ausgangsgröße der Getriebestruktur und
 - translatorisches Bewegen des Endeffektoranschlusses, indem die Ausgangsgröße über einen Ausleger aus der Getriebestruktur heraus an den Endeffektoranschluss geführt wird,
- 25 wobei in der Getriebestruktur zum Erzeugen der Ausgangsgröße angetriebene Linearachsen genutzt werden.

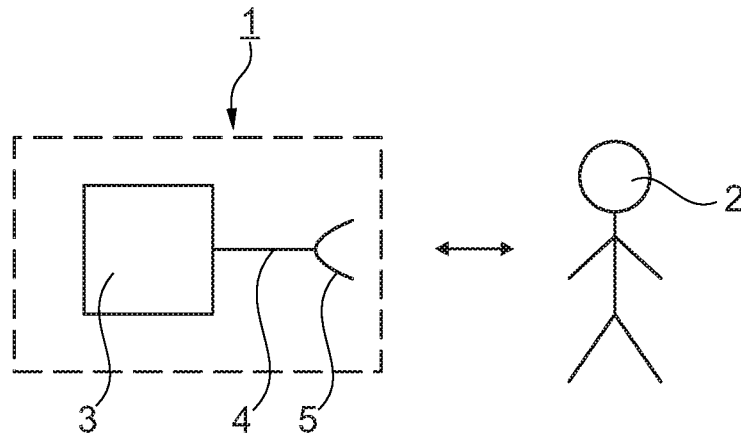


Fig. 1

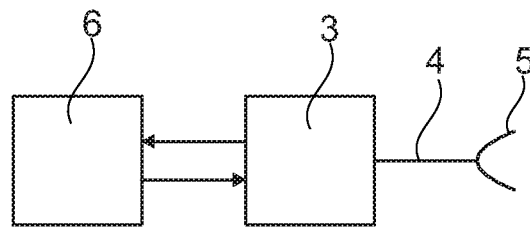


Fig. 2

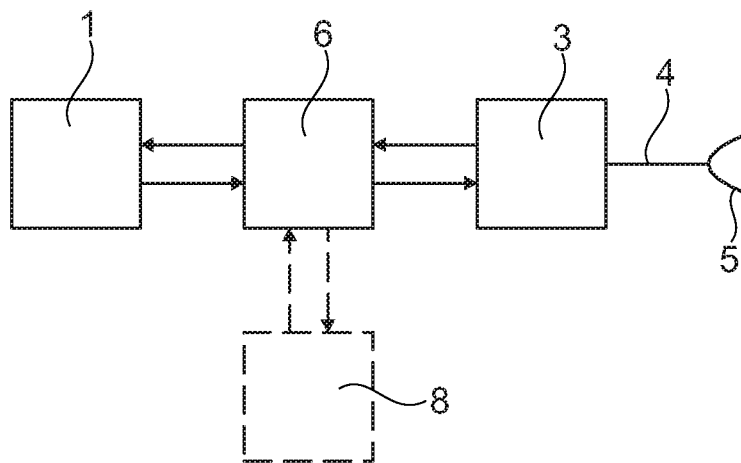


Fig. 3

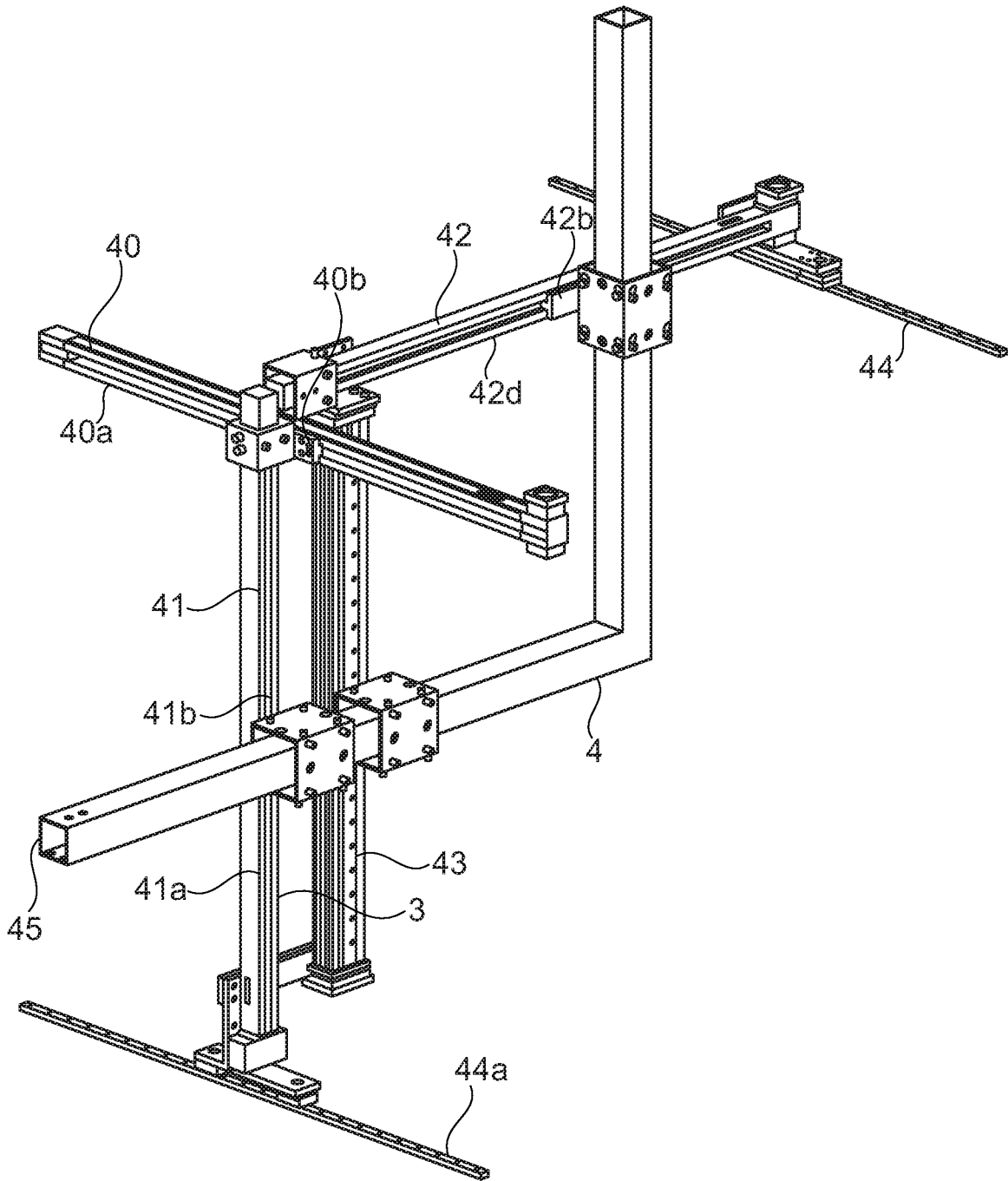


Fig. 4

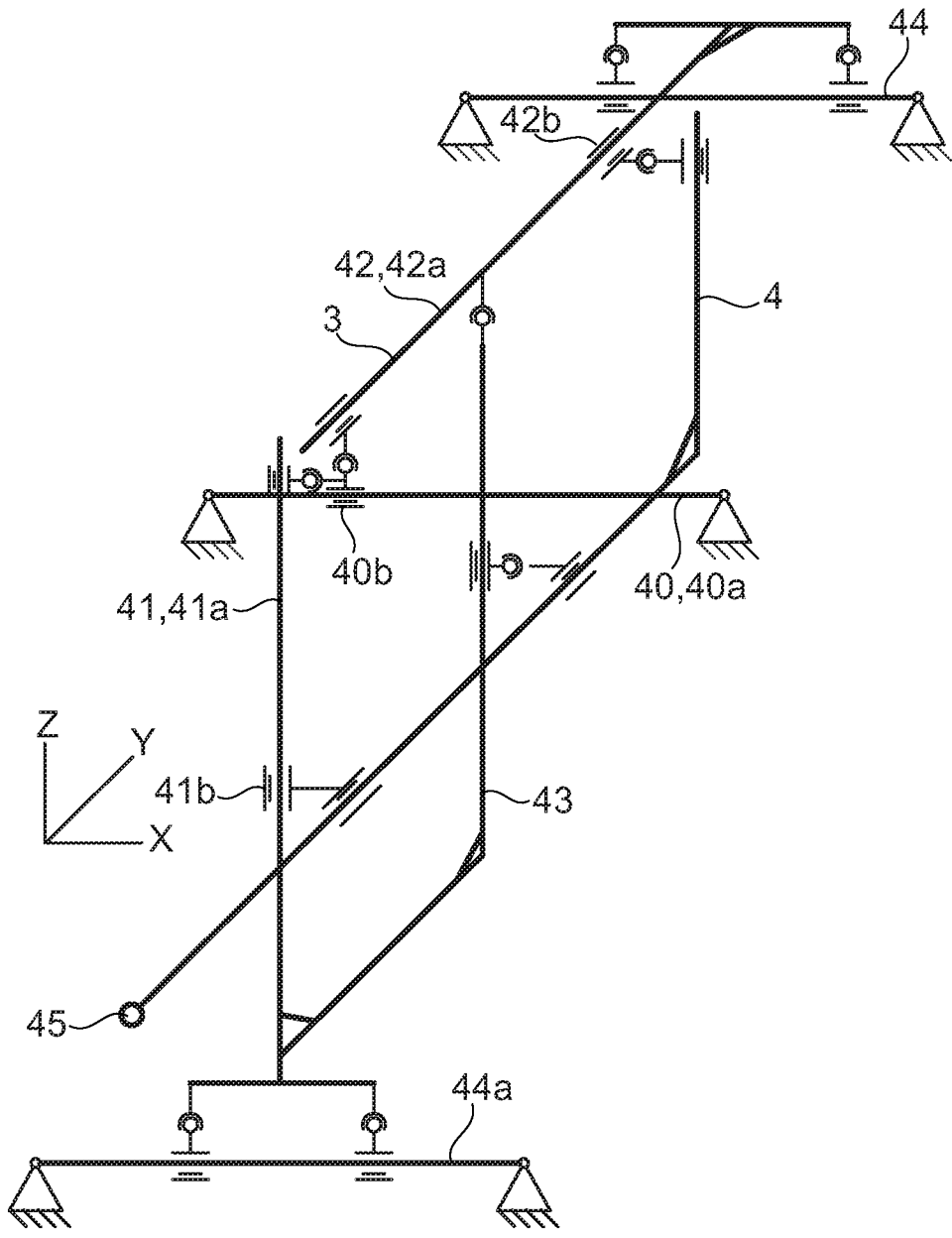


Fig. 5

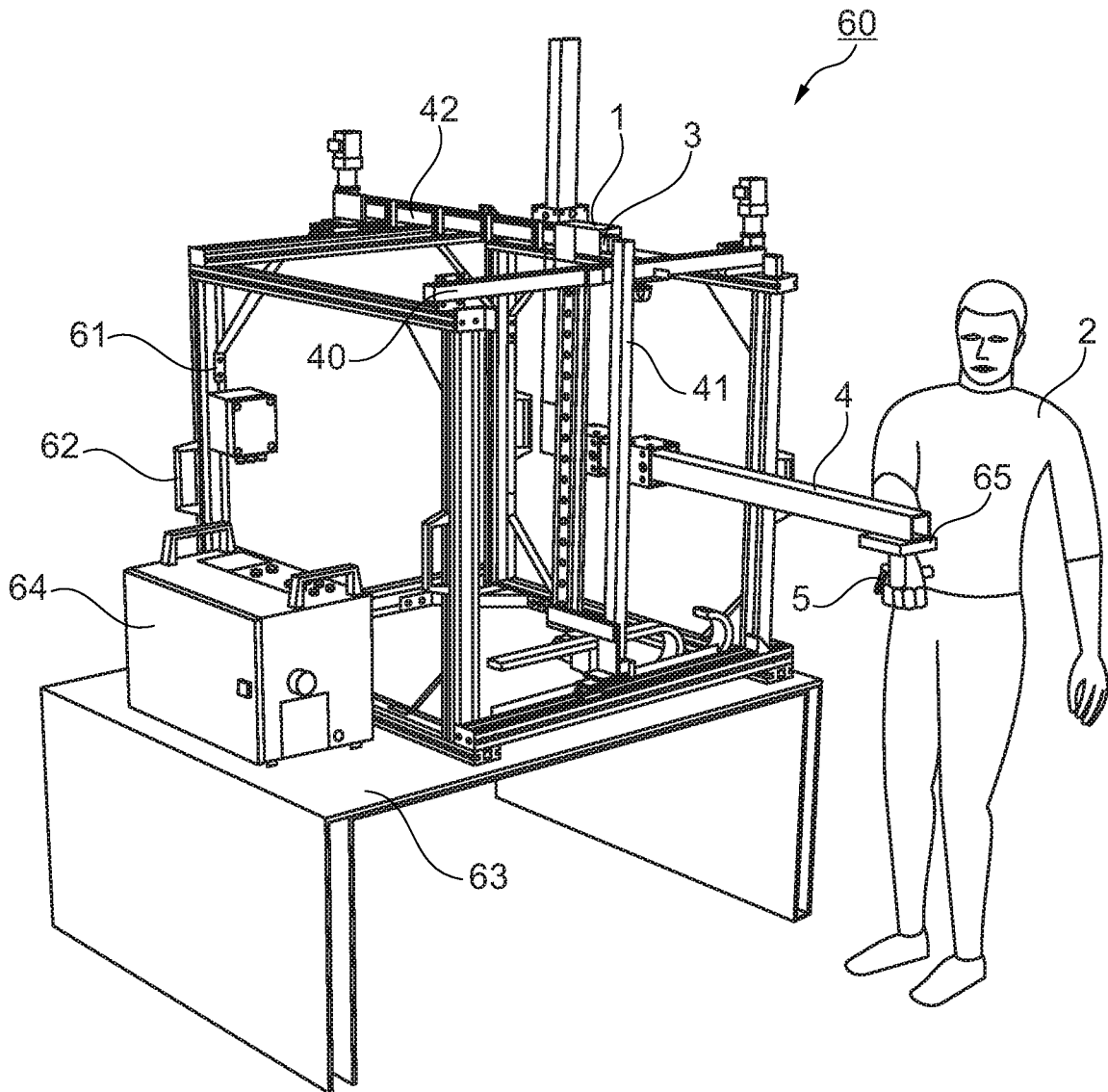


Fig. 6

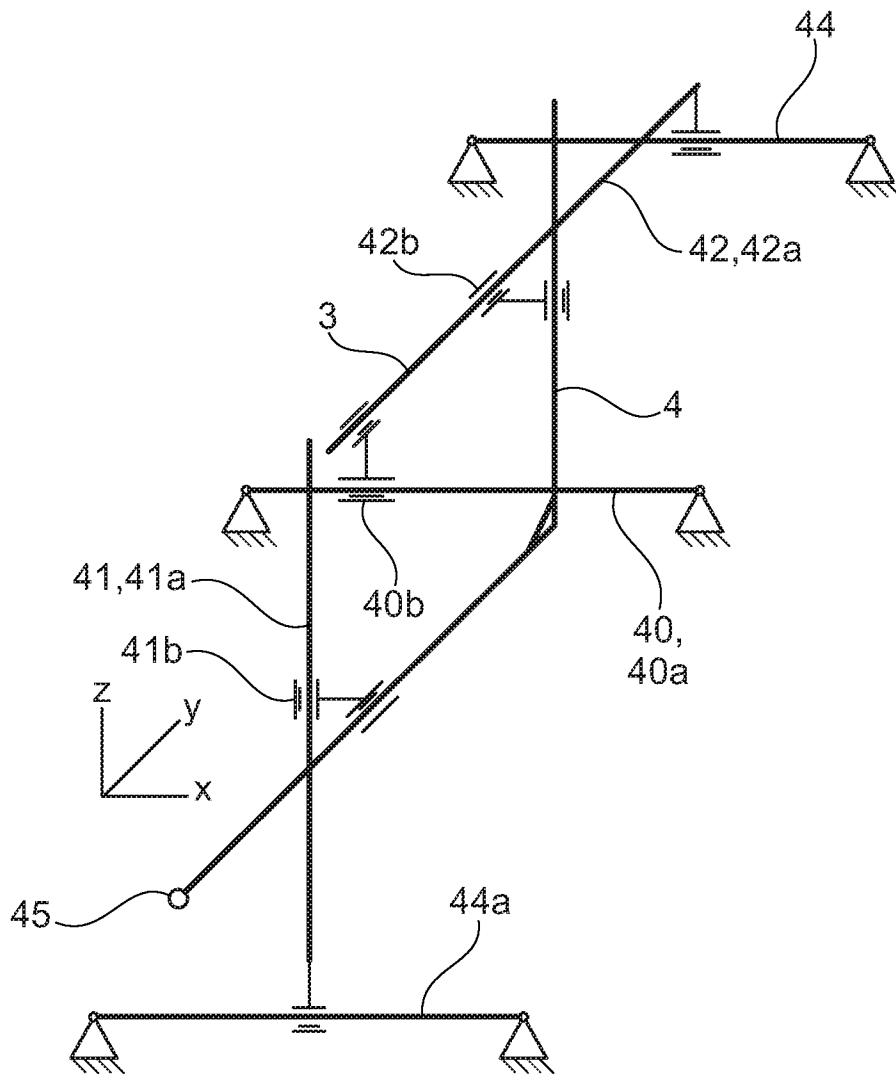


Fig. 7