

(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
31. Mai 2019 (31.05.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/101908 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B25J 9/00 (2006.01) B25J 15/10 (2006.01)
B25J 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/082343

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. November 2018 (23.11.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 220 999.2
23. November 2017 (23.11.2017) DE

(71) Anmelder: **DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT-
UND RAUMFAHRT E.V.** [DE/DE]; Linder Höhe, 51147
Köln (DE).

(72) Erfinder: **LII, Neal Yi-Sheng**; Bannwaldseestr. 63, 81379
München (DE). **DIETL, Julian**; Helene-Mayer-Ring 14,
80809 München (DE). **CHEN, Zhaopeng**; Kosthof Strasse
4, 82205 Gilching (DE). **PLEINTINGER, Benedikt**; Son-
nenstr. 11, 82110 Germering (DE).

(74) Anwalt: **DOMPATENT VON KREISLER SELTING
WERNER - PARTNERSCHAFT VON PATENTAN-
WÄLTEN UND RECHTSANWÄLTEN MBB**; Deich-
mannhaus am Dom, Bahnhofsvorplatz 1, 50667 Köln (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, DE, DJ, DK, DM,

(54) Title: MODULAR END EFFECTOR

(54) Bezeichnung: MODULARER ENDEFFEKTOR

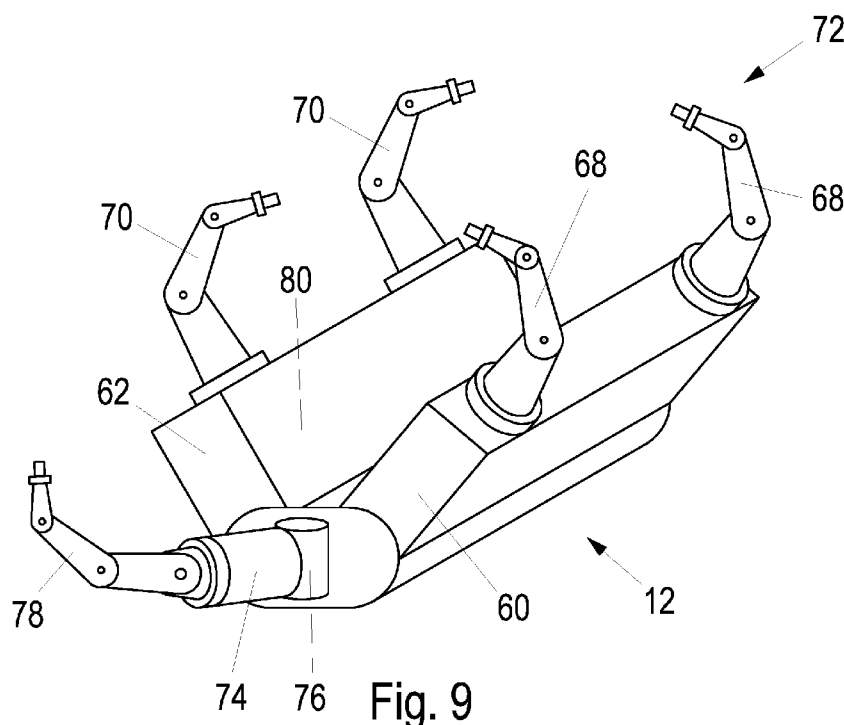


Fig. 9

(57) **Abstract:** The invention relates to a modular end effector comprising a base (12) with at least one connection element (14, 16, 38), wherein a manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) is connected to the connection element (14, 16, 18) in an exchangeable manner in particular. The position of the connection element (14, 16, 38) and/or the position of the manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) within the connection element (14, 16, 18) can be modified such that the manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) can be used in different positions relative to the base (12) in order to produce a versatile modular end effector.

(57) **Zusammenfassung:** Modularer Endeffektor mit einer Basis (12) mit mindestens einem Anschlusselement (14, 16, 38), wobei mit dem Anschlusselement (14, 16, 18) insbesondere austauschbar ein Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) verbunden ist. Dabei



WO 2019/101908 A1

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

ist die Position des Anschlusselements (14, 16, 38) und/oder die Position des Manipulators (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) innerhalb des Anschlusselements (14, 16, 18) veränderbar, so dass der Manipulator(18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) in unterschiedlichen Positionen relativ zur Basis (12) verwendet werden kann, um einen vielseitigen modularen Endeffektor zu schaffen.

Modularer Endeffektor

Die Erfindung betrifft einen modularen Endeffektor sowie einen Roboter mit einem solchen modularen Endeffektor.

Bekannte Endeffektoren für Roboter existieren in einer Vielzahl von Konfigurationen und können hierbei der menschlichen Hand nachgebildet oder als einfache Greifer ausgebildet sein. Dabei findet häufig eine Anpassung der Endeffektoren an die zu lösenden Aufgaben bereits bei der Konstruktion des jeweiligen Endeffektors statt. So ist ein bestimmter Endeffektor einer dedizierten Aufgabe oder einer kleinen Menge von dedizierten Aufgaben zugeordnet. Darüber hinaus existieren austauschbare Endeffektoren, die bei einem Wechsel der Aufgabe am Roboter ausgetauscht werden können. Jedoch ist auch hier häufig bereits bei der Konstruktion des jeweiligen Endeffektors die Aufgabe bekannt, so dass beispielsweise bei Vorliegen von zwei Aufgaben, die durch den Roboter bewältigt werden sollen, auch zwei Endeffektoren konstruiert werden, die so dann bei einem Wechsel der Aufgaben ausgetauscht werden können. Kommen jedoch neue Aufgaben hinzu, erfordert dies üblicherweise eine Neukonstruktion eines entsprechend angepassten Endeffektors, welche die Anforderung dieser neuen Aufgabe berücksichtigt. Die Fähigkeiten bestehender humanoider Roboterhände werden durch die Ähnlichkeit zur menschlichen Hand eingeschränkt. Beispielsweise ist die Größe der Objekte, welche gegriffen werden können, beschränkt. Bestehende einfache vielseitige Greifer können oftmals die Lage des gegriffenen Objekts in Bezug zum Roboter nicht definiert erreichen und auch nicht erkennen.

Darüber hinaus ist es bekannt, Endeffektoren mit austauschbaren Werkzeugen zur Verfügung zu stellen. Jedoch ist auch hier die Vielseitigkeit des Endeffektors stark eingeschränkt, da zwar die Werkzeuge gewechselt werden können, jedoch keine grundsätzlich verschiedenen Aufgaben durch den Endeffektor gelöst werden können. Somit müssen alle zu bewältigenden Aufgaben bereits zum Zeitpunkt der Konstruktion des Endeffektors bekannt sein. Innerhalb derselben zu lösenden Aufgabe können unterschiedliche Werkzeuge verwendet werden, jedoch erfordert üblicherweise eine Änderung der zu lösenden Aufgabe eine Neukonstruktion des Endeffektors.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen vielseitige Endeffektor zu schaffen.

Die Aufgabe wird gelöst durch einen modulare Endeffektor gemäß Anspruch 1 sowie den Roboter gemäß Anspruch 23.

Der erfindungsgemäße modulare Endeffektor weist eine Basis mit mindestens einem Anschlusselement auf. Dabei ist mit dem Anschlusselement ein Manipulator verbunden. Der Manipulator kann dabei insbesondere in Abhängigkeit der zu bewältigenden Aufgabe gewählt werden. Insbesondere ist der Manipulator austauschbar ausgebildet, um an die jeweilige Aufgabe angepasst zu werden. Somit ist der Manipulator lösbar mit dem Anschlusselement verbunden, so dass ein einfacher Wechsel des Manipulators ermöglicht wird. Dabei ist die Position des Anschlusselements veränderbar, so dass der Manipulator in unterschiedlichen Positionen relativ zur Basis verwendet werden kann. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist die Position des Manipulators innerhalb des Anschlusselements veränderbar, wodurch ebenfalls die Position des Manipulators relativ zur Basis verändert wird und somit der Manipulator in unterschiedlichen Positionen relativ zur Basis verwendet werden kann. Hierdurch wird eine erhöhte Anpassbarkeit auch an zum Zeitpunkt der Konstruktion des modularen Endeffektors unbe-

kannte Aufgaben gewährleistet. Dies erhöht die Vielseitigkeit des erfindungsgemäßen Endeffektors, da eine geometrische Veränderung der Position des Manipulators erfolgt und somit beispielsweise Bereiche zugänglich werden, welche zuvor unzugänglich waren, ohne dass eine Neukonstruktion des Endeffektors erfolgen muss. Vielmehr wird lediglich die Position des Anschlusselements bzw. die Position des Manipulators innerhalb des Anschlusselements derart verändert, dass im Rahmen einer neu gestellten Aufgabe auch zuvor unzugängliche Bereiche beispielsweise eines Werkstücks zugänglich werden. Somit können auch neu hinzukommende Aufgaben durch den selbe Endeffektor gelöst werden, ohne dass eine Neukonstruktion erforderlich wird.

Vorzugsweise weist die Basis ein erstes Segment sowie mindestens ein zweites Segment auf. Dabei sind erstes Segment und zweites Segment beweglich miteinander verbunden, so dass die Position des ersten Segments relativ zu dem zweiten Segment verändert werden kann. Weiterhin weisen jeweils das erste Segment und das zweite Segment mindestens ein Anschlusselement auf, so dass die Lage der Anschlusselemente des ersten Segments relativ zur Lage der Anschlusselemente des zweiten Segments verändert werden kann. Somit ist eine Geometrieänderung der Basis möglich, wodurch sich die Lage der Anschlusselemente am ersten Segment und zweite Segment relativ zueinander ändert. Hierdurch wird die Vielseitigkeit des modularen Endeffektors weiter erhöht. Beispielsweise ist es durch eine solche Geometrieänderung der Basis des modularen Endeffektors möglich, die Öffnungsweite des Endeffektors zu verändern, um beispielsweise größere Gegenstände greifen zu können. Somit ist bei einer Veränderung der gestellten Aufgabe, wobei beispielsweise im Rahmen der neuen Aufgabe größere Objekte gegriffen werden sollen, keine Neukonstruktion des Endeffektors erforderlich, da die Anforderungen durch eine Geometrieänderung der Basis des Endeffektors erfüllt werden können.

Vorzugsweise ist mehr als ein Manipulator mit einem der jeweiligen Anschlusselemente verbindbar. Ist dabei die Position des Anschlusselements veränderbar, so erfolgt eine gleichzeitige Positionsveränderung aller mit dem jeweiligen Anschlusselement verbundenen Manipulatoren. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es möglich, die Position aller Manipulatoren innerhalb eines jeweiligen Anschlusselements zu verändern.

Weiterhin betrifft die vorliegende Erfindung einen alternative modulare Endeffektor mit einer Basis, welche mindestens zwei Anschlusselemente aufweist. Dabei ist mit den Anschlusselementen mindestens ein Manipulator verbindbar. Insbesondere ist der Manipulator austauschbar mit den Anschlusselementen verbindbar, so dass ein schneller Austausch der Manipulatoren erfolgen kann. Hierzu sind die Manipulatoren insbesondere lösbar mit den Anschlusselementen verbunden. Erfindungsgemäß ist dabei mindestens ein Manipulator vorgesehen, so dass ein Anschlusselement unter Umständen in Abhängigkeit der zu lösenden Aufgabe keinen Manipulator aufweisen kann. Erfindungsgemäß weist dabei die Basis ein erstes Segment sowie mindestens ein zweites Segment auf, wobei erstes Segment und zweites Segment beweglich miteinander verbunden sind, so dass die Position des ersten Segments und des zweiten Segments zueinander verändert werden können. Hierdurch kann die Geometrie der Basis verändert werden. Dabei ist an jeweils dem ersten Segment und dem zweiten Segment mindestens eines der Anschlusselemente angeordnet, so dass durch die Positionsänderung des ersten Segments relativ zum zweiten Segment die Lage der Anschlusselemente des ersten Segments relativ zur Lage der Anschlusselemente des zweiten Segments verändert werden kann. Durch die Geometrieänderungen der Basis aufgrund des Vorsehens eines ersten Segments und eines zweiten Segments lässt sich der erfindungsgemäße modulare Endeffektor auf einfache Weise an neu gestellte Aufgaben anpassen, ohne dass eine Neukonstruktion erforderlich wäre.

Nachfolgende Erfindung bezieht sich auf jede der vorgenannten Alternativen des erfindungsgemäßen modularen Endeffektors.

Vorzugsweise weist die Basis mehr als zwei Segmente auf, welche insbesondere zueinander beweglich sind. Dabei weist insbesondere jedes der vorgesehenen Segmente mindestens ein Anschlusselement auf, so dass durch Bewegung der Segmente die Lage der jeweiligen Anschlusselemente geeignet an die gestellte Aufgabe angepasst werden kann und somit die Vielseitigkeit des modularen Endeffektors weiter erhöht wird.

Vorzugsweise ist die Position von mindestens zwei Segmenten der Basis zueinander veränderbar durch ein Verschieben gegeneinander. Alternativ hierzu erfolgt bei mindestens zwei Segmenten ein Verschwenken der beiden Segmente um eine gemeinsame Drehachse. Insbesondere bei Vorsehen mehrerer Segmente ist jedoch auch eine Kombination aus Verschieben und Verschwenken möglich, um eine möglichst vielseitigen Endeffektor zu schaffen, welche auf einfache Weise an die Anforderungen der jeweiligen Aufgaben angepasst werden kann.

Vorzugsweise weist der Endeffektor mehr als ein Anschlusselement, insbesondere mehr als zwei Anschlusselemente und besonders bevorzugt mehr als fünf Anschlusselemente auf, wobei insbesondere eine nicht menschliche Handkonfiguration erreicht werden kann. Dabei ist mit jedem dieser Anschlusselemente mindestens ein Manipulator verbindbar, so dass bei Vorsehen von mehr als fünf Anschlusselementen ebenso mehr als fünf Manipulatoren insbesondere austauschbar mit den jeweiligen Anschlusselementen verbindbar sind. Alternativ hierzu ist es auch möglich, dass mit einem Anschlusselement mehrere Manipulatoren verbindbar sind, so dass eine beliebige Anzahl Manipulatoren mit den Anschlusselementen verbunden werden kann.

Vorzugsweise ist die Position von mehr als einem Anschlusselement veränderbar, so dass eine weitreichende Anpassbarkeit der Positionen der jeweiligen Anschlusselemente gewährleistet ist. Bevorzugt ist es hierbei, dass die Positionen aller Anschlusselemente veränderbar sind, so dass eine vollständige Anpassbarkeit des modularen Endeffektors gewährleistet ist. Insbesondere sind hierbei die Positionen der Anschlusselemente unabhängig voneinander veränderbar. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist die Position von mehr als einem Manipulator innerhalb eines Anschlusselements veränderbar. Bevorzugt ist hierbei, dass die Position aller Manipulatoren innerhalb eines Anschlusselements veränderbar auszugestalten, um eine möglichst große Anpassbarkeit des modularen Endeffektors gewährleisten zu können. Dabei erfolgt die Veränderung der Positionen der Manipulatoren innerhalb eines Anschlusselements insbesondere unabhängig, um einen möglichst hohen Grad an Freiheit für die erforderliche Anpassbarkeit an beispielsweise eine neue Aufgabe gewährleisten zu können. Somit sind die Positionen eines, mehrerer oder aller Anschlusselemente, die Positionen eines, mehrerer oder aller Manipulatoren innerhalb eines Anschlusselements und/oder die Positionen eines, mehrerer oder aller Manipulatoren in jedem der Anschlusselemente veränderbar, so dass eine maximale Vielseitigkeit der Anpassbarkeit des modularen Endeffektors gewährleistet ist.

Vorzugsweise sind mehr als ein Manipulator und insbesondere mehr als fünf Manipulatoren vorgesehen, wobei bevorzugt die Anzahl an Anschlusselementen der Anzahl an Manipulatoren entspricht. Somit ist bevorzugt für jeden der Manipulatoren ein Anschlusselement vorgesehen. Alternativ hierzu kann jedoch die Anzahl an Manipulatoren höher gewählt werden und geeignet an die gestellten Aufgaben angepasst werden.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Manipulator um einen aktuierten Finger, ein Werkzeug, einen Sensor oder eine Lichtquelle. Als Beispiel für ein Werkzeug kann es sich bei dem Manipulator um einen Schraubendreher, Magnethalter, Schweißsonde oder dergleichen handeln. Als Beispiel für einen Sensor kann es

sich bei dem Manipulator um einen optischen Sensor wie beispielsweise eine Kamera, einen Temperatursensor, einen Strahlungssensor, ein elektrisches Messgerät für Strom oder Spannung und dergleichen handeln. Insbesondere handelt es sich bei dem Manipulator um jegliche aktive oder passive Komponente. Insbesondere weist der Manipulator ausgebildet als aktuierter Finger Aktuierungselemente auf wie beispielsweise Stellmotoren um die Pose des Fingers zu ändern. Dabei ist der aktuierte Finger nicht auf eine dreigliedrige humane Konfiguration beschränkt, sondern kann eine Vielzahl aktuierter und damit beweglicher Glieder aufweisen.

Vorzugsweise weist mindestens ein Anschlusselement eine lineare Beweglichkeit auf zur Veränderung der Position des Anschlusselements. Alternativ oder zusätzlich hierzu weist mindestens ein Manipulator innerhalb eines Anschlusselements eine lineare Beweglichkeit auf zur Veränderung der Position des Manipulators. Somit kann durch ein Verschieben des Anschlusselements oder des Manipulators innerhalb des Anschlusselements eine Positionsänderung verursacht werden zur Anpassung des modularen Endeffektors an eine neue Aufgabe. Hierbei können beispielsweise reibungsarme Gleitelemente verwendet werden zur linearen Veränderung der Position. Vorzugsweise weist mehr als ein Anschlusselement und/oder mehr als ein Manipulator eine lineare Beweglichkeit auf.

Vorzugsweise weist mindestens ein Anschlusselement eine rotatorische Beweglichkeit auf zur Veränderung der Position des Anschlusselements. Alternativ oder zusätzlich hierzu weist mindestens ein Manipulator innerhalb eines Anschlusselements eine rotatorische Beweglichkeit auf zur Veränderung der Position des Manipulators. Hierdurch ist eine weitere Anpassbarkeit des modularen Endeffektors gewährleistet. Bevorzugt ist es dabei, dass mehr als ein Anschlusselement und/oder mehr als ein Manipulator eine rotatorische Beweglichkeit aufweisen.

Vorzugsweise ist die Position mindestens eines Anschlusselements und/oder die Position mindestens eines Manipulators innerhalb eines Anschlusselements manuell veränderbar. Dabei sind bevorzugt die Positionen aller Anschlusselemente und/oder die Positionen aller Manipulatoren innerhalb eines Anschlusselements bzw. innerhalb des jeweiligen Anschlusselements manuell veränderbar.

Vorzugsweise ist die Position mindestens eines Segments und insbesondere die Position aller Segmente der Basis zueinander manuell veränderbar.

Vorzugsweise ist eine an mindestens einem Anschlusselement angeordnete Lösevorrichtung vorgesehen, so dass durch die Lösevorrichtung eine Arretierung der Position des Anschlusselements lösbar ist und somit die Position des Anschlusselements veränderbar ist. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist an dem Manipulator eine Lösevorrichtung vorgesehen, wobei durch die Lösevorrichtung eine Arretierung der Position des Manipulators innerhalb eines Anschlusselements lösbar ist, so dass die Position des Manipulators veränderbar ist. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist eine Lösevorrichtung an der Basis angeordnet, so dass durch die Lösevorrichtung eine Arretierung der Position der Segmente der Basis lösbar ist, so dass die Position der Segmente der Basis zueinander veränderbar ist. Durch Vorsehen einer solchen Lösevorrichtung ist es möglich, den modularen Endeffektor und insbesondere die Geometrieänderung der Basis sowie die Position des Manipulators schnell anzupassen, also auch während der Laufzeit, ohne dass eine erhebliche Umkonstruktion erforderlich wäre.

Vorzugsweise ist die Position mindestens eines Anschlusselements und bevorzugt aller Anschlusselemente automatisch veränderbar. Dabei kann eine automatische Positionsänderung erfolgen, beispielsweise durch ein Stellglied oder dergleichen, welches durch eine Steuerung des Endeffektors angesprochen wird. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist die Position mindestens eines Manipulators innerhalb des jeweiligen Anschlusselements automatisch veränderbar,

und bevorzugt ist dabei die Position aller Manipulatoren innerhalb eines Anschlusselements bzw. des jeweiligen Anschlusselements automatisch veränderbar. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist die Position mindestens eines Segments und bevorzugt die Positionen aller Segmente der Basis zueinander automatisch veränderbar. Somit ist es auf einfache Weise möglich, den modularen Endeffektor an neue Aufgaben anzupassen, auch dann, wenn wie beispielsweise bei Weltraumanwendungen kein unmittelbarer Zugriff auf den Endeffektor möglich ist. Dabei erfolgt die Änderung der Geometrie bzw. der Position des Anschlusselements bzw. des Manipulators beispielsweise durch ein Stellglied aufgrund eines Steuerbefehls, der von einer Steuerung des modularen Endeffektors ausgegeben wird.

Vorzugsweise ist eine Lösevorrichtung vorgesehen, insbesondere bei automatisch veränderbarer Position der Anschlusselemente, der Manipulatoren und/oder der Segmente, ausgebildet als Schneckengetriebe, als Ratsche oder als Bremsvorrichtung. Dies bietet den Vorteil einer stabilen Fixierung der Anschlusselemente, Manipulatoren und/oder Segmente, wodurch die Stabilität erhöht wird. Gleichzeitig kann der Energieverbrauch verringert werden, da kein Aktuator mehr erforderlich ist, um das Anschlusselement, den Manipulator und/oder das Segment in seiner Position zu halten. Insbesondere können solche Aktuatoren zum Halten der Position völlig entfallen, bevorzugt vorhandene Aktuatoren einfach ausgebildet sein, so dass Gewicht eingespart werden kann.

Vorzugsweise erfolgt die Veränderung der Position elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch. Selbstverständlich ist auch eine Kombination hiervon möglich, so dass eine Schnellverstellung beispielsweise pneumatisch erfolgt, wohingegen eine Feinverstellung elektrisch oder dergleichen erfolgt.

Vorzugsweise weisen mindestens ein und bevorzugt alle Anschlusselemente Anschlüsse auf, die für eine Vielzahl unterschiedlicher Manipulatoren passen, so dass ein schnelles Austauschen der Manipulatoren ermöglicht wird. Somit sind

Standardanschlüsse geschaffen, die ein schnelles Austauschen der Manipulatoren ermöglichen und insbesondere die Vielseitigkeit des modularen Endeffektors weiter erhöhen, da an jedem der Anschlusselemente jeder der möglichen Manipulatoren angebracht und verbunden werden kann.

Vorzugsweise weist die Basis ein Oberflächenelement auf, welches die innenseitige Oberfläche des Endeffektors ausbildet, also gerade die Grifffläche. Dabei ist das Oberflächenelement zumindest teilweise austauschbar. Hierdurch kann das Oberflächenelement ebenfalls an die zu erfüllende Aufgabe des modularen Endeffektors angepasst werden. Alternativ oder zusätzlich hierzu weist das Oberflächenelement verschiedene Bereiche auf, wobei einzelne Bereiche unterschiedliche Materialien aufweisen. Somit ist eine gezielte Anpassbarkeit des Oberflächenelements an die zu erfüllenden Bereiche möglich, so dass beispielsweise ein Bereich eine harte Oberfläche aufweist für ein präzises Greifen, wohingegen ein anderer Bereich eine elastische Oberfläche aufweist, die zusätzlich rutschhemmend wirkt, um ein sicheres Greifen zu gewährleisten. Dabei ist es besonders bevorzugt, dass einzelne Bereiche austauschbar sind, um somit die Anpassbarkeit des modularen Endeffektors weiter zu erhöhen.

Vorzugsweise ist bei der Verwendung aktuierter Finger als Manipulatoren die Position der Anschlusselemente und/oder der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente derart anpassbar, dass mehr als ein Paar gegeneinander wirkender Manipulatoren vorliegt. Bei der menschlichen Hand existiert lediglich ein Paar, beispielsweise gebildet aus Zeigefinger und Daumen. Bei dem vorliegenden modularen Endeffektor ist es möglich, durch weitere Manipulatoren ein weiteres Paar zu bilden, wobei einer der Manipulatoren die Funktion eines weiteren Daumens übernimmt und ein anderer Manipulator beispielsweise die Funktion des Mittelfingers. Somit sind zwei Paare gegeneinander wirkender Manipulatoren geschaffen, wodurch beispielsweise zwei oder mehr Gegenstände gleichzeitig gegriffen werden können oder ein gegriffener Gegenstand durch das zweite Paar gegeneinander wirkender Manipulatoren manipuliert werden kann. Hierbei

kann beispielsweise ein gegriffener Gegenstand in der Hand auf einfache Weise gedreht werden bzw. in eine andere Orientierung gebracht werden, ohne dass es erforderlich ist, eine zweite Hand hinzuzunehmen oder den Gegenstand abzulegen.

Vorzugsweise ist bei der Verwendung aktuierter Finger als Manipulatoren die Position der Anschlusselemente und/oder der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente derart anpassbar, dass mindestens zwei aktuierte Finger zusammengefasst werden können, so dass die zwei zusammengefassten aktuierten Finger ihre Bewegung synchron, also gleichzeitig und gleichförmig, ausführen zur gegenseitigen Verstärkung. Somit kann beispielsweise bei einer höheren Kraftanforderung die Position der Anschlusselemente und/oder der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente derart angepasst werden, dass die Kraft erfordernde Bewegung durch zwei aktuierte Finger gleichzeitig ausgeführt wird und sich somit deren Kraft addiert. Auch eine Beschädigung der aktuierten Finger kann hierdurch vermieden werden, da sich durch das Zusammenfassen der zwei aktuierten Finger die Stabilität erhöht.

Vorzugsweise ist bei der Verwendung aktuierter Finger als Manipulatoren die Position der Anschlusselemente und/oder der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente derart anpassbar, dass die Lage der aktuierten Finger einer humanoiden Konfiguration entspricht. Dies vereinfacht die Übertragung in einem Teleoperationsmodus als Steuerungselement in einem Mensch-Maschine-Interface, bei dem die Bewegung einer menschlichen Hand erfasst und sodann auf den Endeffektor übertragen wird. Eine komplizierte Umrechnung der Bewegung der menschlichen Hand auf eine nicht-menschliche Konfiguration entfällt gerade, da die aktuierten Finger als Manipulatoren in einer humanoiden Konfiguration angeordnet sind.

Vorzugsweise weist die Basis mindestens einen Positionssensor auf zur Erfassung der Position der Segmente der Basis. Alternativ oder zusätzlich hierzu weist

die Basis mindestens einen Kraftsensor auf zur Erfassung der auf die Basis wirkenden Kräfte. Vorzugsweise ist eine Vielzahl von Positionssensoren, insbesondere für jedes der vorgesehenen Segmente ein Positionssensor vorgesehen zur exakten Ermittlung der Position der Segmente der Basis.

Vorzugsweise weisen bei der Verwendung aktuiertter Finger als Manipulatoren diese aktuierten Finger Positionssensoren sowie Kraftsensoren auf zur Ausführung und Überwachung einer exakten Bewegung.

Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung einen Roboter mit mindestens einem modularen Endeffektor wie vorstehend beschrieben.

Vorzugsweise handelt es sich bei dem Roboter um einen Roboterarm mit insbesondere sechs und bevorzugt sieben Freiheitsgraden.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform des modularen Endeffektors in einer ersten Konfiguration,

Fig. 2 der modulare Endeffektor der Fig. 1 in einer zweiten Konfiguration,

Fig. 3 eine Detailansicht der Arretierung,

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform des modularen Endeffektors in einer ersten Konfiguration,

Fig. 5 der modulare Endeffektor der Fig. 4 in einer zweiten Konfiguration,

Fig. 6 eine weitere Ausführungsform des modularen Endeffektors in einer ersten Konfiguration,

Fig. 7 der modulare Endeffektor der Fig. 6 in einer zweiten Konfiguration,

Fig. 8 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen modularen Endeffektors,

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen modularen Endeffektors,

Fig. 10 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen modularen Endeffektors und

Fig. 11 eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen modularen Endeffektors.

Der erfindungsgemäße modulare Endeffektor 10 weist eine Basis 12 auf mit einem ersten Anschlusselement 14 und einem zweiten Anschlusselement 16. Dabei ist mit dem ersten Anschlusselement 14 ein erster Manipulator 18 verbunden, der in Fig. 1 als aktuierter Finger dargestellt ist. Hierauf ist jedoch der erste Manipulator 18 nicht beschränkt, so dass es sich beispielsweise auch um ein Werkzeug, einen Sensor wie beispielsweise eine bewegliche Kamera oder eine bewegliche Lichtquelle handeln kann. Allgemein kann es sich bei dem Manipulator 18 um jegliches aktives oder passives Element handeln, welches im Rahmen der durch den modularen Endeffektor zu lösenden Aufgabe erforderlich ist. Auch ist der aktuierte Finger nicht auf eine Dreigliedrigkeit beschränkt und kann mehr oder weniger aktuierte Glieder aufweisen.

Mit dem zweiten Anschlusselement 16 ist ein zweiter Manipulator 20 verbunden, der ebenfalls als aktuierter Finger in der Fig. 1 schematisch dargestellt ist. Dabei

ist gemäß der Fig. 2 entsprechend dem Pfeil 22 der zweite Manipulator 20 innerhalb des zweiten Anschlusselements 16 linear verschiebbar, so dass sich die Position des zweiten Manipulators 20 ändert und hiermit an eine neue Aufgabe angepasst werden kann, ohne dass es dabei einer Neukonstruktion des modularen Endeffektors 10 bedarf. Zur Erzeugung der linearen Beweglichkeit des zweiten Manipulators 20 können beispielsweise lineare Gleitelemente 24 (Fig. 3) vorgesehen sein, innerhalb derer der zweite Manipulator 20 verschiebbar ist, um so zu einer anderen Position verbracht zu werden. Dabei kann die lineare Positionsänderung beispielsweise erzeugt werden durch Drehen einer Madenschraube 26, in die ein Zahnelement 28 des zweiten Manipulators 20 eingreift. Zusätzlich hierzu ist das Zahnelement 28 durch eine Feder 30 in Richtung der Madenschraube 26 federbelastet. Dabei kann das Zahnelement 28 entgegen der Federbelastung entlang des Pfeils 32 verschoben werden, so dass das Zahnelement 28 nicht mehr in Eingriff steht mit der Madenschraube 26. Sodann ist es möglich, den zweiten Manipulator 20 frei innerhalb des linearen Gleitelements 24 zu verschieben. Somit ist es möglich, eine schnelle Positionsänderung des Manipulators manuell zu bewerkstelligen.

Alternativ hierzu ist es jedoch auch möglich, die Positionsänderung des zweiten Manipulators 20 automatisch erfolgen zu lassen, beispielsweise durch ein elektrisches Stellglied oder beispielsweise durch eine motorbetriebene Madenschraube, die mit einem Zahnelement des zweiten Manipulatorelements 20 in Eingriff steht. Sodann kann durch Bewegung des Stellglieds (nicht gezeigt) oder Drehung der Madenschraube durch den Motor eine automatische Positionsänderung des zweiten Manipulatorelements 20 erzielt werden.

Nachfolgend werden gleiche oder ähnliche Bauteile mit denselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

In der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform des Endeffektors 36 ist das zweite Manipulatorelement 20 weiterhin entsprechend dem Pfeil 34 in seiner Position

veränderbar, wobei hierzu das zweite Manipulatorelement 20 eine lineare Beweglichkeit aufweist. Zusätzlich weist der modulare Endeffektor 36 der Fig. 4 ein drittes Anschlusselement 38 auf, mit dem ein dritter Manipulator 40 verbunden ist. Dabei ist der dritte Manipulator 40 wiederum als aktuierter Finger ausgebildet, wobei es sich auch hier lediglich um ein Beispiel handelt. Dabei weist das dritte Manipulatorelement 40 eine rotatorische Beweglichkeit entsprechend dem Pfeil 42 (Fig. 5) auf, sodass die Position des dritten Manipulators 40 anpassbar ist. Somit können beispielsweise durch die rotatorische Anpassbarkeit der Position des dritten Manipulators 40 Elemente greifbar werden, die zuvor für den modularen Endeffektor 36 nicht greifbar waren. Somit ist bei einer Änderung der zu lösenden Aufgabe eine Neukonstruktion des modularen Endeffektors nicht mehr erforderlich.

In der Ausführungsform der Fig. 6 weist der modulare Endeffektor 44 einen vierten Manipulator 46 auf. Dieser ist mit dem zweiten Anschlusselement 16 verbunden. Dabei kann die Position des vierten Manipulators 46 entsprechend dem Pfeil 48 an die jeweiligen Anforderungen angepasst werden. Somit sind sowohl der zweite Manipulator 20 als auch der vierte Manipulator 46 mit dem zweiten Anschlusselement 16 verbunden und innerhalb dieses Anschlusselements 16 beweglich, so dass die Position an die zu bewältigenden Aufgaben angepasst werden kann.

Bei der Ausführungsform des modularen Endeffektors 50, gezeigt in Fig. 7, weist der dritte Manipulator 40 neben der rotatorischen Beweglichkeit zur Anpassung der Position des Manipulators, wie bereits vorstehend beschrieben, eine lineare Beweglichkeit entsprechend der Pfeile 52 auf. Somit kann die Position des dritten Manipulators 40 sowohl auf rotatorische Weise als auch auf lineare Weise angepasst werden, wodurch ein hoher Grad an Anpassbarkeit und somit eine große Vielseitigkeit des modularen Endeffektors 50 erreicht wird. Weiterhin ist die Position des ersten Anschlusselements 14 entsprechend dem Pfeil 54 verän-

derbar. Hierdurch ändert sich gleichzeitig auch die Position des ersten Manipulators 18 entsprechend dem Pfeil 56. Die Veränderung der Position des ersten Anschlusselements 14 kann dabei ergänzt werden durch eine Beweglichkeit des ersten Manipulators 18, wie beispielsweise in Bezug auf die zweiten und dritten Manipulatoren in vorstehend beschriebener Weise.

Der in Fig. 8 gezeigte modulare Endeffektor 58 weist eine Basis 12 auf mit einem ersten Segment 60 und einem zweiten Segment 62. Dabei sind erstes Segment 60 und zweites Segment 62 über einen gemeinsamen Drehpunkt 64 miteinander beweglich verbunden, so dass erstes Segment 60 und zweites Segment 62 entsprechend dem Pfeil 66 gegeneinander verschwenkt werden können. Dabei weist in der dargestellten Ausführungsform das erste Segment 60 einen ersten Manipulator 68 auf. Ebenso weist das zweite Segment 62 einen zweiten Manipulator 70 auf. Durch ein Verändern der Position des ersten Segments 60 und des zweiten Segments 62 zueinander ändert sich ebenso die Position des ersten Manipulators 68 und des zweiten Manipulators 70, so dass deren Position an eine geänderte Aufgabenstellung angepasst werden kann und so ein vielseitiger Endeffektor geschaffen wird.

In der in Fig. 9 gezeigten Ausführungsform weist der modulare Endeffektor 72 eine Basis auf mit einem ersten Segment 60 und einem zweiten Segment 62. Dabei sind mit dem ersten Segment 60 zwei Manipulatoren 68 verbunden, die im dargestellten Beispiel als aktuierte Finger dargestellt sind. Ebenso sind mit dem zweiten Segment 62 zwei Manipulatoren 70 verbunden, welche ebenfalls als aktuierte Finger dargestellt sind. Dabei können sowohl die Manipulatoren 68 des ersten Segments 60 als auch die Manipulatoren 70 des zweiten Segments 62 eine translatorische oder rotatorische Beweglichkeit aufweisen, um so eine weiter verbesserte Anpassbarkeit des modularen Endeffektors 72 zu gewährleisten. Weiterhin ist bei dem modularen Endeffektor 72 der Fig. 9 ein drittes Segment 74 der Basis 12 vorgesehen, welches über einen Drehpunkt 76 mit dem ersten Segment 60 und dem zweiten Segment 62 verbunden ist. Somit ist

die Position des dritten Segments 74 der Basis 12 veränderbar und hierdurch anpassbar an neue bzw. geänderte Aufgaben. Das dritte Segment 74 der Basis 12 weist dabei einen Manipulator 78 auf, welcher wiederum als aktuierter Finger ausgeführt ist.

Weiterhin weist der Endeffektor 72 der Fig. 9 ein austauschbares Oberflächenelement 80 auf, wobei das Oberflächenelement 80 an die jeweilige Aufgabe angepasst werden kann. Dabei kann das Oberflächenelement 80 unterteilt sein, so dass unterschiedliche Bereiche funktional unterschiedliche Materialien aufweisen in Abhängigkeit der zu lösenden Aufgabe.

Aufgrund der Veränderbarkeit der Position der Anschlusselemente und/oder der Position der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente zusammen mit der Möglichkeit der Geometrieänderungen der Basis wird ein modularer Endeffektor geschaffen, die auf einfache Weise an sich ändernde Aufgaben angepasst werden kann. Dabei ist es selbstverständlich, dass die Merkmale der vorstehenden Ausführungsformen frei miteinander kombiniert werden können, um die maximale Anpassbarkeit des modularen Endeffektors weiter zu erhöhen. Insbesondere ist die Erfindung nicht beschränkt auf eine bestimmte Anzahl Manipulatoren oder Segmente der Basis. Ebenso ist die Erfindung nicht beschränkt auf die Art der verwendeten Manipulatoren.

Der in Fig. 10 gezeigte modulare Endeffektor ist aufgebaut wie vorstehend zu der Fig. 9 bereits beschrieben. Zusätzlich weist dieser jedoch einen zweiten drehbar angeordneten Manipulator 79. Somit können durch die vorhandenen Manipulatoren nicht-menschliche Konfigurationen/Anordnungen der Manipulatoren erzeugt werden. Dabei können insbesondere mehrere Kraftpaare gebildet werden, so dass ein gleichzeitiges Greifen von mehr als einem Objekt möglich ist oder das gleichzeitige Greifen und Bearbeiten eines Objekts. Auch können die Manipulatoren 70, die mit dem zweiten Segment 62 verbunden sind, und/oder die Manipulatoren 68 des ersten Segments 60 jeweils zusammen wirken, so

dass sich die Kraft der Manipulatoren addiert bzw. eine höhere Stabilität der Manipulatoren erreicht wird. Die Manipulatoren 70 des zweiten Segments werden dabei synchron verfahren. Sind auch die Manipulatoren 68 des ersten Segments vorgesehen um gemeinsam zu wirken, werden auch die Manipulatoren 68 des ersten Segments synchron verfahren. Selbstverständlich sind die Bewegungen der Manipulatoren des jeweils ersten oder zweiten Segments unabhängig voneinander.

Der in Fig. 10 gezeigte modulare Endeffektor ist aufgebaut wie vorstehend zu der Fig. 9 bereits beschrieben. Zusätzlich weist der Endeffektor die Möglichkeit auf, die Segmente 60, 62 der Basis 12 zueinander entsprechend dem Pfeil 63 zu drehen, so dass die Konfiguration/Geometrie der Basis angepasst werden kann.

Patentansprüche

1. Modularer Endeffektor mit einer Basis (12) mit mindestens einem Anschlusselement (14, 16, 38),

wobei mit dem Anschlusselement (14, 16, 38) insbesondere austauschbar ein Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) verbunden ist,

dadurch gekennzeichnet, dass die Position des Anschlusselements (14, 16, 38) und/oder die Position des Manipulators (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) innerhalb des Anschlusselements (14, 16, 38) veränderbar ist, so dass der Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) in unterschiedlichen Positionen relativ zur Basis (12) verwendet werden kann.
2. Modularer Endeffektor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis ein erstes Segment (60) und mindestens ein zweites Segment (62, 74) aufweist, wobei erstes Segment (60) und zweites Segment (62, 74) beweglich miteinander verbunden sind, so dass die Position des ersten Segments (60) und des zweiten Segments (62, 74) zueinander verändert werden kann, wobei jeweils das erste Segment (60) und das zweite Segment (62, 74) mindestens ein Anschlusselement (14, 16, 38) aufweisen, so dass die Lage der Anschlusselemente (14, 16, 38) des ersten Segments (60) relativ zur Lage der Anschlusselemente (14, 16, 38) des zweiten Segments (62, 74) verändert werden kann.
3. Modularer Endeffektor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mehr als ein Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) mit jeweils einem der Anschlusselemente (14, 16, 38) verbindbar ist.

4. Modularer Endeffektor mit

einer Basis (12) mit mindestens zwei Anschlusselementen (14, 16, 38),

wobei mit den Anschlusselementen (14, 16, 38) insbesondere austauschbar jeweils mindestens ein Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) verbindbar ist und mindestens ein Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) vorgesehen ist,

wobei die Basis (12) ein erstes Segment (60) und mindestens ein zweites Segment (62, 74) aufweist, wobei erstes Segment (60) und zweites Segment (62, 74) beweglich miteinander verbunden sind, so dass die Position des ersten Segments (60) und des zweiten Segments (62, 74) zueinander verändert werden kann,

wobei jeweils das erste Segment (60) und das zweite Segment (62, 74) jeweils mindestens ein Anschlusselement (14, 16, 38) aufweisen, so dass die Lage der Anschlusselemente (14, 16, 38) des ersten Segments (60) relativ zur Lage der Anschlusselemente (14, 16, 38) des zweiten Segments (62, 74) verändert werden kann.

5. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis (12) mehr als zwei Segmente (60, 62, 74) aufweist, wobei jedes Segment insbesondere mindestens ein Anschlusselement aufweist.

6. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionen von mindestens zwei Segmenten (60, 62, 74) der Basis zueinander veränderbar sind durch ein Verschieben gegeneinander und/oder ein Verschwenken um eine gemeinsame Drehachse.

7. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch mehr als ein Anschlusselement (14, 16, 38), insbesondere mehr als zwei Anschlusselemente und besonders bevorzugt mehr als fünf Anschlusselemente.
8. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionen von mehr als einem Anschlusselement (14, 16, 38) und/oder Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) innerhalb eines Anschlusselements (14, 16, 38) insbesondere unabhängig veränderbar sind, wobei bevorzugt die Positionen aller Anschlusselemente und/oder aller Manipulatoren innerhalb eines Anschlusselements insbesondere unabhängig voneinander veränderbar sind.
9. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch mehr als einen Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78), insbesondere mehr als fünf, wobei bevorzugt die Anzahl an Anschlusselementen der Anzahl an Manipulatoren entspricht.
10. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei mindestens einem Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) um einen aktuierten Finger, ein Werkzeug, einen Sensor oder eine Lichtquelle handelt.
11. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Anschlusselement (14, 16, 38) eine lineare Beweglichkeit aufweist zur Veränderung der Position des Anschlusselements und/oder mindestens ein Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) innerhalb eines Anschlusselements linear beweglich ist zur Veränderung der Position des Manipulators.

12. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Anschlusselement (14, 16, 38) eine rotatorische Beweglichkeit aufweist zur Veränderung der Position des Anschlusselements und/oder mindestens ein Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) innerhalb eines Anschlusselements rotatorisch beweglich ist zur Veränderung der Position des Manipulators.
13. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Position mindestens eines Anschlusselements (14, 16, 38), insbesondere aller Anschlusselemente und/oder die Position mindestens eines Manipulators (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) innerhalb eines Anschlusselements und insbesondere die Positionen aller Manipulatoren innerhalb der jeweiligen Anschlusselemente und/oder die Position mindestens eines Segments und insbesondere die Positionen aller Segmente der Basis zueinander manuell verändert werden kann.
14. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch eine an dem Anschlusselement (14, 16, 38) und/oder dem Manipulator (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) und/oder der Basis angeordnete Lösevorrichtung (28, 30), so dass durch die Lösevorrichtung (28, 30) eine Arretierung der Position des Anschlusselements und/oder des Manipulators innerhalb des Anschlusselements gelöst wird und die Position des Anschlusselements und/oder Manipulators veränderbar ist.
15. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Position mindestens eines Anschlusselements (14, 16, 38), insbesondere aller Anschlusselemente und/oder die Position mindestens eines Manipulators (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) innerhalb eines Anschlusselements und insbesondere die Positionen aller Manipulatoren innerhalb der jeweiligen Anschlusselemente und/oder die Position mindestens eines Segments (60, 62, 74) und insbesondere die Positionen

aller Segmente der Basis (12) zueinander automatisch verändert werden kann.

16. Modularer Endeffektor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Veränderung der Position elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch erfolgt.
17. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlusselemente (14, 16, 38) Anschlüsse aufweisen, die für eine Vielzahl unterschiedlicher Manipulatoren (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) passen, so dass ein schnelles Austauschen der Manipulatoren ermöglicht wird.
18. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis (12) ein Oberflächenelement (80) aufweist, welches die innenseitige Oberfläche des modularen Endeffektors bildet, wobei das Oberflächenelement (80) zumindest teilweise austauschbar ist und/oder mehr als einen Bereich aufweist, wobei einzelne Bereiche unterschiedliche Materialien aufweisen.
19. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung aktuierter Finger als Manipulatoren (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) die Position der Anschlusselemente und/oder der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente derart angepasst werden kann, dass mehr als ein Paar gegeneinander wirkender Manipulatoren vorliegt.
20. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung aktuierter Finger als Manipulatoren (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) die Position der Anschlusselemente

und/oder der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente derart angepasst werden kann, dass mindestens zwei aktuierte Finger zusammengefasst werden können, so dass die zwei aktuierten Finger ihre Bewegungen synchron ausführen zur gegenseitigen Verstärkung.

21. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung aktuierter Finger als Manipulatoren (18, 20, 40, 46, 68, 70, 78) die Position der Anschlusselemente und/oder der Manipulatoren innerhalb der Anschlusselemente derart angepasst werden kann, dass die Lage der aktuierten Finger einer humano-iden Konfiguration entspricht.
22. Modularer Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Basis (12) mindestens einen Positionssensor aufweist zur Erfassung der Position der Segmente (60, 62, 74) und/oder mindestens einen Kraftsensor aufweist zur Erfassung der auf die Basis (12) wirkenden Kräfte.
23. Roboter mit mindestens einem modularen Endeffektor nach einem der Ansprüche 1 bis 22.
24. Roboter nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Roboter um einen Roboterarm handelt insbesondere mit sechs oder mehr Freiheitsgraden.

1/6

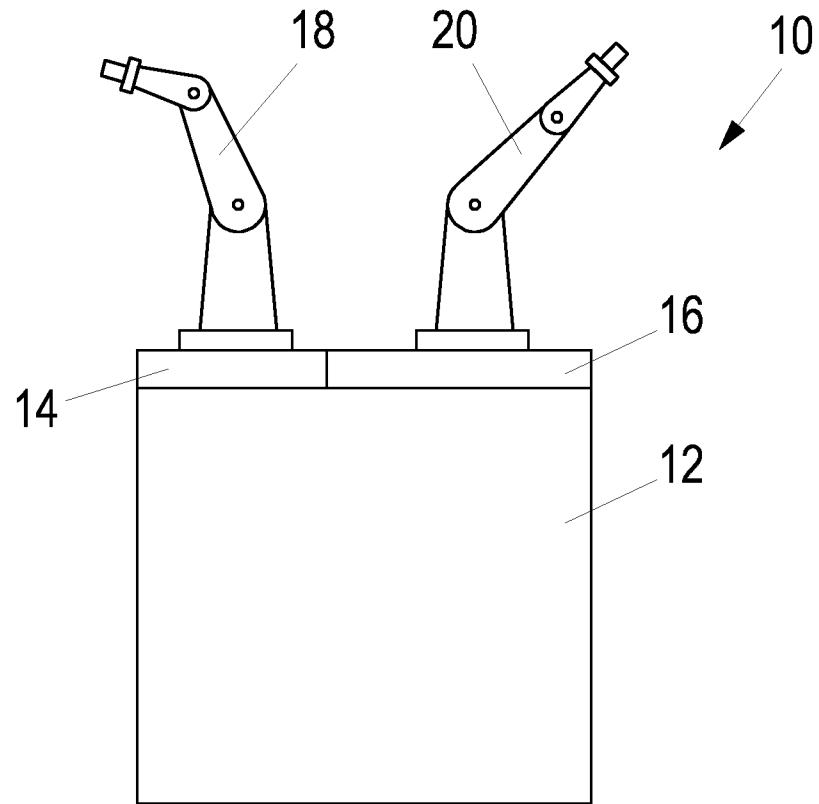


Fig. 1

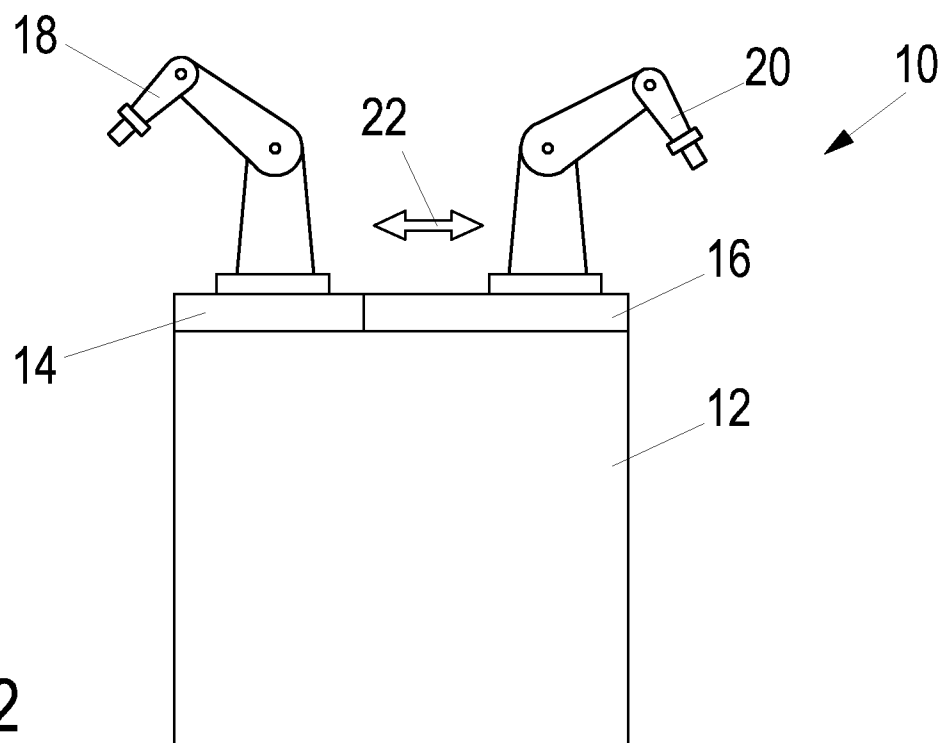


Fig. 2

2/6

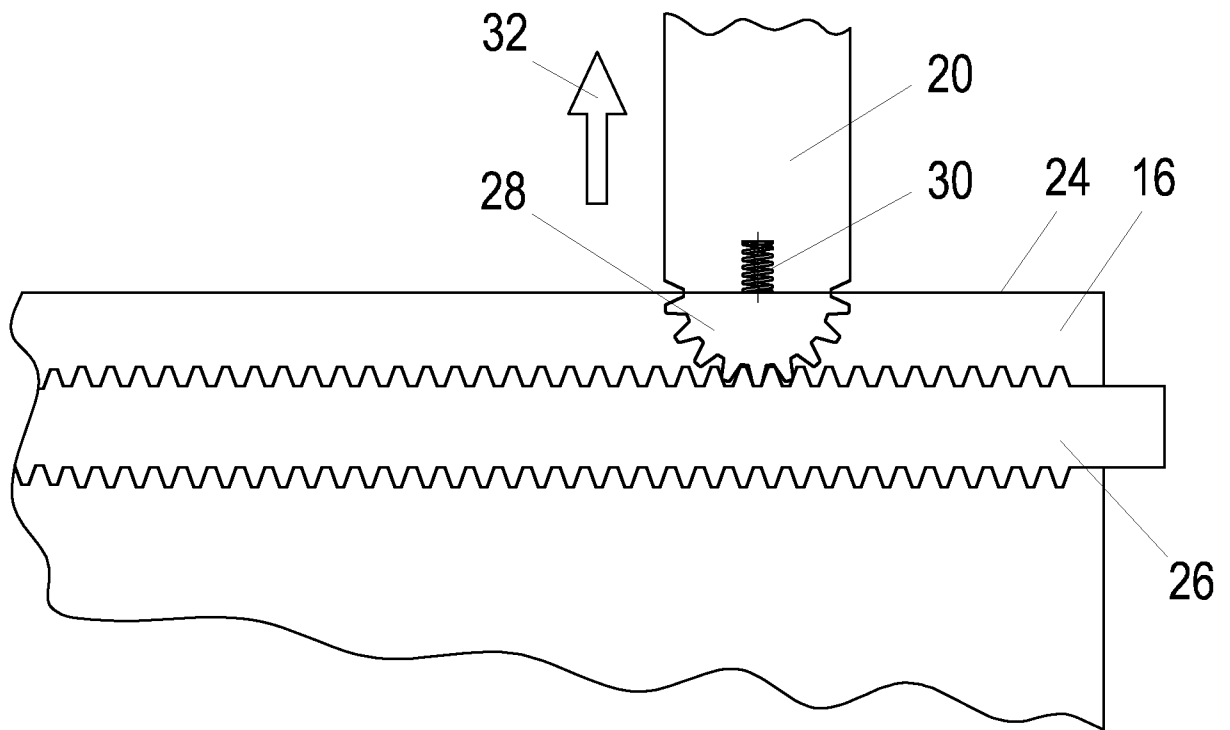
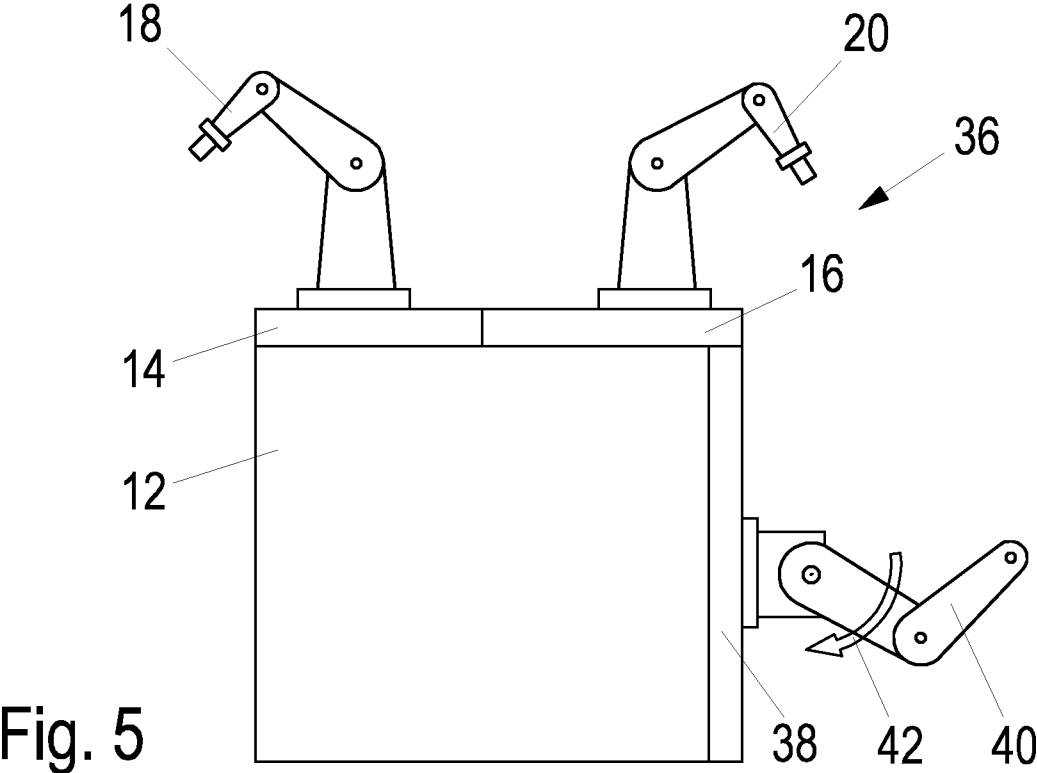
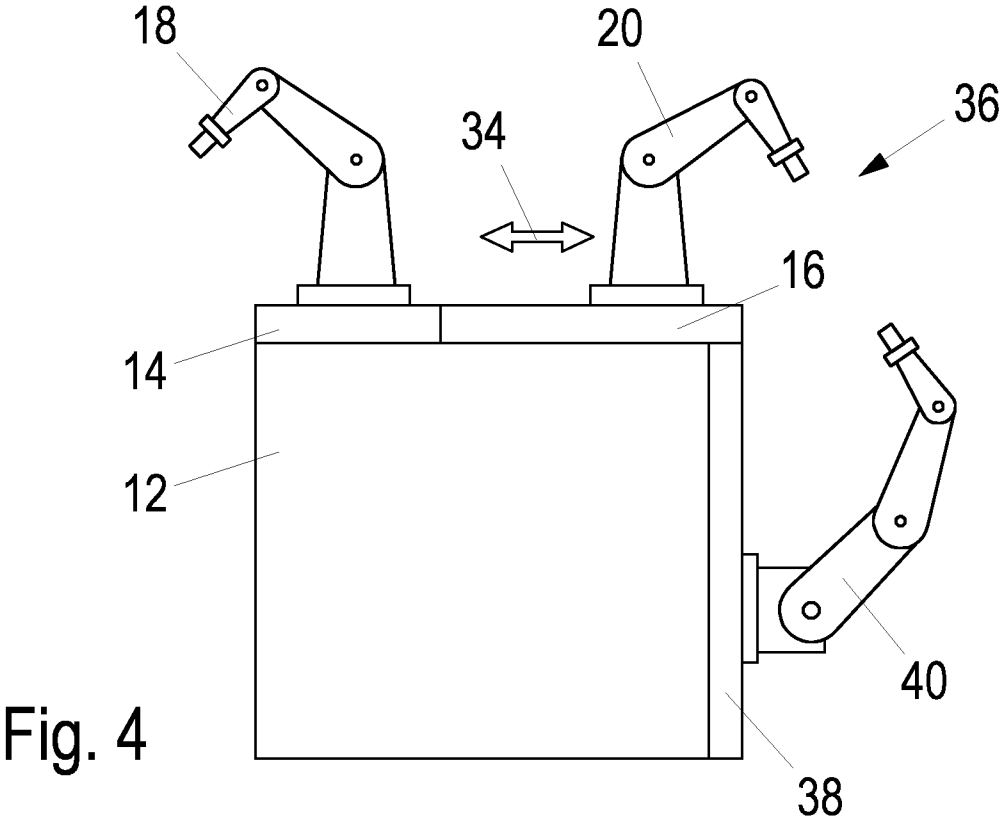
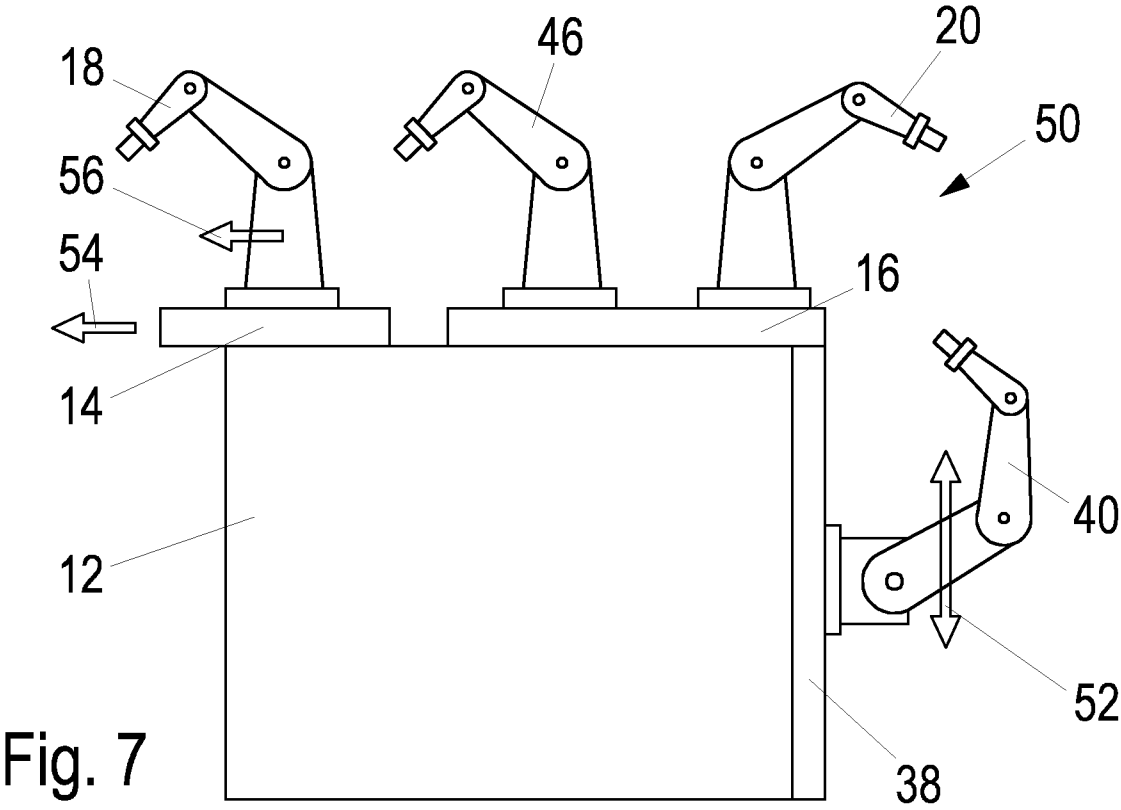
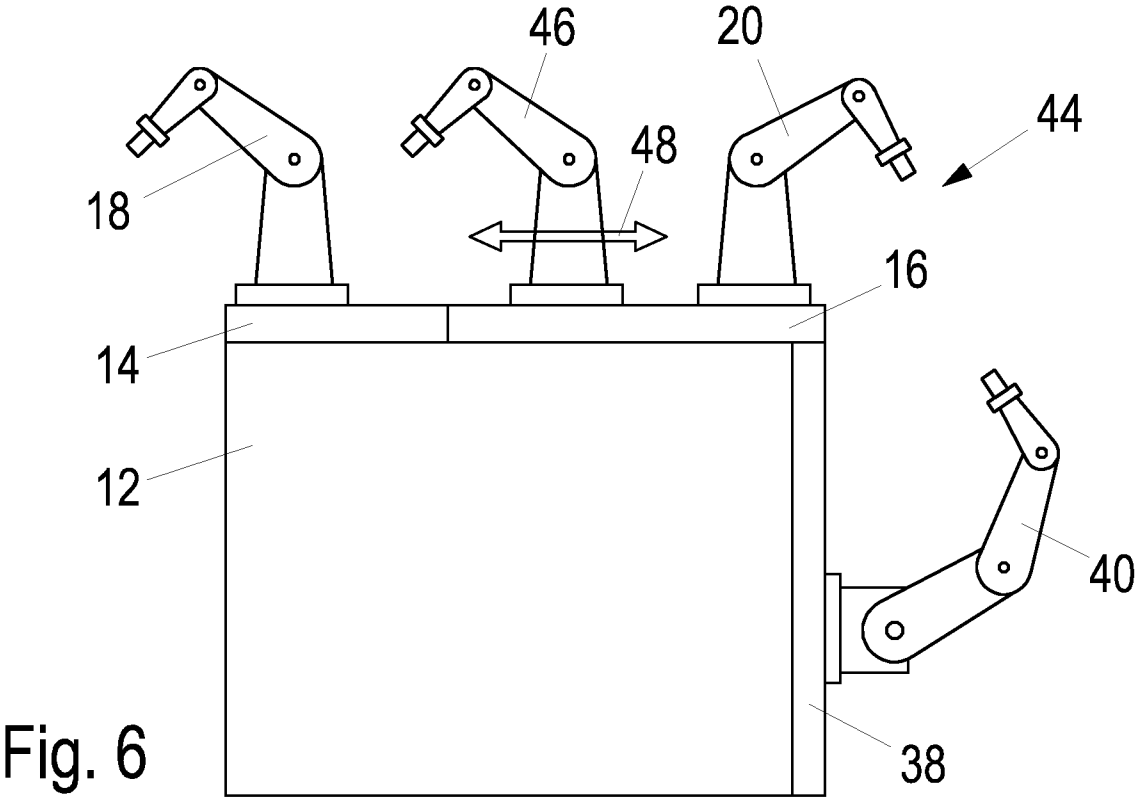


Fig. 3





5/6

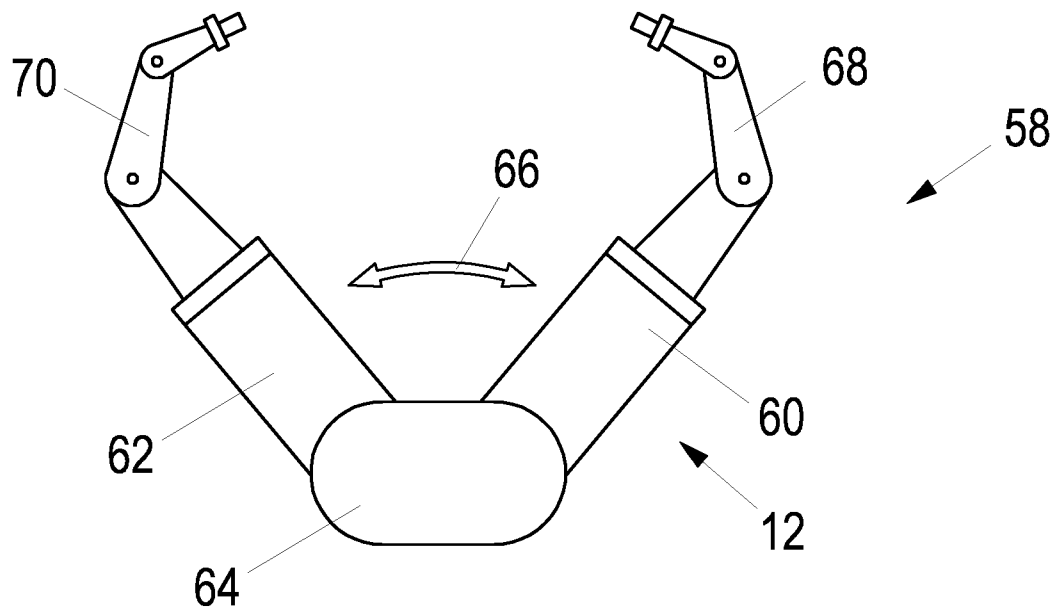


Fig. 8

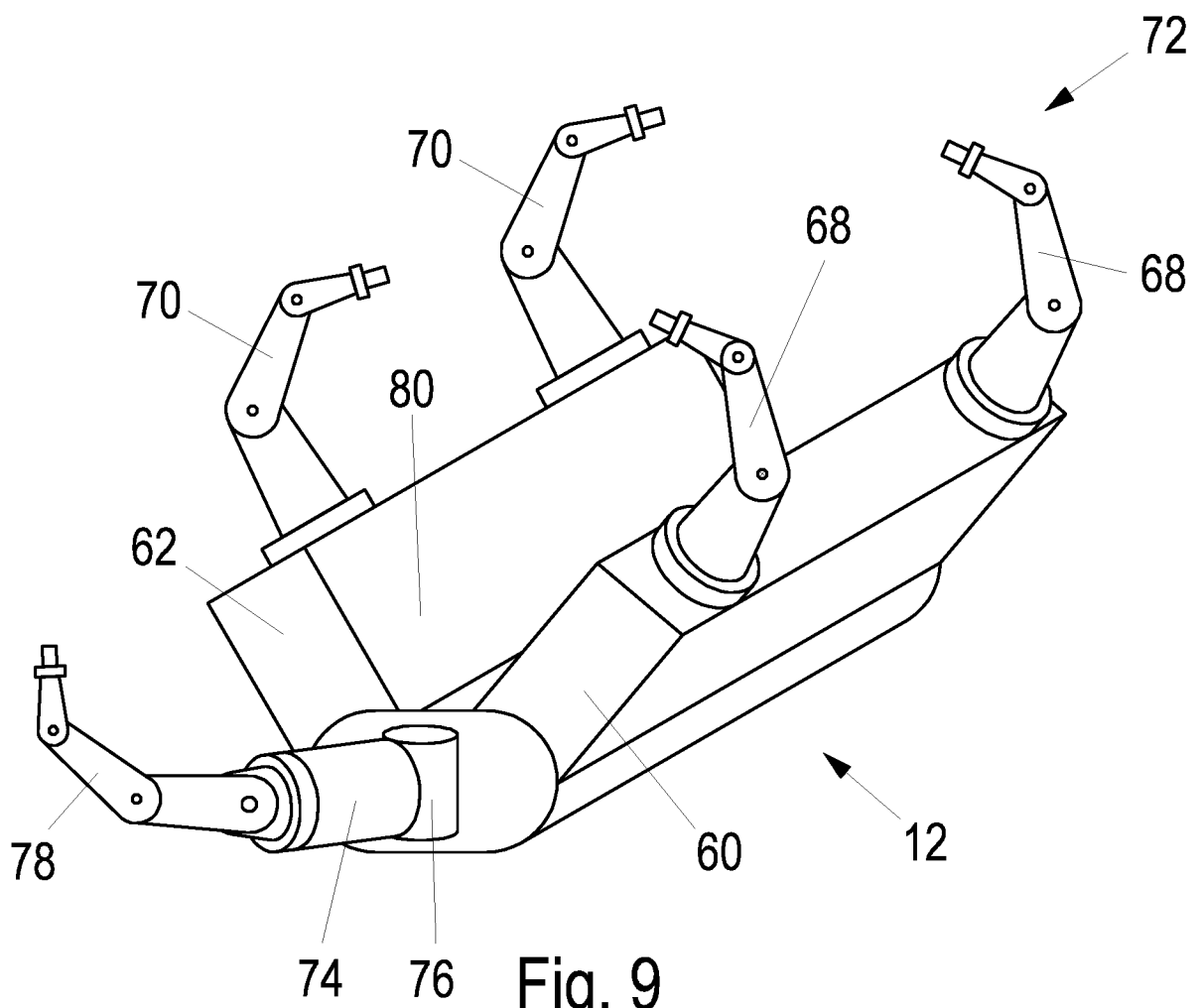
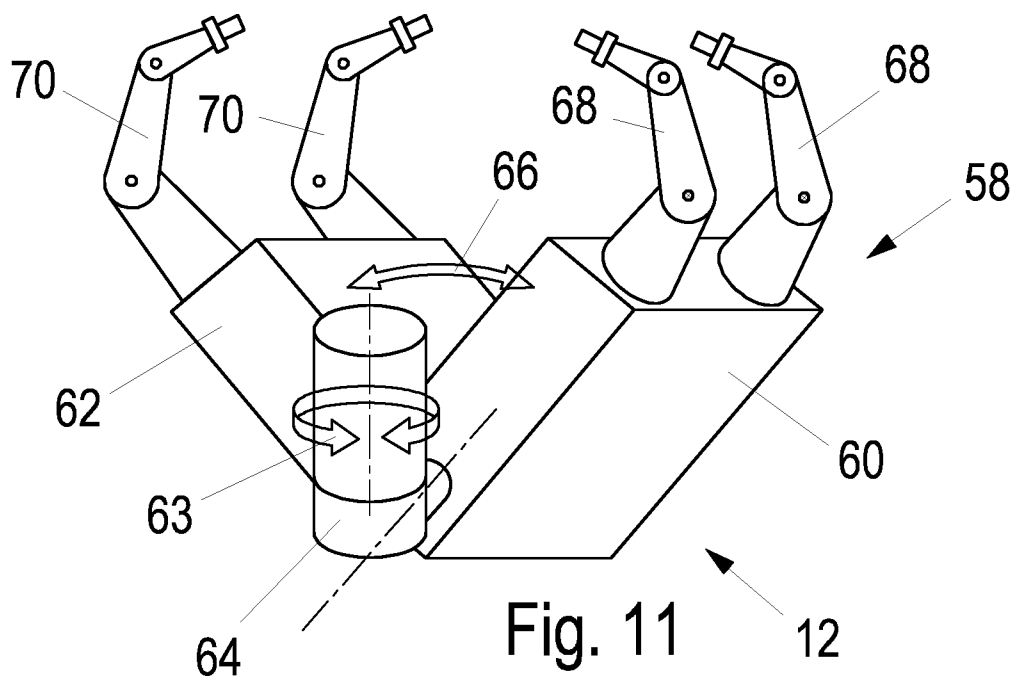
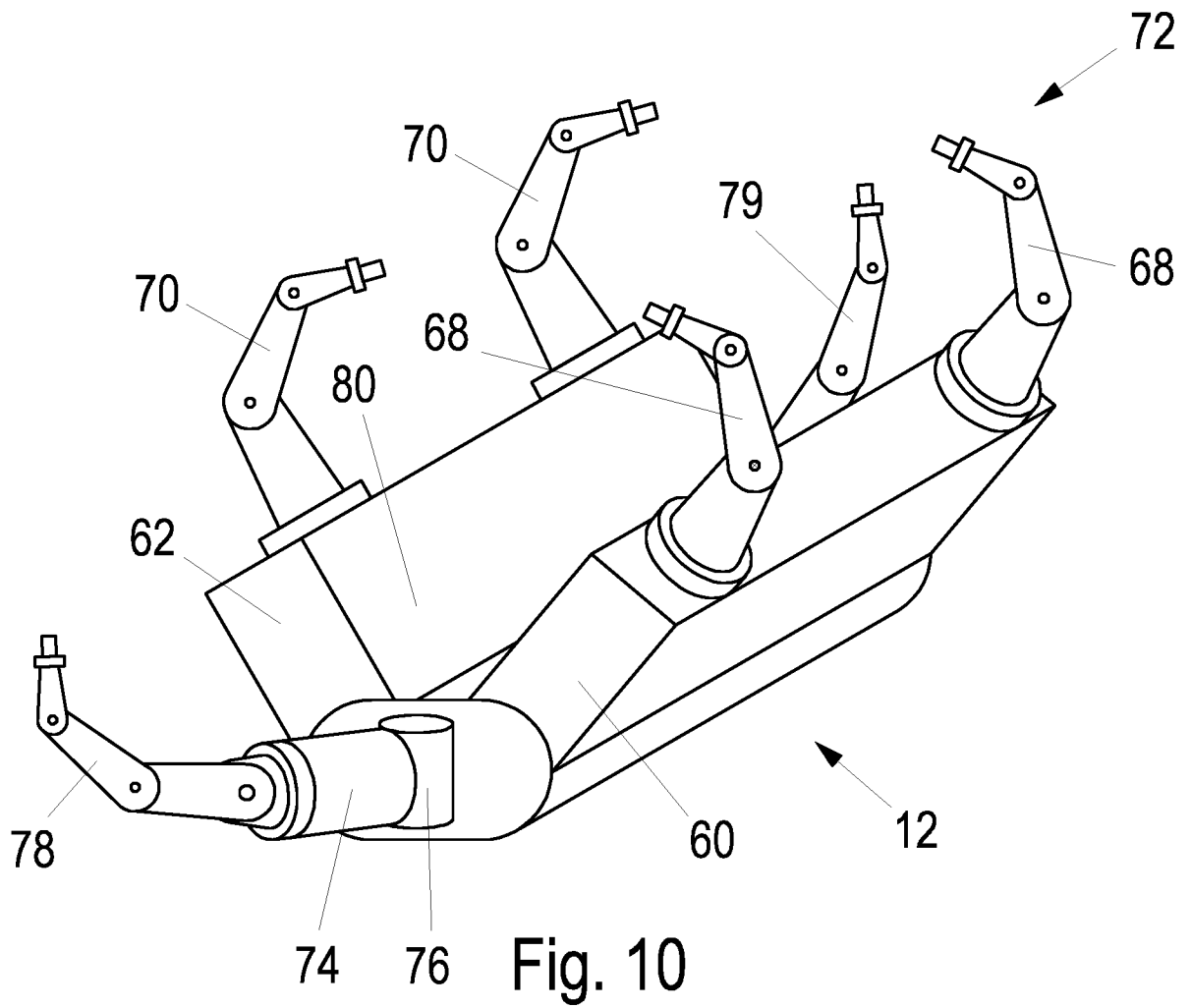


Fig. 9

6/6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/082343

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B25J 9/00**(2006.01)i; **B25J 15/00**(2006.01)i; **B25J 15/10**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2010176615 A1 (OKUDA AKINOBU [JP] ET AL) 15 July 2010 (2010-07-15) abstract; figures 1A,1B,2,3,4,5,6 paragraph [0028] - paragraph [0031] paragraph [0054] paragraph [0055]	1,2,4-7,9,12, 15,16,18,23,24
X	JP 2008178939 A (TOYOTA MOTOR CORP; DENSO CORP) 07 August 2008 (2008-08-07) abstract; figures 1,2,11a	1,2,4,6-10,12, 15,16,19,23,24
X	JP 2006255805 A (THK CO LTD) 28 September 2006 (2006-09-28) abstract; figures 1,5,7,8	1,7-11,15,16,20
X	JP 2007222971 A (NISSAN MOTOR) 06 September 2007 (2007-09-06) abstract; figures 1A,1B,2,3,4,12,13,14,15,16	1,3,7-10,14, 17,19,20,23,24



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2019

Date of mailing of the international search report

12 February 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Lumineau, Stéphane

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/082343

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 202005020915 U1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 28 December 2006 (2006-12-28) abstract; figures 1a-6b paragraph [0029] - paragraph [0031] paragraphs [0037], [0040]	1,9,10,13,14,21,22
X	DE 102015107394 A1 (DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E V [DE]) 17 November 2016 (2016-11-17) abstract; figure 1 paragraph [0033] - paragraph [0035]	1,7-12,15,16,23,24
X	DE 20306257 U1 (KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH [DE]) 23 September 2004 (2004-09-23) abstract; figure 3 paragraph [0023] - paragraph [0026]	1,7-11,15,16,23,24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/082343

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2010176615	A1	15 July 2010	CN	101500764	A	05 August 2009
				JP	4918004	B2	18 April 2012
				JP	2008149448	A	03 July 2008
				US	2010176615	A1	15 July 2010
JP	2008178939	A	07 August 2008	NONE			
JP	2006255805	A	28 September 2006	NONE			
JP	2007222971	A	06 September 2007	NONE			
DE	202005020915	U1	28 December 2006	NONE			
DE	102015107394	A1	17 November 2016	NONE			
DE	20306257	U1	23 September 2004	DE	20306257	U1	19 August 2004
				EP	1620235	A1	01 February 2006
				US	2007164009	A1	19 July 2007
				WO	2004091867	A1	28 October 2004

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B25J9/00 B25J15/00 B25J15/10 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B25J		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, INSPEC		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2010/176615 A1 (OKUDA AKINOBU [JP] ET AL) 15. Juli 2010 (2010-07-15) Zusammenfassung; Abbildungen 1A,1B,2,3,4,5,6 Absatz [0028] - Absatz [0031] Absatz [0054] Absatz [0055]	1,2,4-7, 9,12,15, 16,18, 23,24
X	JP 2008 178939 A (TOYOTA MOTOR CORP; DENSO CORP) 7. August 2008 (2008-08-07) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,11a ----- -/--	1,2,4, 6-10,12, 15,16, 19,23,24
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
29. Januar 2019		12/02/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Lumineau, Stéphane

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2006 255805 A (THK CO LTD) 28. September 2006 (2006-09-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1,5,7,8 -----	1,7-11, 15,16,20
X	JP 2007 222971 A (NISSAN MOTOR) 6. September 2007 (2007-09-06) Zusammenfassung; Abbildungen 1A,1B,2,3,4,12,13,14,15,16 -----	1,3, 7-10,14, 17,19, 20,23,24
X	DE 20 2005 020915 U1 (DEUTSCH ZENTR LUFT & RAUMFAHRT [DE]) 28. Dezember 2006 (2006-12-28) Zusammenfassung; Abbildungen 1a-6b Absatz [0029] - Absatz [0031] Absätze [0037], [0040] -----	1,9,10, 13,14, 21,22
X	DE 10 2015 107394 A1 (DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E V [DE]) 17. November 2016 (2016-11-17) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absatz [0033] - Absatz [0035] -----	1,7-12, 15,16, 23,24
X	DE 203 06 257 U1 (KUKA SCHWEISSANLAGEN GMBH [DE]) 23. September 2004 (2004-09-23) Zusammenfassung; Abbildung 3 Absatz [0023] - Absatz [0026] -----	1,7-11, 15,16, 23,24

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/082343

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010176615 A1	15-07-2010	CN 101500764 A	05-08-2009
		JP 4918004 B2	18-04-2012
		JP 2008149448 A	03-07-2008
		US 2010176615 A1	15-07-2010

JP 2008178939 A	07-08-2008	KEINE	

JP 2006255805 A	28-09-2006	KEINE	

JP 2007222971 A	06-09-2007	KEINE	

DE 202005020915 U1	28-12-2006	KEINE	

DE 102015107394 A1	17-11-2016	KEINE	

DE 20306257 U1	23-09-2004	DE 20306257 U1	23-09-2004
		EP 1620235 A1	01-02-2006
		US 2007164009 A1	19-07-2007
		WO 2004091867 A1	28-10-2004
