

(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
23. Dezember 2010 (23.12.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/146014 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B25J 9/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/058301

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juni 2010 (14.06.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2009 025 262.2 17. Juni 2009 (17.06.2009) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : BEETZ, Thomas [DE/DE]; Haydnstr. 3,
85622 Feldkirchen (DE).

(74) Anwalt: PRECHTEL, Jörg; Weickmann & Weickmann,
Postfach 860 820, 81635 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
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,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, 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: DISPLACEMENT DEVICE, ARRANGEMENT, AND PRODUCTION SYSTEM

(54) Bezeichnung : BEWEGUNGSVORRICHTUNG, ANORDNUNG UND HERSTELLUNGSANLAGE

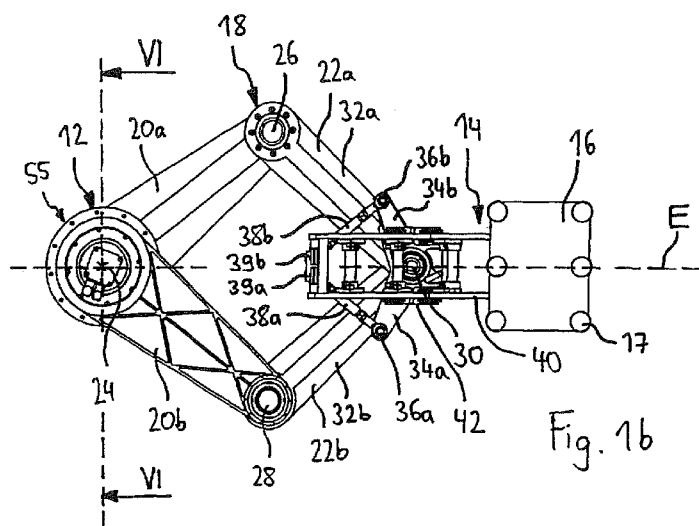


Fig. 1b

(57) Abstract: The present invention relates to a displacement device, comprising: a base segment (12), a working segment (14) at a distance from the base segment, a linkage arrangement (18) connecting the base segment and the working segment to each other, and a drive segment (55) coupled to the linkage arrangement for transferring displacement drive force in order to displace the working segment relative to the base segment between at least one working position and at least one retracted position, wherein the linkage arrangement comprises a scissor kinematic mechanism made of two force parallelograms connected to each other and a carriage displaceably guided thereon. The invention further relates to a production system for producing a product using a displacement device according to the invention.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die vorliegende Erfindung stellt eine Bewegungsvorrichtung bereit, umfassend: einen Basisabschnitt (12), einen Arbeitsabschnitt (14) im Abstand vom Basisabschnitt, eine Gelenkanordnung (18), welche den Basisabschnitt und den Arbeitsabschnitt miteinander verbindet, und einen Antriebsabschnitt (55), welcher mit der Gelenkanordnung zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft gekoppelt ist, um den Arbeitsabschnitt in Bezug auf den Basisabschnitt zwischen mindestens einer Arbeitsposition und mindestens einer Rückzugposition zu bewegen, wobei die Gelenkanordnung eine Scherenkinematik aus zwei miteinander verbundenen Kräfteparallelogrammen und einem verschiebbar daran geführten Schlitten aufweist. Ferner stellt die Erfindung eine Herstellungsanlage zur Herstellung eines Produkts bereit, welche eine erfindungsgemäße Bewegungsvorrichtung nutzt.

Bewegungsvorrichtung, Anordnung und Herstellungsanlage

Beschreibung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bewegungsvorrichtung, umfassend einen Basisabschnitt, einen Arbeitsabschnitt im Abstand vom Basisabschnitt, eine Gelenkanordnung, welche den Basisabschnitt und den Arbeitsabschnitt miteinander verbindet, und einen Antriebsabschnitt, welcher mit der

10 Gelenkanordnung zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft gekoppelt ist, um den Arbeitsabschnitt in Bezug auf den Basisabschnitt zwischen mindestens einer Arbeitsposition und mindestens einer Rückzugsposition linear zu bewegen, wobei die Gelenkanordnung umfasst: ein erstes

15 Antriebsglied, welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten ersten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein zweites Antriebsglied, welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten zweiten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein erstes

20 Abtriebsglied, welches an einem ersten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom ersten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten Antriebsglied gekoppelt ist, ein zweites Abtriebsglied, welches an einem zweiten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom zweiten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem zweiten Antriebsglied gekoppelt ist, und eine

25 Abtriebskopplungseinheit, welche das erste und das zweite Abtriebsglied schwenkbar miteinander koppelt. Ferner betrifft die Erfindung eine Anordnung basierend auf einer Kombination zweier solcher Bewegungsvorrichtungen sowie eine Herstellungsanlage zur Herstellung eines Formkörpers.

30 Bewegungsvorrichtungen, insbesondere automatisierte Bewegungsvorrichtungen in Form von Roboterarmen sind aus der industriellen Herstellung und Montage unterschiedlichster Gegenstände in größeren Stückzahlen bekannt. Bewegungsvorrichtungen werden

- 2 -

heutzutage vielfältig überall dort eingesetzt, wo bestimmte Arbeitsabläufe in zyklischer Wiederholung hintereinander auszuführen sind oder eine bestimmte Arbeit für einen Menschen gefährlich oder unmöglich ist.

5 Bewegungsvorrichtungen werden beispielsweise in Herstellungsanlagen zur Herstellung eines Formkörpers durch ein Formgebungsverfahren, insbesondere Spritzgussverfahren oder Press- bzw. Stanzverfahren, eingesetzt und dienen dort insbesondere zur Entnahme der geformten Formkörper aus einer Form und zur Überführung des Formkörpers an eine
10 nachfolgende Verarbeitungsstation. In derartigen Herstellungsanlagen werden Formkörper in Massenproduktion mit Teils erheblichen Stückzahlen (z.B. 20 Mio. Formkörper pro Jahr) hergestellt, so dass einer Verkürzung der Zykluszeit für die Herstellung eines einzelnen Formteils eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zu kommt. Eine Verkürzung der Zykluszeit um nur
15 wenige Millisekunden kann sich schnell zu beachtlichen finanziellen Einsparungen aufsummieren.

Eine Möglichkeit zur Verkürzung der Zykluszeit in Herstellungsanlagen der vorstehend genannten Art wurde bereits in der Vergangenheit darin
20 gesehen, den Vorgang der Entnahme des geformten Formkörpers aus der Form zu beschleunigen. Dafür kamen leistungsstarke Roboterarme oder Linearbewegungsvorrichtungen zum Einsatz, welche über entsprechend starke Antriebseinrichtungen verfügen, um die gewünschten hohen Beschleunigungen beim Be- und Entladen zu erreichen. Diese bekannten
25 Roboter bzw. Linearbewegungsvorrichtungen sind jedoch dementsprechend kostenintensiv in Anschaffung und Betrieb und erfordern hohen Bauraum sowie teure Linearführungen, wie z.B. Kugelumlauführungen.

In der industriellen Herstellung und Montage, insbesondere in
30 Herstellungsanlagen der vorstehend genannten Art, werden als Bewegungsvorrichtung zumeist Sechs-Achs-Roboter verwendet. Solche Roboter besitzen sechs Freiheitsgrade und haben den Vorteil, dass sie der Kinematik des menschlichen Arms einschließlich der Hand nachempfunden

- 3 -

sind und daher im Wesentlichen alle Bewegungen und Orientierungen im Raum nachvollziehen können. Nachteilig ist jedoch, dass eine auf den distalen Arbeitsabschnitt (z.B. einen Greifer) des Sechs-Achs-Roboters wirkende Kraft, z.B. eine Gewichtskraft eines ergriffenen Produkts oder eine
5 Trägheitskraft aufgrund einer schnellen Beschleunigung des Roboters, bei einem Sechs-Achs-Roboter von Gelenk zu Gelenk übertragen wird und dabei zumindest einige der Mehrzahl von angetriebenen Achsen stets auch in Drehrichtung belastet. Solche Belastungen können durch die Antriebseinrichtungen der Gelenke jedoch kaum spielfrei aufgenommen
10 werden und erfordern dementsprechend eine deutliche Überdimensionierung der Bauteile des Roboters.

Weitere Bewegungsvorrichtungen des Standes der Technik sind aus der GB 2 061 872 A, der EP 0 200 105 A1 oder der EP 0 298 427 A1 bekannt,
15 welche jeweils Lösungen vorstellen, um durch Antrieb einer Gelenkanordnung eine Linearbewegung zwischen einem Basisabschnitt und einem Arbeitsabschnitt zu erzeugen.

Bei den Bewegungsvorrichtungen des vorstehend zitierten Standes der Technik sowie auch bei allen anderen Roboter-artigen
20 Bewegungsvorrichtungen, die eine nicht nur lineare Bewegung des Arbeitsabschnitts im Raum erlauben, ergibt sich zu dem das Problem, bei einer Linearbewegung zwischen Arbeitsabschnitt und Basisabschnitt eine definierte Orientierung des Arbeitsabschnitts im Verhältnis zum
25 Basisabschnitt sicherzustellen, beispielsweise um ein ergriffenes Formteil während der Linearbewegung in gewünschter konstanter Orientierung zur Erdoberfläche zu halten. Zur Sicherstellung der Orientierung des Arbeitsabschnitts verwenden die bekannten Bewegungsvorrichtungen eine Riemenübertragung, eine Kettenübertragung oder eine Zahnradübertragung,
30 welche parallel zur Gelenkanordnung zwischen dem Basisabschnitt und dem Arbeitsabschnitt verläuft und eine Orientierungsinformation vom Basisabschnitt auf den Arbeitsabschnitt überträgt. Diese Übertragungssysteme sind nicht nur kostenaufwendig und wartungsintensiv

- 4 -

sondern zudem spielbehaftet und teilweise ungenau.

Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Bewegungsvorrichtung bereitzustellen, welche einfachen Aufbau aufweist, wirtschaftlich herstellbar und betreibbar ist und welche eine Bewegung des Arbeitsabschnitts mit hoher Geschwindigkeit erlaubt. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, eine neue Herstellungsanlage zur Herstellung eines Formkörpers anzugeben, welche mit reduzierter Zykluszeit arbeitet.

Nach einem ersten Aspekt wird die Aufgabe der Erfindung gelöst durch eine Bewegungsvorrichtung umfassend einen Basisabschnitt, einen Arbeitsabschnitt im Abstand vom Basisabschnitt, eine Gelenkanordnung, welche den Basisabschnitt und den Arbeitsabschnitt miteinander verbindet, und einen Antriebsabschnitt, welcher mit der Gelenkanordnung zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft gekoppelt ist, um den Arbeitsabschnitt in Bezug auf den Basisabschnitt zwischen mindestens einer Arbeitsposition und mindestens einer Rückzugsposition linear zu bewegen, wobei die Gelenkanordnung umfasst: ein erstes Antriebsglied, welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten ersten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein zweites Antriebsglied, welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten zweiten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein erstes Abtriebsglied, welches an einem ersten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom ersten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten Antriebsglied gekoppelt ist, ein zweites Abtriebsglied, welches an einem zweiten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom zweiten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem zweiten Antriebsglied gekoppelt ist, und eine Abtriebskopplungseinheit, welche das erste und das zweite Abtriebsglied schwenkbar miteinander koppelt. Eine Bewegungsvorrichtung mit zumindest diesen Merkmalen wird hier im folgenden als Bewegungsvorrichtung mit geschlossener kinematischer Kette oder auch als Bewegungsvorrichtung mit Scherenkinematik bezeichnet.

- 5 -

Erfindungsgemäß ist eine universell einsetzbare Bewegungsvorrichtung nach dem ersten Aspekt der Erfindung darüber hinaus dadurch charakterisiert, dass das erste Abtriebsglied einen im Abstand vom ersten Zwischengelenkpunkt und von der Abtriebskopplungseinheit angeordneten ersten Übertragungsgelenkpunkt aufweist, an welchem ein erstes Übertragungsglied schwenkbar gehalten ist, dass das zweite Abtriebsglied einen im Abstand vom zweiten Zwischengelenkpunkt und von der Abtriebskopplungseinheit angeordneten zweiten Übertragungsgelenkpunkt aufweist, an welchem ein zweites Übertragungsglied schwenkbar gehalten ist, dass die Übertragungsglieder ferner jeweils einen Verbindungsgelenkpunkt aufweisen, wobei die Verbindungsgelenkpunkte coaxial oder im festen Abstand zueinander angeordnet sind, dass der Arbeitsabschnitt einen Schlitten umfasst, wobei der Schlitten am ersten und am zweiten Verbindungsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten und dem zweiten Übertragungsglied gekoppelt ist und an der Abtriebskopplungseinheit relativ zu dieser verschiebbar gehalten ist, oder wobei der Schlitten relativ zum ersten und zum zweiten Übertragungsglied verschiebbar gehalten ist und relativ zur Abtriebskopplungseinheit schwenkbar gehalten ist.

Durch die erfindungsgemäße Konstruktion aus den Übertragungsgliedern, den Verbindungsgelenkpunkten sowie dem mindestens einen verschiebbaren Schlitten am distalen Abschnitt der Bewegungsvorrichtung (dem im Abstand vom Basisabschnitt angeordneten Abschnitt) kann mit konstruktiv einfachen Mitteln der Effekt erzielt werden, dass der Schlitten und somit der Arbeitsabschnitt in einer konstanten Orientierung in Bezug auf den Basisabschnitt gehalten werden kann, wenn die Gelenkanordnung zur Linearverschiebung des Arbeitsabschnitts betrieben wird. Auf zusätzliche Riemenübertragungen, Kettenübertragungen oder Zahnradübertragungen, wie sie in herkömmlichen Bewegungsvorrichtungen zur Beibehaltung der Orientierung des Arbeitsabschnitts erforderlich sind, kann somit verzichtet werden. Im Ergebnis entfällt der konstruktive sowie wartungstechnische Aufwand für zusätzliche Getriebeteile. Die Stabilität der Glieder und

- 6 -

Gelenkpunkte der Bewegungsvorrichtung muss dementsprechend auch nicht dafür ausgelegt sein, die hohen Vorspannkräfte aufzunehmen, die für den Betrieb mit parallel dazu verlaufenden Riemenübertragungen notwendig sind. Ferner eignet sich die erfindungsgemäße Bewegungsvorrichtung,
5 welche ohne Riemen oder Ketten auskommt, besonders für den Einsatz in Reinräumen oder für besonders genaue Bewegungsabläufe, da das notwendigerweise mit Riemen- und Kettenübertragungen oder auch Zahnradübertragungen einhergehende Spiel entfällt.

10 Die erfindungsgemäße Bewegungsvorrichtung erzielt dann, wenn der Schlitten des Arbeitsabschnitts schwenkbar mit der Übertragungskopplungseinheit gekoppelt ist und linear verschiebbar mit der Abtriebskopplungseinheit gekoppelt ist, durch die spezielle Anordnung aus Übertragungsgliedern, Verbindungsgelenkpunkten und Schlitten gleichzeitig
15 einen weiteren wichtigen technischen Effekt einer deutlichen Erhöhung der Geschwindigkeit der Linearbewegung des Arbeitsabschnitts in Bezug auf den Basisabschnitt. Aufgrund der besonderen Hebelverhältnisse erfolgt bei einer Schwenkbewegung des ersten und des zweiten Antriebsglieds um einen bestimmten Winkelbetrag eine Verschiebung des Schlittens in linearer
20 Richtung, welche deutlich größer ist als die gleichzeitig auftretende Verschiebung der Abtriebskopplungseinheit. Eine am Schlitten angebrachte Arbeitseinrichtung wird dementsprechend bei gleicher Antriebsbewegung der Antriebsglieder schneller und mit größerer Beschleunigung zwischen Arbeitsposition und Rückzugsposition bewegt als etwa ein an der
25 Abtriebskopplungseinheit angebrachter Arbeitsabschnitt einer Bewegungsvorrichtung ohne die erfindungsgemäße Konstruktion.

Die erzielte Geschwindigkeitssteigerung geht dabei nicht zu Lasten des Bauraums, da sich die Übertragungsglieder zusammen mit der
30 Scherenkinematik der Antriebs- und Abtriebsglieder in der Rückzugsposition "zusammenfallen" und in der Arbeitsposition teleskopartig ausklappen.

Die Abtriebskopplungseinheit kann eine Abtriebskopplungsachse aufweisen,

- 7 -

an welcher das erste und das zweite Abtriebsglied relativ zu einander schwenkbar gehalten sind, wobei an der Abtriebskopplungsachse vorzugsweise ferner eine Schlittenführung zur linear verschiebbaren Führung des Schlittens so gehalten sein kann, dass die Schlittenführung
5 relativ zum ersten und zweiten Übertragungsglied schwenkbar ist. Eine solche gemeinsame Abtriebskopplungsachse schafft eine besonders einfache und dabei spielarme Konstruktion der Abtriebskopplungseinheit.

Grundsätzlich ist jedoch denkbar, dass die Abtriebskopplungseinheit eine
10 Mehrzahl von Achsen aufweist, oder sogar separate Achsen für die beiden daran gehaltenen Glieder und für die Schlittenführung, wobei die mehreren Achsen dann an einem diese verbindenden Kopplungskörper gelagert bzw. befestigt sind.

15 Als besonders einfache und nahezu spielfreie Konstruktionsvariante hat sich eine Abtriebskopplungseinheit mit einer Abtriebskopplungsachse erwiesen, wobei eines der beiden Abtriebsglieder drehbar auf der Abtriebskopplungsachse gelagert ist, wobei das andere der beiden Abtriebsglieder drehfest mit der Abtriebskopplungsachse verbunden ist, und
20 wobei eine Schlittenführung zur linear verschiebbaren Führung des Schlittens drehbar auf der Abtriebskopplungsachse gelagert ist.

Abhängig von der Länge der verschiedenen Glieder der Gelenkanordnung sowie der Anordnung der Gelenkpunkte ergeben sich für den Schlitten
25 unterschiedliche Hubwege und Hubgeschwindigkeiten im Verhältnis zum für die Schwenkbewegung erforderlichen Kraftaufwand. In einer sehr einfachen Konstruktion könnten die Abtriebsglieder als längliche Streben ausgebildet sein, an welchen jeweils der Übertragungsgelenkpunkt, der Abtriebsgelenkpunkt und der Zwischengelenkpunkt im Wesentlichen auf
30 einer Linie liegend angeordnet sind. Zumindest der oben genannte Effekt einer Stabilisierung der Orientierung des Arbeitsabschnitts im Verhältnis zum Basisabschnitt wird in einer solchen Ausführungsform erreicht, wobei für die Anordnung der Gelenkpunkte als Varianten in Frage kommen: (1) der

- 8 -

Abtriebsgelenkpunkt ist zwischen dem Übertragungsgelenkpunkt und dem Zwischengelenkpunkt angeordnet oder (2) der Übertragungsgelenkpunkt ist zwischen dem Abtriebsgelenkpunkt und dem Zwischengelenkpunkt angeordnet. In der letzteren Alternative würde sich der Schlitten jedoch in
5 entgegengesetzter Richtung zur Abtriebskopplungseinheit bewegen.

Ein besonders günstiges Verhältnis aus erreichbarer Beschleunigungswirkung und aufzuwendender Antriebsenergie wird in einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Bewegungsvorrichtung erreicht, in
10 welcher ein Winkel zwischen einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit und dem ersten Zwischengelenkpunkt und einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit und dem ersten Übertragungsgelenkpunkt sowie ein Winkel zwischen einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit und dem zweiten
15 Zwischengelenkpunkt und einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit und dem zweiten Übertragungsgelenkpunkt in einem Bereich von ungefähr 10 Grad bis 170 Grad, vorzugsweise in einem Bereich von ungefähr 75 Grad bis ungefähr 115 Grad, am stärksten bevorzugt bei ungefähr 95 Grad liegt. Im Winkelbereich zwischen ungefähr
20 10 Grad und ungefähr 170 Grad stellt sich der Vorteil ein, das ein Verklemmen der Gelenkanordnung in den Extrempositionen durch die Vermeidung gestreckter Kniehebel weitestgehend verhindert werden kann. In dem Winkelbereich zwischen ungefähr 75 Grad und 115 Grad wurden experimentell die besten Werte für eine maximale Beschleunigung bei
25 minimalem Leistungsaufwand des Antriebsabschnitts erzielt. Dabei ist anzumerken, dass die Optimierung des Winkels keine triviale Aufgabe ist, da eine höhere Beschleunigung des Schlittens einerseits durch höhere Antriebsleistung und andererseits durch andere Winkelverhältnisse der Gelenkanordnung erreichbar ist, so dass sich eine Optimierungsaufgabe mit
30 mehreren Unbekannten ergibt. Die vorstehend genannten Optimalwerte wurden auf experimentellem Wege bestätigt.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist ein Abstand zwischen

- 9 -

dem ersten bzw. zweiten Übertragungsgelenkpunkt und dem ersten bzw. zweiten Verbindungsgelenkpunkt größer als ein Abstand zwischen dem ersten bzw. zweiten Übertragungsgelenkpunkt und der Abtriebskopplungseinheit. Eine Bewegungsvorrichtung dieser Ausführungsform ist mit besonders großem Hubweg zwischen der maximal eingefahrenen und maximal ausgefahrenen Stellung betreibbar.

Im Hinblick auf den durch die Gelenkanordnung der Bewegungsvorrichtung eingenommen Raum hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn die Verbindungsgelenkpunkte zwischen dem Basisabschnitt und der Abtriebskopplungseinheit angeordnet sind.

Einfach und kostengünstig sind die Übertragungsglieder durch starre, strebenartige Bauelemente gebildet. In einer Variante der Erfindung wird alternativ daran gedacht, dass mindestens eines, vorzugsweise beide Übertragungsglieder als Linearstellglieder ausgebildet sind (z.B. in Form von elektrischen oder hydraulischen/pneumatischen Kolben-Zylinder-Anordnungen oder Linearmotoren). Solche Linearstellglieder könnten bei entsprechender Ansteuerung eine zusätzliche Beschleunigung des Arbeitsabschnitts bei der Vorschubbewegung erzielen. Ferner ist mittels mindestens eines derartigen Linearstellglieds eine Drehung des Arbeitsabschnitts unabhängig von der Drehung der Antriebs- und Abtriebsglieder (zusätzliche Schwenkachse) oder eine Feinabstimmung der Orientierung des Arbeitsabschnitts denkbar.

Eine weitere konstruktiv einfache Ausführungsform der Erfindung sieht vor, dass der erste Antriebsgelenkpunkt und der zweite Antriebsgelenkpunkt koaxiale Drehachsen oder eine gemeinsame Drehachse aufweisen. Insbesondere kann in einer solchen Bewegungsvorrichtung die Gelenkanordnung sowohl in der Rückzugsposition als auch in der Arbeitsposition möglichst flach ausgebildet werden, so dass sie in einer Richtung parallel zur Drehachse der Antriebsgelenkpunkte minimalen Raumbedarf hat.

Nach einem zweiten Aspekt der Erfindung wird die oben genannte Erfindungsaufgabe unabhängig oder in Kombination mit dem ersten Aspekt der Erfindung gelöst durch eine Bewegungsvorrichtung umfassend einen

5 Basisabschnitt, einen Arbeitsabschnitt im Abstand vom Basisabschnitt, eine Gelenkanordnung, welche den Basisabschnitt und den Arbeitsabschnitt miteinander verbindet, und einen Antriebsabschnitt, welcher mit der Gelenkanordnung zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft gekoppelt ist, um den Arbeitsabschnitt in Bezug auf den Basisabschnitt zwischen

10 mindestens einer Arbeitsposition und mindestens einer Rückzugposition linear zu bewegen, wobei die Gelenkanordnung umfasst: ein erstes Antriebsglied, welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten ersten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein zweites Antriebsglied, welches durch den

15 Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten zweiten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein erstes Abtriebsglied, welches an einem ersten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom ersten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten Antriebsglied gekoppelt ist, ein zweites Abtriebsglied, welches an einem zweiten

20 Zwischengelenkpunkt im Abstand vom zweiten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem zweiten Antriebsglied gekoppelt ist, und eine Abtriebskopplungseinheit, welche das erste und das zweite Abtriebsglied schwenkbar miteinander koppelt, wobei die Gelenkanordnung einseitig fliegend gelagert ist.

25

Unter einer einseitig fliegenden Lagerung wird erfindungsgemäß eine Lagerung der Gelenkanordnung verstanden, bei welcher eine die Kräfte der Gelenkanordnung (Trägheitskräfte und Gewichtskräfte) zu einem nicht unwesentlichen Anteil aufnehmende Verbindung zwischen Gelenkanordnung

30 und Basisabschnitt im Wesentlichen nur auf einer Seite einer gedachten Ebene vorhanden ist, welche durch die Schwenkbewegung des ersten oder/und des zweiten Antriebsglieds aufgespannt wird, d.h. durch eine Ebene welche senkrecht zur Drehachse des ersten oder/zweiten Antriebsglieds

- 11 -

verläuft und das erste bzw. zweite Antriebsglied schneidet.

Eine Bewegungsvorrichtung des zweiten Aspekts der Erfindung musste für den Fachmann aufgrund augenscheinlicher Nachteile auf den ersten Blick als unvorteilhaft erscheinen und war dementsprechend nicht naheliegend. Insbesondere erfordert eine einseitig fliegende Lagerung eine stabilere Konstruktion zur Aufnahme der Kippmomente im Bereich der Verbindung zwischen Gelenkanordnung und Basisabschnitt. Über dies stellt sich in Bewegungsvorrichtungen mit unabhängig voneinander anzutreibenden Antriebsgliedern im ersten Moment die Problematik, wie die Antriebskraft auf das vom Basisabschnitt entferntere Antriebsglied übertragen werden soll. Es ist als Verdienst des Erfinders anzusehen, sich über dieses Vorurteil hinweggesetzt zu haben und erkannt zu haben, dass eine einseitig fliegend gelagerte Bewegungsvorrichtung den Aktionsradius der Vorrichtung in einem Maße erhöht, der den zusätzlichen Aufwand zur Stabilisierung der Lagerung und ggf. zur Übertragung der Antriebskraft überkompensiert. So kann in einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die erfindungsgemäß gelagerte Gelenkanordnung so verschwenkt werden, dass der Arbeitsabschnitt um einen praktisch beliebigen Winkel von 360 Grad frei um den Basisabschnitt drehbar ist, so dass auch komplexe Bewegungsabläufe in der vollständigen Umgebung der Bewegungsvorrichtung möglich sind.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Bewegungsvorrichtung des zweiten Aspekts ist vorgesehen, dass der Antriebsabschnitt eine erste Antriebseinheit zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft auf das erste Antriebsglied umfasst, dass die erste Antriebseinheit am Basisabschnitt befestigt ist, dass das erste Antriebsglied auf einer Seite der Gelenkanordnung am Basisabschnitt oder/und an der ersten Antriebseinheit fliegend gelagert ist, und dass das zweite Antriebsglied auf der gleichen Seite wie das erste Antriebsglied fliegend gelagert ist oder am ersten Antriebsglied fliegend gelagert ist. Mit den Merkmalen dieser Ausführungsform wird eine einseitig fliegende Lagerung mit einer geringen Anzahl von Bauteilen einfach und kostengünstig verwirklicht.

Vorzugsweise ist in einer Bewegungsvorrichtung des ersten Aspekts oder des zweiten Aspekts der Erfindung vorgesehen, dass der Antriebsabschnitt eine erste Antriebseinheit zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft auf das erste Antriebsglied und eine zweite Antriebseinheit zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft auf das zweite Antriebsglied umfasst, wobei die Antriebseinheiten vorzugsweise unabhängig voneinander ansteuerbar sind.

Durch die Bereitstellung zweier Antriebseinheiten können die beiden Antriebsglieder relativ zueinander in Schwenkbewegung versetzt werden, so dass der Arbeitsabschnitt sich zwischen der Rückzugsposition und der mindestens einen Arbeitsposition bewegt, wobei der direkte Antrieb jedes Antriebsglieds durch eine eigene Antriebseinheit besonders zuverlässig und flexibel ist. Wenn darüber hinaus die beiden Antriebseinheiten unabhängig voneinander ansteuerbar sind, so lässt sich der Arbeitsabschnitt nicht nur linear von dem Basisabschnitt weg oder auf diesen zu bewegen, sondern kann mit Bewegungskomponenten in Umfangsrichtung um den Antriebsgelenkpunkt und damit innerhalb der Reichweite der Bewegungsvorrichtung nahezu an jeder Stelle der durch die Schwenkbewegung der Gelenkanordnung aufgespannten Ebene positioniert werden. So ist eine einfache Kreisbewegung des Arbeitsabschnitts um einen der Antriebsgelenkpunkte einfach dadurch möglich, dass nur eine der beiden Antriebseinheiten betrieben wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform einer Bewegungsvorrichtung des ersten und des zweiten Aspekts kann darüber hinaus vorgesehen sein, dass die Antriebseinheiten jeweils durch Motoreinheiten gebildet sind, wobei jede der Motoreinheiten umfasst: einen Motor, der einen Stator und einen Rotor aufweist, sowie ein Ausgangselement, das durch den Rotor des Motors oder durch ein Bewegungselement eines vom Rotor des Motors angetriebenen Getriebes gebildet ist. Durch den Einsatz von Motoren entfällt die Notwendigkeit der Umwandlung der Bewegung der Antriebseinheiten in eine Drehbewegung zur Verschwenkung der Antriebsglieder. Um die zumeist

- 13 -

hohe Drehzahl von Motoren in die geringe Drehgeschwindigkeit der Antriebsglieder mit hoher Kraft umsetzen zu können, empfehlen sich geeignete Untersetzungsgetriebe zwischen dem Rotor des Motors und dem Ausgangselement. Alternativ können Torque-Motoren eingesetzt werden, welche eine besonders genaue und kraftvolle Rotorausgabe mit geeigneter Geschwindigkeit bereitstellen können.

Sind die Antriebseinheiten aus Motoreinheiten gebildet, so wird in einer bevorzugten Ausführungsform vorgeschlagen, dass der Stator der ersten Motoreinheit in Bezug auf den Basisabschnitt drehfest ist, dass das Ausgangselement der ersten Motoreinheit in Bezug auf das erste Antriebsglied drehfest ist, dass der Stator oder/und eine Getriebegehäuse der zweiten Motoreinheit in Bezug auf das zweite Antriebsglied drehfest ist und dass das Ausgangselement der zweiten Motoreinheit in Bezug auf das Ausgangselement der ersten Motoreinheit drehfest oder mit diesem identisch ist. Durch die drehfeste Verbindung oder einstückige Ausführung der Ausgangselement der beiden Motoreinheiten wird der konstruktive Vorteil erzielt, dass die zweite Motoreinheit teilweise oder vollständig an der ersten Motoreinheit abgestützt werden kann und, besonders bevorzugt, eine Abstützung der zweiten Motoreinheit gänzlich entfallen kann, auf diese Weise kann eine fliegende Lagerung der Bewegungsvorrichtung mit einfachen Mitteln realisiert werden.

Sind die Antriebseinheiten aus Motoreinheiten gebildet, so sind für die Konstruktion des Antriebsabschnitts in Bezug auf den Basisabschnitt und die Gelenkanordnung mehrerer Ausführungsvarianten denkbar:

In einer ersten Ausführungsvariante ist die erste Motoreinheit am Basisabschnitt befestigt und die zweite Motoreinheit, die Gelenkanordnung und der Arbeitsabschnitt sind im Wesentlichen nur am Ausgangselement der ersten Motoreinheit freitragend gehalten. Dabei können die erste und die zweite Motoreinheit im Wesentlichen identisch zueinander aufgebaut sein und die Ausgangselemente der beiden Motoreinheiten können aneinander

- 14 -

befestigt sein. Durch den identischen Aufbau kann ein zuverlässiger Gleichlauf beider Antriebseinheiten und somit eine zuverlässige Positionierung des Arbeitsabschnitts sichergestellt werden.

5 Zweckmäßigerweise kann in dieser Variante die Gelenkanordnung (in Richtung der Drehachsen der Motoren betrachtet) zwischen den beiden Motoreinheiten angeordnet sein.

Die erfindungsgemäße Motoreinheiten ermöglichen eine Bewegung der Antriebsglieder unter Verwendung von direkt angetriebenen Getrieben. Auf
10 spielbehaftete Übertragungsglieder kann somit verzichtet werden, sodass eine sehr genaue Bewegung der Antriebsglieder und damit des Arbeitsabschnitts möglich ist. Eine fliegende Lagerung der Bewegungsvorrichtung, insbesondere an einer der Antriebseinheiten, erzielt ferner den kinematischen Effekt, dass bei symmetrischem Aufbau,
15 insbesondere gleichen Rotationsträgheitsmomenten der beiden Antriebsglieder, eine Beschleunigung des ersten Antriebsglieds durch eine Antriebseinheit aufgrund des Drehimpulserhaltungssatzes zu einer gleichgroßen, jedoch entgegengesetzt gerichteten Beschleunigung des zweiten Antriebsglieds führt, so dass im Idealfall das zweite Antriebsglied
20 kaum noch eigenständig angetrieben werden muss (Rotationsrückstoß). Praktisch kann jedoch zumindest erreicht werden, dass am Basisabschnitt eine leistungsstarke Antriebseinheit zum Antrieb des ersten Antriebsglieds stabil befestigt werden kann, während die fliegend gelagerte zweite Antriebseinheit zum Antrieb des zweiten Antriebsglieds leistungsschwächer
25 und damit leichter ausgeführt werden kann, so dass die Kräfte der fliegenden Lagerung am Basisabschnitt reduziert werden können. Alternativ zum oben erwähnten identischen Aufbau beider Antriebseinheiten könnte somit auch mit den vorstehend genannten Vorteilen die zweite Antriebseinheit geringere Leistung bzw. geringeres Gewicht aufweisen als
30 die auf Seiten des Basisabschnitts befestigte Antriebseinheit.

In einer zweiten Ausführungsvariante sind die beiden Motoreinheiten auf der gleichen Seite der Gelenkanordnung angeordnet, was besondere Vorteile im

- 15 -

Hinblick auf den Anschluss der Motoreinheiten mit sich bringt, da Versorgungsleitungen der Motoreinheiten nicht durch den Schwenkweg der Gelenkanordnung geführt werden müssen. Eine Bewegungsvorrichtung der zweiten Variante kann mit konstruktiven Vorteilen beispielsweise dadurch
5 realisiert werden, dass die beiden Motoreinheiten am Basisabschnitt befestigt sind, dass das Ausgangselement der ersten Motoreinheit das erste Antriebsglied antreibt, und dass das Ausgangselement der zweiten Motoreinheit eine Welle antreibt oder durch eine Welle gebildet ist, wobei die Welle eine Durchgangsöffnung des ersten Antriebsglieds durchsetzt und das
10 zweite Antriebsglied antreibt.

Eine Bewegungsvorrichtung nach dem ersten oder zweiten Aspekt der Erfindung eignet sich insbesondere dann gut für jegliche Transferaufgaben, in denen ein Produkt durch den Arbeitsabschnitt zu transportieren ist, wenn
15 der Arbeitsabschnitt Haltemittel aufweist, um mindestens ein Produkt zu erfassen, zu halten und zwischen der mindestens einen Arbeitsposition und der Rückzugsposition zu bewegen. Eine derart weitergebildete Bewegungsvorrichtung ist dann insbesondere speziell für den Betrieb in einer Herstellungsanlage zur Herstellung eines Formkörpers durch ein
20 Formgebungsverfahren z.B. ein Spritzgussverfahren oder Press- bzw. Stanzverfahren, eingerichtet, wie später noch detaillierter beschrieben wird. Die bei solchen Herstellungsverfahren häufig auftretenden Kräfte auf den Arbeitsabschnitt wirken in der erfindungsgemäßen Bewegungsvorrichtung zum großen Teil senkrecht zu den Schwenkachsen der Glieder und können
25 somit besonders stabil in die Lager der Schwenkachsen eingeleitet werden.

Nach einem dritten Aspekt wird die Erfindungsaufgabe unabhängig oder in Kombination mit dem ersten oder/und dem zweiten Aspekt der Erfindung gelöst durch eine Anordnung, umfassend einen Basisabschnitt, eine erste
30 Bewegungsvorrichtung und eine zweite Bewegungsvorrichtung, wobei jede der Bewegungsvorrichtungen einen Arbeitsabschnitt im Abstand vom Basisabschnitt und eine den Basisabschnitt und den Arbeitsabschnitt miteinander verbindende Gelenkanordnung aufweist und wobei die

- 16 -

Gelenkanordnung jeder Bewegungsvorrichtung umfasst: ein erstes Antriebsglied, welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten ersten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein zweites Antriebsglied, welches durch den

5 Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten zweiten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist, ein erstes Abtriebsglied, welches an einem ersten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom ersten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten Antriebsglied gekoppelt ist, ein zweites Abtriebsglied, welches an einem zweiten

10 Zwischengelenkpunkt im Abstand vom zweiten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem zweiten Antriebsglied gekoppelt ist, und eine Abtriebskopplungseinheit, welche das erste und das zweite Abtriebsglied schwenkbar miteinander koppelt, wobei das erste Antriebsglied der ersten Bewegungsvorrichtung und das erste Antriebsglied der zweiten

15 Bewegungsvorrichtung von einem gemeinsamen ersten Zentralantriebsglied gebildet sind oder zu einem gemeinsamen ersten Zentralantriebsglied fest miteinander verbunden sind, so dass sie um den gleichen ersten Antriebsgelenkpunkt verschwenkbar sind, wobei das zweite Antriebsglied der ersten Bewegungsvorrichtung und das zweite Antriebsglied der zweiten

20 Bewegungsvorrichtung von einem gemeinsamen zweiten Zentralantriebsglied gebildet sind oder zu einem gemeinsamen zweiten Zentralantriebsglied fest miteinander verbunden sind, so dass sie um den gleichen zweiten Antriebsgelenkpunkt verschwenkbar sind, und wobei die Anordnung ferner einen Antriebsabschnitt aufweist, welcher mit dem ersten

25 oder/und dem zweiten Zentralantriebsglied zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft gekoppelt ist, um die Arbeitsabschnitte der Bewegungsvorrichtungen in Bezug auf den Basisabschnitt zwischen jeweils mindestens einer Arbeitsposition und jeweils mindestens einer Rückzugsposition zu bewegen.

30

Mit der erfindungsgemäßen Anordnung ist eine Kombination zweier Bewegungsvorrichtungen nach dem Prinzip der geschlossenen kinematischen Kette geschaffen worden, wobei die Anordnung in ihrer

- 17 -

Konstruktion und ihren technischen Effekten deutlich über eine bloße Addition zweier herkömmlicher Bewegungsvorrichtungen hinaus geht. So können beide Bewegungsvorrichtungen an einem gemeinsamen Basisabschnitt gehalten und durch einen gemeinsamen Antriebsabschnitt angetrieben werden, wodurch Herstellungs- und Betriebskosten sowie Raumbedarf eingespart werden können. Die erfindungsgemäße Anordnung ist nach ihrem Grundprinzip eine einzige Vorrichtung, mit welcher gleichzeitig zwei Arbeitsabschnitte präzise synchron zueinander betreibbar sind. So kann die Anordnung beispielsweise gleichzeitig zwei Maschinen bedienen, etwa gleichzeitig zwei Formteile aus einer Form entnehmen.

Zwar können die beiden Arbeitsabschnitte aufgrund der gemeinsamen Zentralantriebsglieder beider Bewegungsvorrichtungen nicht mehr unabhängig voneinander bewegt werden, jedoch hat der Erfinder erkannt, dass gerade im Bereich industriellen Fertigung und Montage oder auch in anderen Anwendungen ein und derselbe Arbeitsvorgang zweckmäßig an zwei räumlich getrennten Orten zu verrichten ist und dass eine symmetrische Bewegung des Arbeitsabschnitts dann sogar in besonderem Maße erwünscht ist. Als Beispiel kann angeführt werden, dass die erfindungsgemäße Anordnung zwei im Abstand voneinander angeordnete Spritzgussformen gleichzeitig entladen kann, und zwar Dank der erfindungsgemäßen Konstruktion in zuverlässiger zeitlicher und räumlicher Symmetrie, so dass sich die vorstehend genannte Einschränkung in einer solchen Herstellungsanlage sogar als zusätzlicher Vorteil erweist.

Ein weiter wichtiger Vorteil der erfindungsgemäßen Anordnung liegt in der Möglichkeit, mit einfachen Mitteln die Massenverteilung um die Lagerung der Anordnung am Basisabschnitt symmetrischer zu gestalten. Wenn insbesondere das erste und das zweite Zentralantriebsglied durch starre Streben gebildet sind, welche sich im Wesentlichen mittig kreuzen, wobei der erste und der zweite Antriebsgelenkpunkt im Kreuzungspunkt der Streben liegen, so kann eine im Wesentlichen symmetrische Massenverteilung erzielt werden und die auf die Lagerung der Anordnung im

Basisabschnitt bzw. Antriebsabschnitt einwirkenden Kräfte können deutlich reduziert werden.

Eine im Wesentlichen symmetrisch aufgebaute Anordnung bietet darüber
5 hinaus den entscheidenden Vorteil, dass während der Bewegung der
Glenkanordnungen auftretende Trägheitskräfte gleichzeitig und im
Wesentlichen mit gleicher Größe in entgegengesetzten Richtungen auftreten
und sich somit gegenseitig aufheben und nicht in die Lagerung der
Anordnung am Basisabschnitt bzw. am Antriebsabschnitt eingeleitet werden.

10 Die erfindungsgemäße Anordnung kann durch eines oder mehrere der
vorstehend genannten Merkmale der Bewegungsvorrichtung des ersten
Aspekts oder/und des zweiten Aspekts weitergebildet werden. Insbesondere
kann jede der beiden Bewegungsvorrichtungen eine Bewegungsvorrichtung
15 des ersten oder/und des zweiten Erfindungsaspekts sein, wobei die den
Antriebsabschnitt oder den Basisabschnitt betreffenden Merkmale
vorzugsweise nur einmal vorgesehen werden, nämlich für den gemeinsamen
Antriebsabschnitt bzw. den gemeinsamen Basisabschnitt usw. Ferner kann
eine erfindungsgemäße Anordnung mehr als zwei Bewegungsvorrichtungen
20 der beschriebenen Art umfassen, welche auch unabhängig voneinander
bewegbar sind. So kann beispielsweise ein Hubliftsystem realisiert werden,
das mit mehreren Arbeitsabschnitten gleichzeitig mehrere Bewegungs-
abläufe ausführt und dabei an einem gemeinsamen Basisabschnitt gehalten
ist und durch einen oder mehrere Antriebsabschnitte angetrieben wird.

25 Nach einem vierten Aspekt betrifft die Erfindung eine Herstellungsanlage zur
Herstellung eines Produkts, wobei die Herstellungsanlage mindestens ein
Werkzeug und eine Transfereinrichtung zur Beladung oder/und Entladung
des Werkzeugs umfasst.

30 Solche Herstellungsanlagen sind im Stand der Technik gut bekannt und
verwenden als Transfereinrichtung zumeist Sechs-Achs-Roboter. Sechs-
Achs-Roboter sind jedoch relativ teuer, da sie eine Vielzahl von eigenständig

- 19 -

angetriebenen Achsen aufweisen, welche für die im Wesentlichen lineare Bewegung während des Be- und Entladens des Werkzeugs großteils nicht notwendig sind. Durch die Vielzahl von in unterschiedlichen Richtungen schwenkbar angetriebenen Gelenke werden von Seiten des Werkzeugs oder

5 Produkts aus auf die Transfereinrichtung einwirkende externe Kräfte stets auch teilweise direkt in die Antriebseinrichtungen eingeleitet.

Dementsprechend müssten die Sechs-Achs-Roboter zumeist überdimensioniert werden, wodurch weitere Kosten entstehen.

10 Im Stand der Technik wurden daher größere Anstrengungen unternommen, Alternativen für Sechs-Achs-Roboter für die Be- und Entladung von Werkzeugen zu finden. Umfangreiche Entwicklungen auf diesem Gebiet führten zum Einsatz verschiedener Linearbewegungsvorrichtungen mit einem oder mehreren verschiebbaren Schlitten, welche durch einen

15 Kugelumlaufspindeltrieb, durch Linearmotoren, durch einen Riemenantrieb, durch Seilzüge oder durch einen Kettentrieb bewegt werden. Derartige Vorrichtungen haben jedoch den Nachteil, dass sie hohe Antriebsleistung benötigen, um die erforderliche Beschleunigung des Schlittens für geringe Zykluszeiten zu erreichen. Ferner benötigen die herkömmlichen

20 Linearbewegungsvorrichtungen eine Vielzahl von beweglichen Bauteilen, auf welche bei den hohen Beschleunigungen große Trägheitskräfte einwirken. Riemen- und Kettenantriebe sowie Linearführungen sind zudem relativ laut, wartungsintensiv und für Reinraumumgebungen ungeeignet.

25 Vor diesem Hintergrund schafft die vorliegende Erfindung nach dem vierten Aspekt eine Herstellungsanlage der genannten Art, welche geringere Anschaffungskosten aufweist und wirtschaftlicher, insbesondere mit verkürzter Zykluszeit, arbeitet, indem erfindungsgemäß als Transfereinrichtung mindestens eine Bewegungsvorrichtung mit

30 geschlossener kinematischer Kette vorgesehen ist. Eine solche Bewegungsvorrichtung kann in einfacher Weise durch Änderung des Winkels zwischen den beiden Antriebsgliedern eine Linearbewegung des Arbeitsabschnitts bewirken. Die Bewegungsvorrichtung kommt dabei mit nur

- 20 -

einer angetriebenen Achse aus, während die mindestens drei weiteren Achsen als passive Achsen kostengünstig und stabil hergestellt werden können, um die auf den Arbeitsabschnitt einwirkenden externen Kräfte aufzunehmen. Die Transfereinrichtung der erfindungsgemäßen
5 Herstellungsanlage arbeitet ohne Riemen- oder Kettenübertragungen sowie ohne Zahnräder zwischen den einzelnen Gliedern und weist gegenüber herkömmlichen Lösungen reduzierten Anschaffungs- und Wartungsaufwand auf. Die Antriebsglieder sind schwenkbar und können daher durch Motoreinheiten direkt, präzise und spielfrei angesteuert werden. Auf
10 aufwändige Linearführungen kann weitestgehend verzichtet werden.

Ein weiterer besonderer Vorteil einer Herstellungsanlage mit Bewegungsvorrichtung mit geschlossener kinematischer Kette liegt in der einfachen Möglichkeit, zusätzlich zur Linearbewegung des Arbeitsabschnitts
15 eine weitere Bewegung mit Bewegungskomponente senkrecht zur Achse der Linearbewegung auszuführen. Dazu wird der Antriebsabschnitt einfach derart angesteuert, dass die beiden Antriebsglieder in Bezug auf den Basisabschnitt mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten verschwenkt werden oder in gleicher Richtung verschwenkt werden. Dieses Merkmal ist in
20 der speziellen Anwendung, nämlich einer Herstellungsanlage zur Herstellung eines Formkörpers, von besonderer Bedeutung, da z.B. beim Entformen eines Formkörpers regelmäßig der Formkörper zunächst linear aus der Form zurückgezogen werden muss und anschließend an einer anderen Position, die im Abstand von der Achse der Linearbewegung liegt, abgelegt
25 oder an eine andere Vorrichtung übergeben werden muss. Es ist als Verdienst des Erfinders anzusehen, die spezielle Eignung einer an sich bekannten Bewegungsvorrichtung mit geschlossener kinematischer Kette für die besonderen Anforderungen und Bewegungsabläufe eines Formgebungsverfahrens erstmalig erkannt zu haben, so dass unabhängiger
30 Schutz für eine derartige Herstellungsanlage beansprucht wird.

In bevorzugten Ausführungsformen der Herstellungsanlage des vierten Aspekts der Erfindung kann die Transfereinrichtung eine

- 21 -

Bewegungsvorrichtung des ersten oder des zweiten Aspekts der Erfindung oder einer Anordnung nach dem dritten Aspekt der Erfindung sein. In solchen Ausführungsformen lassen sich die oben in Bezug auf den ersten bis dritten Aspekt beschriebenen Vorteile und Effekte erzielen, welche im
5 Zusammenhang mit der Herstellung von Formkörpern besonders zum Tragen kommen. Insbesondere werden Formkörper häufig in extrem hoher Stückzahl zu relativ geringen Stückpreisen hergestellt, so dass einem wirtschaftlichen Betrieb der Herstellungsanlage und einer Verkürzung der Zykluszeit durch Reduzierung der Formoffenzeiten, wie sie bei der Erfindung
10 erreicht werden, besonders hohe Bedeutung zu kommt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform umfasst die Herstellungsanlage des vierten Aspekts der Erfindung mindestens zwei Formen, wobei beide Formen mit derselben Bewegungsvorrichtung,
15 insbesondere einer erfindungsgemäßen Bewegungsvorrichtung, oder mit der selben erfindungsgemäßen Anordnung des dritten Aspekts beladen oder/und entladen werden. Dabei sind vorzugsweise die Antriebsgelenkpunkte des ersten und des zweiten Antriebsglieds oder die Antriebsgelenkpunkte des ersten und zweiten Zentralantriebsglieds im
20 Wesentlichen mittig auf einer Verbindungslinie zwischen zwei Entnahmepositionen angeordnet, an welchen die Formkörper aus den beiden Formen zu entnehmen sind. Auf diese Weise kann ein synchroner Beladungs- und Entladungsbetrieb mit ausgeglichenen Massen ermöglicht werden.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

30 Figuren 1a – 1c eine Bewegungsvorrichtung nach einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Rückzugposition, einer Zwischenposition bzw. einer Arbeitsposition;

- Figuren 2a, 2b perspektivische Ansichten der in Figuren 1a – 1c
dargestellten Bewegungsvorrichtung in der
Rückzugposition;
- 5 Figuren 3a, 3b perspektivische Ansichten der in Figuren 1a – 1c
dargestellter Bewegungsvorrichtung in der
Arbeitsposition;
- 10 Figuren 4a, 4b perspektivische Ansichten der Abtriebsglieder der in
Figuren 1a - 1c dargestellten Bewegungsvorrichtung;
- 15 Figur 5 einen Querschnitt eines distalen Abschnitts der in
Figuren 1a – 1c gezeigten Bewegungsvorrichtung
gemäß einer Schnittlinie V-V in Figur 1c;
- 20 Figur 6 eine Querschnittsdarstellung eines proximalen
Abschnitts der in Figuren 1a – 1c dargestellten
Bewegungsvorrichtung gemäß einer Schnittlinie VI-VI in
Figur 1b;
- 25 Figur 7 eine Bewegungsvorrichtung eines zweiten
Ausführungsbeispiels der Erfindung in einer
Querschnittsansicht entsprechend Figur 6;
- 30 Figur 8 eine Bewegungsvorrichtung eines dritten
Ausführungsbeispiels der Erfindung in einer
Querschnittsansicht entsprechend Figur 6;
- 30 Figuren 9a, 9b eine schematische Darstellung einer Herstellungsanlage
nach einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung in
einer Rückzugposition sowie in einer Arbeitsposition;

- 23 -

- Figuren 10a, 10b eine schematische Darstellung einer Herstellungsanlage nach einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Arbeitsposition sowie einer Rückzugsposition; und
- 5 Figuren 11a, 11b vereinfachte schematische Darstellungen der Antriebsabschnitte des ersten Ausführungsbeispiels bzw. des zweiten und dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung.
- 10 In den Figuren 1a bis 3b sind Seitenansichten bzw. perspektivische Ansichten einer allgemein mit 10 bezeichneten Bewegungsvorrichtung dargestellt, auf welche sich im folgenden bezogen wird. Die Bewegungsvorrichtung 10 des ersten Ausführungsbeispiels umfasst einen Basisabschnitt 12, durch welchen die Bewegungsvorrichtung 10 z.B.
- 15 stationär an einem nicht dargestellten Basisgestell gehalten ist. Alternativ könnte der Basisabschnitt 12 auf einem verschiebbaren, fahrbaren oder/und drehbaren Träger angeordnet sein.
- Ein Arbeitsabschnitt 14 weist ein Greifwerkzeug 16 zum Ergreifen eines nicht
- 20 dargestellten Formkörpers auf. Im Ausführungsbeispiel umfasst das Greifwerkzeug 16 zwei Greifelemente 16a, 16b mit jeweils sechs Saugnäpfen 17, so dass gleichzeitig zwölf Formkörper an dem Greifwerkzeug 16 gehalten werden können.
- 25 Eine Gelenkanordnung 18 verbindet den Basisabschnitt 12 und den Arbeitsabschnitt 14 und umfasst ein erstes Antriebsglied 20a, ein zweites Antriebsglied 20b, ein erstes Abtriebsglied 22a und ein zweites Abtriebsglied 22b, wobei die vier Glieder 20a, 20b, 22a, 22b durch zueinander parallele Achsen 24, 26, 28, 30 so miteinander verbunden sind, dass sie ein
- 30 Drachenviereck bilden. Speziell sind das erste und das zweite Antriebsglied 20a, 20b schwenkbar um die Antriebsachse 24 miteinander verbunden, das erste Antriebsglied 20a und das erste Abtriebsglied 22a sind schwenkbar an der ersten Zwischenachse 26 miteinander verbunden, das zweite

- 24 -

Antriebsglied 20b und das zweite Abtriebsglied 22b sind schwenkbar an der zweiten Zwischenachse 28 miteinander verbunden und das erste und das zweite Abtriebsglied 22a, 22b sind an der Abtriebsachse 30 schwenkbar miteinander verbunden.

5

Das erste und zweite Antriebsglied 20a, 20b sowie das erste und das zweite Abtriebsglied 22a, 22b verlaufen in allen Schwenkpositionen im Wesentlichen parallel zu einer die Achsen 24, 26, 28, 30 senkrecht schneidenden Ebene (in den Figuren 1a bis 3b eine vertikale Ebene).

10 Dementsprechend ist der Raumbedarf der Bewegungsvorrichtung 10 in Richtung der Achsen 24, 26, 28, 30 begrenzt. Wie insbesondere in Figuren 2a bis 3b zu erkennen ist, sind die Antriebsglieder 20a, 20b jeweils durch strebenartige Hebelglieder gebildet. Die Achsen 24, 26, 28, sind jeweils an gegenüberliegenden Endabschnitten der Antriebsglieder 20a, 20b
15 angeordnet.

Wie insbesondere in Figuren 4a, 4b gut zu erkennen ist, sind die Abtriebsglieder 22a, 22b im Wesentlichen L-förmig ausgebildet und umfassen jeweils einen Hauptabschnitt 32a, 32b und einen
20 Erweiterungsabschnitt 34a, 34b. Der Hauptabschnitt 32a und der Erweiterungsabschnitt 34a des ersten Abtriebsglieds 22a sind fest miteinander verbunden. Ebenso sind der Hauptabschnitt 32b und der Erweiterungsabschnitt 34b des zweiten Abtriebsglieds 22b fest miteinander verbunden. Die Hauptabschnitte könnten alternativ auch einstückig mit ihren
25 jeweiligen Erweiterungsabschnitten verbunden sein, so dass die Abtriebsglieder aus einem einstückigen L-Hebel gebildet sind.

An den der Abtriebsachse 30 entgegengesetzten Enden der Erweiterungsabschnitte 34a, 34b weisen diese Übertragungsgelenkpunkte
30 36a, 36b, an welchen Übertragungsglieder 38a, 38b, schwenkbar gekoppelt sind, so dass die Übertragungsglieder 38a, 38b jeweils um zur Abtriebsachse 30 parallele Schwenkachsen verschwenken können. Die beiden Übertragungsglieder 38a, 38b sind an ihren anderen Enden an

- 25 -

jeweiligen Verbindungsgelenkpunkten 39a, bzw. 39b schwenkbar an einem proximalen Abschnitt eines Schlittens 40 angebracht, der an seinem distalen Abschnitt das Greifwerkzeug 16 trägt. Die beiden Erweiterungsabschnitte 34a, 34b und die beiden Übertragungsglieder 38a, 38b bilden zusammen im Wesentlichen wiederum ein Drachenviereck. Der Schlitten 40 ist verschiebbar in einer Schlittenführung 42 geführt, welche mit der Abtriebsachse 30 so verbunden ist, dass sie in Bezug auf das erste und das zweite Abtriebsglied 22a, 22b schwenkbar ist.

Weitere Details des konstruktiven Aufbaus im Bereich der Abtriebsachse 30 sind in der Querschnittsdarstellung der Figur 5 zu erkennen, welche einen Schnitt gemäß einer Schnittlinie V-V in Figur 1b zeigt.

Zu erkennen ist, dass der Hauptabschnitt 32b des zweiten Abtriebsglieds 22b an einem Ende der Abtriebsachse 30 fest angebracht ist, so dass er sich zusammen mit der Abtriebsachse 30 dreht. Ebenfalls fest mit der Abtriebsachse 30 verbunden ist der Erweiterungsabschnitt 34b des zweiten Abtriebsglieds 22b, so dass auch dieser sich zusammen mit der Abtriebsachse 30 dreht. Zwischen dem Hauptabschnitt 32b und dem Erweiterungsabschnitt 34b des zweiten Abtriebsglieds 22b ist das erste Abtriebsglied 22a durch Wälzlager 44 schwenkbar auf der Abtriebsachse 30 gelagert. Der Erweiterungsabschnitt 34a ist aus zwei parallelen Platten 46, 48 gebildet, welche den Hauptabschnitt 32a des ersten Abtriebsglieds 22a zwischen sich aufnehmen und fest mit diesem verbunden sind. Die Wälzlager 44 sind zwischen dem Hauptabschnitt 32a und der Abtriebsachse 30 angeordnet.

An dem dem zweiten Abtriebsglied 22b gegenüberliegenden Ende der Abtriebsachse 30 ist die Schlittenführung 42 über Wälzlager 50 drehbar auf der Abtriebsachse 30 gelagert, so dass die Schlittenführung 42, das erste Abtriebsglied 22a und das zweite Abtriebsglied 22b jeweils paarweise zueinander schwenkbar gehalten sind. In Figur 5 ist ferner zu erkennen, dass die Schlittenführung 42 zwei zueinander parallele Führungsschienen

- 26 -

52 aufweist, welche zugeordnete Schienen 54 des Schlittens 40 in Eingriff nehmen, so dass dieser linear verschiebbar an der Schlittenführung 42 gehalten ist.

5 Unter erneuter Bezugnahme auf Figuren 1a – 1c ist ferner ist anzumerken, dass die Bewegungsvorrichtung 10 im Hinblick auf die räumliche Anordnung der Gelenkpunkte bzw. der Länge und Orientierung der einzelnen Glieder 20a, 20b, 22a, 22b, 38a, 38b im Wesentlichen symmetrisch in Bezug auf eine Ebene E angeordnet sind, welche die Antriebsachse 24 und die
10 Abtriebsachse 30 enthält. Die Länge der Übertragungsglieder 38a, 38b ist jeweils etwas größer als die Länge der Erweiterungsabschnitte 34a, 34b, jeweils gemessen zwischen den entsprechenden Gelenkpunkten. Ein Winkel α zwischen dem Hauptabschnitt 32a, 32b und dem Erweiterungsabschnitt 34a, 34b beträgt für beide Abtriebsglieder 22a, 22b, jeweils etwas mehr als
15 90 Grad, beispielsweise 95 Grad im Ausführungsbeispiel.

Unter Bezugnahme auf Figur 6, wird im folgenden der Basisabschnitt 12 mit Antriebsabschnitt 55 näher erläutert, wobei Figur 6 eine Querschnittsdarstellung entsprechend einer Linie VI-VI in Figur 1b zeigt. Ein
20 Trägerring 56 weist einen Befestigungsflansch 58 mit Schraublöchern auf, so dass er an einem nicht dargestellten stationären Maschinenteil oder dergleichen fest angebracht werden kann. Über ein erstes Getriebegehäuse 60a ist ein Stator 62a eines ersten Elektromotors 64a, fest mit dem Trägerring 56 verbunden. Ein Rotor 66a des ersten Elektromotors 64a trägt
25 ein erstes Getriebeeingangsrads 68a eines ersten Getriebes 70a, das die schnelle Drehbewegung des Rotors 66a in eine langsamere Drehbewegung eines ersten Getriebeausgangsrads 72a umwandelt (Untersetzungsplanetengetriebe).

30 Als Getriebe 70a, kommt hier vorzugsweise ein Harmonic-Drive-Getriebe zum Einsatz, wie es von der Firma "Harmonic Drive AG" hergestellt und vertrieben wird. Das Harmonic-Drive-Getriebe umfasst das Getriebeeingangsrad 68a, welches eine elliptische Form aufweist und als

- 27 -

Wave-Generator des Harmonic-Drive-Getriebes dient. Über ein Kugellager 84 verformt das elliptische Rad 68a eine zylindrische, verformbare Stahlbüchse 86, den so genannten Flexspline, der eine Außenverzahnung trägt. Der Flexspline 86 ist Teil des Getriebeausgangselements 72a oder ist drehfest mit diesem gekoppelt. Die Außenverzahnung des Flexsplines 86 greift in eine Innenverzahnung des ersten Getriebegehäuses 60a, so dass das erste Getriebegehäuse 60a den fixierten Circular Spline des Harmonic-Drive-Getriebes bildet. Dabei besteht der Zahneingriff zwischen Flexspline 86 und Circular Spline 60a stets nur an den gegenüberliegenden Abschnitten der großen Ellipsenachse des elliptisch verformten Flexsplines 86. Durch die Drehung der Ellipsenachse entsprechend der Drehung des elliptischen Getriebeeingangsrads 68a verlagert sich auch der Eingriffsbereich zwischen Flexspline 86 und Circular Spline 60a mit gleicher Geschwindigkeit um die Drehachse. Der Flexspline 86 weist zwei Zähne weniger auf, als der Circular Spline 60a, so dass sich bei einer halben Umdrehung des elliptischen Getriebeeingangsrads 68a eine Relativbewegung zwischen Flexspline 86 und Circular Spline 60a um einen Zahn ergibt. Der Flexspline 86 ist Teil des Getriebeausgangselements 72a oder ist mit diesem drehfest gekoppelt, so dass die Rotordrehung mit starker Untersetzung auf das Getriebeausgangselement 72a übertragen wird.

Harmonic-Drive-Getriebe der beschriebenen Art können hohe Drehmomente nahezu spielfrei übertragen werden. Sie sind aufgrund einer geringen Anzahl von Bauelementen relativ wartungsfreundlich und weisen hohen Wirkungsgrad auf. Selbstverständlich ist der Erfindung nicht auf die Verwendung mit Harmonic-Drive-Getrieben beschränkt, sondern kann mit anderen Planetenradgetrieben oder anderen Untersetzungsgetrieben ausgeführt werden.

Zwischen dem ersten Getriebeausgangsrad 72a und einer ersten Befestigungsplatte 74a ist ein proximaler Endabschnitt des ersten Antriebsglieds 20a aufgenommen. Durch eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung um die Drehachse des Elektromotors 64 herum in

- 28 -

Abständen voneinander angeordneten Schrauben 76, welche jeweils die erste Befestigungsplatte 74a und das erste Antriebsglied 20a durchsetzen und in das erste Getriebeausgangsrad 72a eingeschraubt sind, sind die erste Befestigungsplatte 74a, das erste Antriebsglied 20a und das erste Getriebeausgangsrad 72a fest miteinander verbunden. Über Kreuzwälzlager 78 ist das erste Getriebeausgangsrad 72a drehbar in dem ersten Getriebegehäuse 60a gelagert.

Ein zweiter Elektromotor 64b weist einen Stator 62b und einen Rotor 66b auf, wobei die Drehachse des Rotors 66b koaxial zur Drehachse des Rotors 66a des ersten Elektromotors 64a verläuft und wobei die beiden Rotoren 66a, 66b der beiden Elektromotoren 64a, 64b einander zugewandt sind.

Der Stator 62b des zweiten Elektromotors 64b ist fest mit einem zweiten Getriebegehäuse 60b verbunden, welcher an seinem Außenumfang ebenfalls drehfest einen proximalen Abschnitt des zweiten Antriebsglieds 20b hält, so dass sich der Stator 62b des zweiten Elektromotors 64b zusammen mit dem zweiten Antriebsglied 20b dreht.

Am Rotor 66b des zweiten Elektromotors 64b ist drehfest ein zweites Getriebeeingangsrad 68b eines zweiten Harmonic-Drive-Getriebes 70b angebracht, welches im Wesentlichen identisch mit dem ersten Harmonic-Drive-Getriebe ist und welches die schnellere Drehung des Rotors 66b des zweiten Elektromotors 64b in eine langsamere Drehbewegung eines zweiten Getriebeausgangsrad 72b umwandelt. Das zweite Getriebeausgangsrad 72b ist über Kreuzwälzlager 78b drehbar an einem Innenumfang des zweiten Getriebegehäuses 60b gelagert.

Durch eine Mehrzahl von um die Drehachse der Motoren herum in Abständen voneinander angeordnete Schrauben 80 ist eine zweite Befestigungsplatte 74b mit dem zweiten Getriebeausgangsrad 72b fest verbunden, wobei die Schrauben 80 die zweite Befestigungsplatte 74b durchsetzen. Durch in Umfangsrichtung um die Drehachse herum verteilt

- 29 -

angeordnete Schrauben 82 sind schließlich die erste Befestigungsplatte 74a und die zweite Befestigungsplatte 74b drehfest miteinander verbunden. Durch diesen Aufbau sind insgesamt das erste Getriebeausgangsrad 72a, das erste Antriebsglied 20a, die erste Befestigungsplatte 74a, die zweite
5 Befestigungsplatte 74b sowie das zweite Getriebeausgangsrad 72b drehfest zu einer Zwischeneinheit miteinander verbunden. Während der erste Elektromotor 64a diese Zwischeneinheit einschließlich des ersten Antriebsglieds 20a antreibt, bewirkt der Betrieb des zweiten Elektromotors 64b, dass sich der Stator 62b und das zweite Antriebsglied 20b gemeinsam
10 um diese Zwischeneinheit herum drehen.

Für eine Linearbewegung des Arbeitsabschnitts müssen sich erstes Antriebsglied 20a und zweites Antriebsglied 20b mit gleicher Winkelgeschwindigkeit in entgegengesetzte Richtungen drehen, was
15 dadurch erreicht wird, dass das erste Antriebsglied 20a durch den ersten Elektromotor 64a mit einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit Ω um den Basisabschnitt 12 herum gedreht wird, während das zweite Antriebsglied 20b durch den zweiten Elektromotor 64b mit einer Geschwindigkeit von $-2 \times \Omega$, d.h. mit doppelter und gegenläufiger Geschwindigkeit, um die miteinander
20 verbundenen Getriebeausgangselemente 72a, 72b gedreht wird. Beide Antriebsglieder 20a, 20b drehen sich dann in Bezug auf den Basisabschnitt mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit Ω in entgegengesetzte Richtungen.

Durch die in Figur 6 illustrierte Konfiguration wird die Bewegungsvorrichtung
25 10 des Ausführungsbeispiels einseitig fliegend am basisfesten Trägerring 56 bzw. am ersten Elektromotor 64a gelagert. Dementsprechend können sich beide Antriebsglieder 20a, 20b um volle 360 Grad um den Trägerring 56 und damit um den Basisabschnitt 12 herum drehen. Dies wird erreicht, indem das erste Antriebsglied 20a auf der Seite des ersten Elektromotors 64a
30 fliegend am Basisabschnitt 12 gelagert ist und das zweite Antriebsglied 20b über die oben genannte Zwischeneinheit fliegend am ersten Antriebsglied 20a gelagert ist.

- 30 -

Figur 7 zeigt eine Querschnittsansicht entsprechend Figur 6, jedoch für ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung. Im Antriebsabschnitt des zweiten Ausführungsbeispiels sind ein erster Elektromotor 64a' und ein zweiter Elektromotor 64b' über eine Zwischenplatte 60' fest an einem basisfesten Trägerring 56' befestigt, so dass beide Elektromotoren 64a', 64b' im Bezug auf den Basisabschnitt, d.h. eine externe Fixierung oder dergleichen, ortsfest sind. Arbeitsabschnitt und Gelenkanordnung der Bewegungsvorrichtung des zweiten Ausführungsbeispiels sind analog zu dem ersten Ausführungsbeispiel ausgebildet und werden im folgenden nicht erneut beschrieben. In Figur 7 sind von der Gelenkanordnung des zweiten Ausführungsbeispiels nur die proximalen Abschnitte des ersten Antriebsglieds 20a und des zweiten Antriebsglieds 20b dargestellt. Beide Antriebsglieder 20a, 20b sind um die Achse einer Antriebswelle 61' verschwenkbar.

An einem Rotor 66a' des ersten Elektromotors 64a' ist eine erste Riemenscheibe 67a' befestigt. Eine zweite Riemenscheibe 68a' kann sich frei um die Antriebswelle 61' drehen. Um die Riemenscheiben 67a' und 68a' ist ein Riemen 69' gewickelt, so dass die Drehung des Rotors 66a' auf die zweite Riemenscheibe 68a' übertragen wird. Die zweite Riemenscheibe 68a' ist drehfest mit einer Antriebshülse 71a' verbunden, welche vom Außenumfang der Antriebswelle 61' durch einen Ringspalt getrennt ist, sodass sie sich in Bezug auf die Antriebswelle 61' drehen kann. Die Antriebshülse 71a' steht mit einem Eingangselement eines in Figur 7 nicht im einzelnen illustrierten ersten Planetenradgetriebes 70a' in Verbindung, welches die schnelle Drehung des Rotors 66a' in eine langsamere Drehung eines ersten Getriebeausgangelements 72a' umwandelt. Das Getriebeausgangelement 72a' ist über Kreuzwälzlager 78' drehbar an einem Innenumfang eines ersten Getriebegehäuses 60a' gelagert, der mit dem Trägerring 56' fest verbunden ist.

Analog zum ersten Ausführungsbeispiel ist auch der proximale Abschnitt des ersten Antriebsglieds 20a zwischen einer ersten Befestigungsplatte 74a' und

- 31 -

dem ersten Getriebeausgangselement 72a' aufgenommen und die drei Elemente 74a', 20a und 72a' sind durch eine Mehrzahl von um die Drehachse herum verteilt angeordnete Befestigungsschrauben 76' drehfest miteinander verbunden.

5

Der zweite Elektromotor 64b' treibt einen zweiten Rotor 66b' an, welcher drehfest mit der Antriebswelle 61' verbunden ist. Die Antriebswelle 61' durchsetzt die zweite Riemenscheibe 68a', die erste Antriebshülse 71a', das erste Getriebeausgangselement 72a', das erste Antriebsglied 20a, sowie die erste Befestigungsplatte 74a' und ist dabei relativ zu all diesen Elementen drehbar gehalten. An einem freien Endabschnitt 73' der Antriebswelle 61' ist eine zweite Antriebshülse 71b' drehfest auf der Antriebswelle 61' getragen, welche die Rotordrehung des zweiten Elektromotors 64b' in ein Getriebeeingangselement eines in Figur 7 nicht detaillierter illustrierten zweiten Planetenradgetriebes 70b' einleitet. Das zweite Planetenradgetriebe 70b' wandelt die schnelle Drehung der zweiten Antriebshülse 71b' in eine langsamere Drehung eines zweiten Getriebeausgangselements 72b' um. Ein Getriebebasisteil oder Getriebegehäuse 75' (der Teil des Getriebes, relativ zu dem sowohl das Getriebeeingangselement als auch das

10

15

20

Getriebeausgangselement drehbeweglich sind) ist fest mit dem zweiten Antriebsglied 20b verbunden, so dass es sich zusammen mit dem zweiten Antriebsglied 20b um das zweite Getriebeausgangselement 72b' drehen kann.

25 An dem zweiten Getriebeausgangselement 72b' ist eine zweite Befestigungsplatte 74b' mittels einer Mehrzahl von verteilt um die Drehachse der Antriebswelle 61' herum angeordneten Schrauben 80' fest verbunden. Ferner sind die erste Befestigungsplatte 74a' und die zweite Befestigungsplatte 74b' mittels einer Mehrzahl von um die Drehachse herum

30

verteilt angeordneten Schrauben 82' fest miteinander verbunden, so dass durch das erste Getriebeausgangselement 72a', das erste Antriebsglied 20a, die erste Befestigungsplatte 74a', die zweite Befestigungsplatte 74b' und das zweite Getriebeausgangselement 72b' eine drehfeste Zwischeneinheit

- 32 -

gebildet ist. Der erste Elektromotor 64a' dreht somit die genannte drehfeste Zwischeneinheit einschließlich des erste Antriebsglieds 20a mit einer bestimmten Geschwindigkeit um die Achse der Antriebswelle 61', wobei der zweite Elektromotor 64b' das zweite Antriebsglied 20b um die genannte drehfeste Zwischeneinheit herum dreht.

Für eine Linearbewegung des Arbeitsabschnitts müssen sich erstes Antriebsglied 20a und zweites Antriebsglied 20b mit gleicher Winkelgeschwindigkeit in entgegengesetzte Richtungen drehen, was dadurch erreicht wird, dass das erste Antriebsglied 20a durch den ersten Elektromotor 64a' mit einer bestimmten Winkelgeschwindigkeit Ω um den Basisabschnitt 12 herum gedreht wird, während das zweite Antriebsglied 20b durch den zweiten Elektromotor 64b' mit einer Geschwindigkeit von $-2 \times \Omega$, d.h. mit doppelter und gegenläufiger Geschwindigkeit, um die miteinander verbundenen Getriebeausgangselemente 72a', 72b' gedreht wird. Beide Antriebsglieder 20a, 20b drehen sich dann in Bezug auf den Basisabschnitt mit der gleichen Winkelgeschwindigkeit Ω in entgegengesetzte Richtungen.

Figur 8 zeigt ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung in einer Schnittansicht entsprechend Figur 6 und Figur 7.

Der Antriebsabschnitt des dritten Ausführungsbeispiels unterscheidet sich vom Antriebsabschnitt des zweiten Ausführungsbeispiels nur darin, dass der zweite Rotor 66b" seine Antriebskraft nicht direkt auf die Antriebswelle 61" überträgt. Stattdessen trägt der zweite Rotor 66b" eine erste Riemenscheibe 67b", ein den Elektromotoren zugewandtes Ende der Antriebswelle 61" trägt drehfest eine zweite Riemenscheibe 68b" und um die erste Riemenscheibe 67b" und die zweite Riemenscheibe 68b" ist ein Riemen 69b" gewunden. Der Aufbau des dritten Ausführungsbeispiels erlaubt eine symmetrischere Kräfteeinleitung in die Antriebswelle 61" und bietet größere Konstruktionsfreiheit im Hinblick auf die Anordnung der Elektromotoren 64a" und 64b". Ferner ist die Antriebswelle 61" selbst als Hohlwelle ausgebildet und auch die zweite Riemenscheibe 68b" weist eine zentrale Öffnung auf,

sodass Kabel oder Zugangsleitungen durch die zweite Riemenscheibe 68b" und die Antriebswelle 61" hindurch geführt werden können, um zusätzliche Geräte (nicht dargestellt) auf der dem Basisabschnitt gegenüberliegenden Seite der Bewegungsvorrichtung zu versorgen.

5

Dem ersten, zweiten und dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung gemäß Figuren 6, 7 bzw. 8 ist jeweils gemeinsam, dass die Getriebeausgangselemente 72a, 72b; 72a', 72b'; 72a'', 72b'' der beiden Motoreinheiten jeweils aneinander befestigt sind, so dass sie gemeinsam drehen. Die Ausführungsbeispiele unterscheiden sich dagegen in der Abstützung und Befestigung der Elektromotoren bzw. ihrer Getriebe in Bezug auf den Basisabschnitt. Diese Aspekte werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Figuren 11a und 11b zusammengefasst, welche schematische Darstellungen der Antriebsanordnungen der in Figuren 6, 7 und 8 dargestellten Ausführungsbeispiele wiedergeben.

10
15

Figur 11a entspricht dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Figur 6. Der Stator 62a des ersten Elektromotors 64a ist fest in Bezug auf den Basisabschnitt 12. Der Rotor 66a des ersten Elektromotors 64a treibt das erste Getriebe 70a an, dessen erstes Getriebegehäuse 60a mit dem Basisabschnitt 12 fest verbunden ist. Der Ausgang des ersten Getriebes 70a ist sowohl mit dem Ausgang des zweiten Getriebes 70b als auch mit dem ersten Antriebsglied 20a fest verbunden. Das zweite Getriebegehäuse 60b ist mit dem zweiten Stator 62b des zweiten Elektromotors 64b sowie mit dem zweiten Antriebsglied 20b fest verbunden. Der zweite Rotor 66b des zweiten Motors 64b dreht das Getriebeeingangselement des zweiten Getriebes 70b. Auf diese Weise sind das erste Antriebsglied 20a und das zweite Antriebsglied 20b, das zweite Getriebe 70b und der zweite Elektromotor 64b alle am Ausgang des ersten Getriebes 70a abgestützt, so dass eine einseitig fliegende Lagerung der Bewegungsvorrichtung im Falle des ersten Ausführungsbeispiels konstruktiv einfach realisiert werden kann.

20
25
30

Figur 11b ist eine schematische Darstellungen des Antriebsabschnitts

- 34 -

gemäß dem zweiten und dritten Ausführungsbeispiel (Figuren 7 und 8). Wie auch im ersten Ausführungsbeispiel der Figur 11a sind auch im zweiten und dritten Ausführungsbeispiel der erste Stator 62a'; 62a" des ersten Elektromotors 64a'; 64a" sowie das Gehäuse des ersten Getriebes 70a'; 70a" an Basisabschnitt 12 befestigt. Ebenso sind die Ausgänge der beiden Getriebe 70a'; 70a" und 70b'; 70b" gemeinsam mit dem ersten Antriebsglied 20a fest verbunden und das zweite Antriebsglied 20b ist mit dem zweiten Getriebegehäuse 60b'; 60b" fest verbunden. Die Rotoren 66a'; 66a" sowie 66b'; 66b" der beiden Elektromotoren 64a'; 64a" und 64b'; 64b" treiben jeweils die Getriebeeingangselemente der beiden Getriebe 70a'; 70a" bzw. 70b'; 70b" an. Im Gegensatz zum ersten Ausführungsbeispiel ist jedoch im zweiten und dritten Ausführungsbeispiel der zweite Stator 62b'; 62b" nicht mit dem zweiten Getriebegehäuse 60b'; 60b" sondern ebenfalls mit dem Basisabschnitt 12 fest verbunden. Dies hat den Vorteil, dass der zweite Elektromotor 64b'; 64b" zuverlässiger und stabiler abgestützt werden kann, wobei jedoch zur Erzielung einer einseitig fliegenden Lagerung ein etwas höherer konstruktiver Aufwand betrieben werden muss, als im ersten Ausführungsbeispiel, z. B. die Durchführung der Welle 61'; 61" durch das zweite Getriebe 70b'; 70b" sowie durch beide Antriebsglieder 20a, 20b, wie unter Bezugnahme auf Figuren 7 und 8 für das zweite bzw. dritte Ausführungsbeispiel vorstehend detaillierter erläutert wurde.

Figuren 9a und 9b zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel der Erfindung in Form einer Herstellungsanlage zur Herstellung eines Formkörpers 196 in einem Spritzgussverfahren.

Die Herstellungsanlage 100 umfasst eine Spritzgussform 190 mit zwei Formhälften 192, 194, welche im geschlossenen Zustand zwischen sich einen Formhohlraum bilden. In den Formhohlraum wird flüssiges Kunststoffmaterial eingespritzt, das anschließend abkühlt und aushärtet. Die Formhälften 192, 194 werden dann geöffnet und der Formkörper 196 wird entformt.

- 35 -

Die Herstellungsanlage 100 umfasst ferner eine Bewegungsvorrichtung 110, beispielsweise mit der Konfiguration gemäß dem ersten, zweiten oder dritten Ausführungsbeispiel der Figuren 1a bis 8. Ein Arbeitsabschnitt 114 mit Greifwerkzeug zum Greifen des Formteils 196 kann durch die

5 Bewegungsvorrichtung 110 entlang einer Linie L linear zwischen einer in Figur 9a gezeigten Rückzugsposition und einer in Figur 9b gezeigten Arbeitsposition bewegt werden. So kann das Greifwerkzeug des Arbeitsabschnitts 114 in der Arbeitsposition das gegossene Formteil 196 aus der geöffneten Spritzgussform 190 entnehmen und es in Richtung des

10 Basisabschnitts 112 zurückziehen.

Außerdem können die am Ort des Basisabschnitts 112 angeordneten Elektromotoren so angetrieben werden, dass sich die Bewegungsvorrichtung 110 einschließlich des Arbeitsabschnitts 114 um den Basisabschnitt 112

15 herum dreht. Insgesamt kann der Arbeitsabschnitt 114 der Bewegungsvorrichtung 110 somit an eine beliebige Position innerhalb eines flachen Kreistrings 122 bewegt werden, wobei der Innenradius 124 des Kreistrings 122 durch den Abstand zwischen Arbeitsabschnitt 114 und Basisabschnitt 112 in der Rückzugsposition gegeben ist und der

20 Außenradius 126 des Kreistrings 122 durch den Abstand zwischen Arbeitsabschnitt 114 und Basisabschnitt 112 in der Arbeitsposition gegeben ist. In der Herstellungsanlage des gezeigten Ausführungsbeispiels bewegt sich der Arbeitsabschnitt 114 stets in einer vertikalen Ebene.

25 Insbesondere ist die gesamte Bewegungsvorrichtung 110, da sie einseitig fliegend am Basisabschnitt 112 gelagert ist, um volle 360 Grad frei um den Basisabschnitt 112 herum drehbar, wodurch sich flexible Anwendungsmöglichkeiten ergeben.

30 Figuren 10a und 10b zeigen eine Herstellungsanlage 200 nach einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung, welche zwei Spritzgussformen 290-1, 290-2 umfasst, welche in einem Abstand voneinander angeordnet sind und gleichzeitig Spritzgussteile herstellen können. Das Be- und

- 36 -

Entladen, insbesondere die Entnahme der erkalteten Formteile 296-1, 296-2 aus den beiden Spritzgussformen 290-1, 290-2 erfolgt durch eine einzige Anordnung 210, welche am Basisabschnitt 212 durch einen Antriebsabschnitt 255 angetrieben wird.

5

Die Anordnung 210 stellt eine Kombination zweier erfindungsgemäßer Bewegungsvorrichtungen, beispielsweise der in Figuren 1a - 8b dargestellten Konstruktionen, dar, wobei die Antriebsglieder beider Bewegungsvorrichtungen jeweils als Zentralantriebsglieder 220a, 220b in Form je einer Längsstrebe ausgebildet sind, wobei sich die Längsstreben etwa mittig am Lagerungspunkt des Basisabschnitts 212 schneiden und wobei sie an diesem Schnittpunkt durch den Antriebsabschnitt 255 so angetrieben werden, dass sie sich in der Art einer Schere in unterschiedlichen Winkeln zueinander einstellen. Dies führt zu einer synchronen Linearbewegung der beiden Greifwerkzeuge beider Arbeitsabschnitte 214-1, 214-2 in zueinander entgegengesetzten Richtungen, so dass beide Spritzgussformen 290-1, 290-2 synchron zueinander entladen werden können.

20 Auch die Anordnung 210 der Figuren 10a und 10b ist am Basisabschnitt 212 einseitig fliegend gelagert, so dass die Arbeitsabschnitte 214-1, 214-2 innerhalb einer Ringscheibe 222 im Wesentlichen an jedem Punkt positioniert werden können. In Figur 10b illustriert ein Doppelpfeil x die lineare Bewegung der Arbeitsabschnitte, während ein Doppelpfeil ω die Schwenkbewegung der Arbeitsabschnitte um die Lagerung am Basisabschnitt 212 herum anzeigt. In den Figuren 10a und 10b ist ferner zu erkennen, dass die Anlage 210 des fünften Ausführungsbeispiels eine um den Gelenkpunkt am Basisabschnitt 212 herum symmetrische Verteilung sowohl im Hinblick auf die Gewichtskraft der beiden

25

30 Bewegungsvorrichtungen als auch im Hinblick auf die bei der Beschleunigung der Vorrichtungen auftretenden Trägheitskräfte und Stöße aufweist.

- 37 -

Sowohl im vierten als auch im fünften Ausführungsbeispiel (Figuren 9a bis 10b) ist ferner zu erkennen, dass innerhalb der Ringscheiben 122 bzw. 222 nicht nur jede Position durch die Arbeitsabschnitte 114 bzw. 214-1, 214-2 angefahren werden kann, sondern dass sich die Bewegungsvorrichtungen ferner auch in der Rückzugsposition frei um 360° so drehen können, dass kein Element der Bewegungsvorrichtung, insbesondere kein Abschnitt der Gelenkanordnungen, in den Bereich der Ringscheiben 122 bzw. 222 eindringt. Der gesamte Bereich der Ringscheiben kann somit ohne die Gefahr einer Kollision mit der Bewegungsvorrichtung ausgenutzt werden.

In einer Abwandlung kann die Anordnung des vierten Ausführungsbeispiels (Figuren 9a und 9b) gleichzeitig auch zwei oder mehrere Werkzeuge (z.B. zwei oder mehrere Spritzgussformen 190) bedienen. Dabei ist der Arbeitstakt (z.B. ca. 30 Sek.) der zwei oder mehr Werkzeuge vorzugsweise zeitlich so versetzt, dass die Bewegungsvorrichtung die Werkzeuge nacheinander bedienen kann, ohne dass die Werkzeuge auf die Bewegungsvorrichtung "warten" müssen. Somit kann ohne Einbußen von Zykluszeit eine Mehrzahl von Werkzeugen mit nur einer Bewegungsvorrichtung bedient werden.

In einer Variante des fünften Ausführungsbeispiels (Figuren 10a und 10b) kann die Anordnung 210 auch mit nur einem Werkzeug (z.B. nur der Spritzgussform 290-1) zusammenarbeiten. In einem besonders effektiven Verfahren kann dann vorgesehen sein, dass der Arbeitsabschnitt 214-2 (der von dem Werkzeug 290-1 abgewandt ist) gerade mit Einlegeteilen beladen wird, während der erste Arbeitsabschnitt 214-1 vor dem Werkzeug 290-1 bereits mit Einlegeteilen beladen ist und in Warteposition in der Nähe des Werkzeugs 290-1 gehalten ist. Nach dem Beladen des Werkzeugs mit den Einlegeteilen durch den ersten Arbeitsabschnitt 214-1 und dem Rückzug des Arbeitsabschnitts 214-1 reicht dann eine Drehung der Anordnung 210 um nur 180° aus, um den dann bereits mit neuen Einlegeteilen bestückten, zweiten Arbeitsabschnitt 214-2 in die Warteposition vor das Werkzeug 290-1 zu bringen und den entleerten ersten Arbeitsabschnitt 214-1 in die vom

- 38 -

Werkzeug abgewandte Stellung zu fahren, an welcher er mit neuen Einlegeteilen bestückt wird. Auf diese Weise muss pro Zyklus die Anordnung jeweils nur um 180°, anstatt wie im Falle eines herkömmlichen einarmigen Roboters um 360°, gedreht werden.

5

Nachzutragen ist, dass die insbesondere in Bezug auf das vierte und fünfte Ausführungsbeispiel beschriebene Be- und Entladung von Formen lediglich beispielhaft beschrieben wurde und sämtliche Aussagen im Hinblick auf Bewegungsabläufe und Ansteuerung der Anordnungen 110 bzw. 210
10 gleichermaßen auf die Bedienung jeglicher anderer zyklisch arbeitender Werkzeuge übertragen werden können, um die für Roboter typischen Aufgaben auszuführen. Als Beispiele sollen "In-Mold-Labelling"-Anlagen genannt werden, in welchen der Arbeitsabschnitt Labels (Etiketten) zuführt, welche in das Werkzeug eingelegt werden, oder Befüllanlagen oder
15 Montagestrecken.

Die Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst weitere nicht im einzelnen beschriebene oder illustrierte Ausführungsformen. So kann z.B.
20 die Länge der Antriebsglieder im Verhältnis zu den Abtriebsgliedern verändert werden, wobei es entweder möglich ist, dass die Antriebsglieder deutlich länger sind als die Abtriebsglieder, oder dass die Antriebsglieder deutlich kürzer sind als die Abtriebsglieder. Eine einfache Ansteuerung und symmetrische Kräfteverhältnisse werden jedoch erzielt, wenn die beiden
25 Antriebsglieder bzw. die beiden Zentralantriebsglieder im Wesentlichen miteinander identisch ausgebildet sind, und wenn die beiden Abtriebsglieder im Wesentlichen zueinander identisch ausgebildet sind. Gleiches ergibt sich auch für die Übertragungsglieder.

30 Der Aufbau der Bewegungsvorrichtungen unter Verwendung identischer Bauteile bringt darüber hinaus Vorteile hinsichtlich der Anschaffungs und Wartungskosten sowie hinsichtlich der Ansteuerung der Vorrichtungen. Werden etwa zwei im Wesentlichen identische Elektromotoren für die

- 39 -

Ansteuerung der Antriebsglieder verwendet, so kann der Antrieb vereinheitlicht werden und eine Linearbewegung ist durch einfachere Vorzeichenumkehr bzw. Verdoppelung oder Halbierung der Versorgungsspannungen und somit durch elektronische Mittel zuverlässig und genau zu bewerkstelligen.

Die beiden Elektromotoren sind in den gezeigten Ausführungsformen durch die verbundenen, coaxialen Getriebeausgangselemente inhärent gleichlaufend miteinander gekoppelt, so dass zur Ermittlung der Position des Arbeitsabschnitt im Raum keine Interpolation über mehrere angetriebene Achsen notwendig ist, da im Wesentlichen nur ein Antrieb zu berücksichtigen ist.

Bewegungsvorrichtungen und Anordnungen der Erfindung sind vorzugsweise als Robotervorrichtungen ausgebildet, d.h. der Antriebsabschnitt wird durch eine elektronische Steuereinheit nach einem bestimmten Ablaufprogramm angesteuert, um bestimmte Bewegungsabläufe periodisch oder in Reaktion auf Messgrößen auszuführen.

Bewegungsvorrichtungen und Anordnungen der Erfindung können Arbeitsabschnitte aufweisen, die mit mehreren Greiferelementen bestückt sind, wie etwa in Figur 2b für das erste Ausführungsbeispiel illustriert. Jeder Arbeitsabschnitt kann dann zwei oder auch mehrere Formteile gleichzeitig ergreifen und/oder transportieren. Insbesondere kann in einer Herstellungsanlage der Figuren 9a, 9b der Arbeitsabschnitt 114 gleichzeitig zwei Formkörper handhaben und in der Herstellungsanlage der Figuren 10a, 10b können die beiden Arbeitsabschnitt 214-1, 214-2 gleichzeitige jeweils zwei oder mehrere Formteile handhaben.

In einer Ausführungsform der Erfindung ist die Gestaltung der Bewegungsvorrichtung als so genannter Top-Loader für eine Spritzgussform oder eine Pressform möglich, in welcher die Form von oben Be- oder Entladen wird, wobei die Schwenkebene der Antriebs- und Abtriebsglieder

- 40 -

im Wesentlichen vertikal verläuft. Das zu bewegendes Gewicht der Bewegungsvorrichtung bei einer Schwenkbewegung um die Antriebsachse kann in einfacher Weise pneumatisch oder mittels eines Gegengewichts ausgeglichen werden. Eine vorteilhaftere Massenverteilung ist für eine
5 liegende Anwendung der Bewegungsvorrichtung möglich.

Für den Antrieb der erfindungsgemäßen Bewegungsvorrichtungen, können direkt angetriebene Getriebe ohne Riemen, Ketten oder Zahnradreihen verwendet werden, z.B. das oben beschriebene Harmonic-Drive-Getriebe,
10 so dass die Ansteuerung der Gelenkanordnung mit maximaler Genauigkeit und minimalem Spiel möglich ist.

Ausführungsformen der Erfindung sind mit geringerem Energieaufwand betreibbar. So können alle Elektromotoren in Bezug auf den Basisabschnitt stationär gehalten werden, so dass sie sich nicht mit dem Arbeitsabschnitt
15 verschieben. Energie zur Linearbeschleunigung der Motoren kann somit entfallen. Ferner wird Rückstoßenergie bei der Beschleunigung des Arbeitsabschnitts im Gegensatz zu herkömmlichen Linearbewegungsvorrichtungen und Teleskoprobotern zum größten Teil (je
20 nach Stellung der Gelenkanordnung zu einem Teil von 50% bis 90%) in die Lager der Gelenkanordnung eingeleitet und wirkt nicht direkt der Antriebskraft der Elektromotoren entgegen. Insgesamt verwendet die Vorrichtung eine geringe Anzahl von Bauteilen, so dass weniger Reibung und weniger beschleunigte Masse zu berücksichtigen ist.

25 Aufgrund der geschlossenen kinematischen Kette verfügt die erfindungsgemäße Bewegungsvorrichtung ferner über relativ hohe Stabilität. Beim Einsetzen von Übertragungsgliedern zur Stabilisierung des Arbeitsabschnitts kann auf Zahnriemen oder dergleichen zur Positionierung
30 des Arbeitsabschnitts verzichtet werden und die Glieder und Gelenkpunkte müssen nicht dafür ausgelegt sein, den hohen Vorspannkräften der Riemen zu widerstehen.

- 41 -

Die Arbeitsabschnitte der Bewegungsvorrichtungen der vorstehend genannten Ausführungsformen sind gegenüber dem Basisabschnitt aufgrund der erfindungsgemäßen Übertragungsglieder und dem daran gehaltenen Schlitten insgesamt dreifach teleskopiert. Mit einer geringen
5 Winkelbewegung der Antriebsglieder wird bereits eine starke Linearbeschleunigung des Schlittens erreicht. Damit kann insbesondere in einem Spritzgussverfahren die für das Entformen der Spritzgussform notwendige Formoffenzeit verringert werden, was zu einer kürzeren Zykluszeit und einem effektiveren Betrieb der Herstellungsanlage führt.

Ansprüche

1. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210), umfassend
- 5 - einen Basisabschnitt (12; 112; 212),
- einen Arbeitsabschnitt (14; 114; 214) im Abstand vom Basisabschnitt,
- eine Gelenkanordnung (18), welche den Basisabschnitt und den Arbeitsabschnitt miteinander verbindet, und
- 10 - einen Antriebsabschnitt (55; 55'; 55''), welcher mit der Gelenkanordnung zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft gekoppelt ist, um den Arbeitsabschnitt in Bezug auf den Basisabschnitt zwischen mindestens einer Arbeitsposition und mindestens einer Rückzugsposition zu bewegen,
- 15 wobei die Gelenkanordnung umfasst:
- ein erstes Antriebsglied (20a; 120a; 220a), welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten ersten Antriebsgelenkpunkt (24; 61'; 61'') antreibbar ist,
- 20 - ein zweites Antriebsglied (20b; 120b; 220b), welches durch den Antriebsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten zweiten Antriebsgelenkpunkt (24; 61'; 61'') antreibbar ist,
- ein erstes Abtriebsglied (22a), welches an einem ersten
- 25 Zwischengelenkpunkt (26) im Abstand vom ersten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten Antriebsglied gekoppelt ist,
- ein zweites Abtriebsglied (22b), welches an einem zweiten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom zweiten Antriebsgelenkpunkt
- 30 schwenkbar mit dem zweiten Antriebsglied gekoppelt ist, und
- eine Abtriebskopplungseinheit (30), welche das erste und das zweite Abtriebsglied schwenkbar miteinander koppelt,
- dadurch gekennzeichnet,**

- 43 -

- dass das erste Abtriebsglied (22a) einen im Abstand vom ersten Zwischengelenkpunkt (26) und von der Abtriebskopplungseinheit (30) angeordneten ersten Übertragungsgelenkpunkt (36a) aufweist, an welchem ein erstes Übertragungsglied (38a) schwenkbar gehalten ist,
 - dass das zweite Abtriebsglied (22b) einen im Abstand vom zweiten Zwischengelenkpunkt (28) und von der Abtriebskopplungseinheit (30) angeordneten zweiten Übertragungsgelenkpunkt (36b) aufweist, an welchem ein zweites Übertragungsglied (38b) schwenkbar gehalten ist,
 - dass die Übertragungsglieder (38a, 38b) ferner jeweils einen Verbindungsgelenkpunkt (39a, 39b) aufweisen, wobei die Verbindungsgelenkpunkte zusammenfallen oder im festen Abstand zueinander angeordnet sind,
 - dass der Arbeitsabschnitt (14) einen Schlitten (40) umfasst, wobei der Schlitten (40) am ersten und am zweiten Verbindungsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten und dem zweiten Übertragungsglied (38a, 38b) gekoppelt ist und an der Abtriebskopplungseinheit (30) relativ zu dieser verschiebbar gehalten ist, oder
wobei der Schlitten relativ zum ersten und zum zweiten Übertragungsglied verschiebbar gehalten ist und relativ zur Abtriebskopplungseinheit schwenkbar gehalten ist.
2. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebskopplungseinheit (30) eine Abtriebskopplungsachse (30) aufweist, an welcher das erste und das zweite Abtriebsglied (22a, 22b) relativ zueinander schwenkbar gehalten sind.
3. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebskopplungseinheit (30) eine Abtriebskopplungsachse (30)

- 44 -

aufweist, an welcher eine Schlittenführung (42, 52) zur linear verschiebbaren Führung des Schlittens (40) so gehalten ist, dass die Schlittenführung relativ zum ersten und zweiten Übertragungsglied (38a, 38b) schwenkbar ist.

5

4. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebskopplungseinheit (30) eine Abtriebskopplungsachse (30) aufweist,

10

wobei eines (22a) der beiden Abtriebsglieder drehbar auf der Abtriebskopplungsachse (30) gelagert ist,

wobei das andere (22b) der beiden Abtriebsglieder drehfest mit der Abtriebskopplungsachse (30) verbunden ist, und

15

wobei eine Schlittenführung (42, 52) zur linear verschiebbaren Führung des Schlittens (40) drehbar auf der Abtriebskopplungsachse (30) gelagert ist.

5. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Winkel (α) zwischen einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit (30) und dem ersten Zwischengelenkpunkt (26) und einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit (30) und dem ersten Übertragungsgelenkpunkt (36a) sowie ein Winkel zwischen einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit (30) und dem zweiten Zwischengelenkpunkt (28) und einer Verbindungslinie zwischen der Abtriebskopplungseinheit (30) und dem zweiten Übertragungsgelenkpunkt (36b) in einem Bereich von ungefähr 10 Grad bis 170 Grad, vorzugsweise in einem Bereich von ungefähr 75 Grad bis ungefähr 115 Grad, am stärksten bevorzugt bei ungefähr 95 Grad liegt.

20

25

30

6. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der

- 45 -

5 vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstand zwischen dem ersten bzw. zweiten Übertragungsgelenkpunkt (36a, 36b) und dem ersten bzw. zweiten Verbindungsgelenkpunkt größer ist als ein Abstand zwischen dem ersten bzw. zweiten Übertragungsgelenkpunkt (36a, 36b) und der Abtriebskopplungseinheit (30).

10 7. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsgelenkpunkte (39a, 39b) zwischen dem Basisabschnitt (12) und der Abtriebskopplungseinheit (30) angeordnet sind.

15 8. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Antriebsgelenkpunkt (24) und der zweite Antriebsgelenkpunkt (24) koaxiale Drehachsen oder eine gemeinsame Drehachse (24) aufweisen.

20 9. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkanordnung (18) einseitig fliegend gelagert ist.

25 10. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 dass der Antriebsabschnitt (55; 55'; 55'') eine erste Antriebseinheit (64a, 70a, 72a; 64a', 70a', 72a"; 64a'') zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft auf das erste Antriebsglied umfasst,
 dass die erste Antriebseinheit am Basisabschnitt (12; 112; 212)
30 befestigt ist,
 dass das erste Antriebsglied (20a; 120; 220a) auf einer Seite der Gelenkanordnung (18) am Basisabschnitt oder/und an der ersten Antriebseinheit fliegend gelagert ist, und

- 46 -

dass das zweite Antriebsglied (20b; 120; 220b) auf der gleichen Seite wie das erste Antriebsglied fliegend gelagert ist oder am ersten Antriebsglied fliegend gelagert ist.

- 5 11. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsabschnitt (55; 55'; 55'') eine erste Antriebseinheit (64a, 70a, 72a; 64a', 70a', 72a'; 64a'') zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft auf das erste Antriebsglied (20a) und eine zweite Antriebseinheit (64b, 70b, 10 72b; 64b', 70b', 72b''; 64b'') zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft auf das zweite Antriebsglied (20b) umfasst, wobei die Antriebseinheiten vorzugsweise unabhängig voneinander ansteuerbar sind.
- 15 12. Bewegungsvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebseinheiten jeweils durch Motoreinheiten gebildet sind, wobei jede der Motoreinheiten umfasst: einen Motor (64a, 64b; 64a', 64b'; 64a'', 64b''), der einen Stator (62a, 62b; 62a', 62b'; 62a'', 62b'') und einen Rotor (66a, 66b; 66a', 66b'; 66a'', 66b'') aufweist, 20 sowie ein Ausgangselement (72a, 72b; 72a', 72b'; 72a'', 72b''), das durch den Rotor des Motors oder durch ein Bewegungselement eines vom Rotor des Motors angetriebenen Getriebes (70a, 70b; 70a', 70b'; 70a'', 70b'') gebildet ist.
- 25 13. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,
dass der Stator (62a) der ersten Motoreinheit in Bezug auf den Basisabschnitt (12) drehfest ist,
dass das Ausgangselement (72a) der ersten Motoreinheit in 30 Bezug auf das erste Antriebsglied (20a) drehfest ist,
dass der Stator (62b) oder/und ein Getriebegehäuse der zweiten Motoreinheit in Bezug auf das zweite Antriebsglied (20b) drehfest ist und

- 47 -

dass das Ausgangselement (72b) der zweiten Motoreinheit in Bezug auf das Ausgangselement (72a) der ersten Motoreinheit drehfest oder mit diesem identisch ist.

- 5 14. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach Anspruch 12 oder Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Motoreinheit am Basisabschnitt (12) befestigt ist und dass die zweite Motoreinheit, die Gelenkanordnung (18) und der Arbeitsabschnitt (14) im Wesentlichen nur am Ausgangselement (72a) der ersten Motoreinheit freitragend gehalten sind.
- 10
15. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Motoreinheit im Wesentlichen identisch zueinander aufgebaut sind und dass die Ausgangselemente (72a, 72b; 72a', 72b'; 72a'', 72b'') der beiden Motoreinheiten aneinander befestigt sind.
- 15
16. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkanordnung (18) zwischen den beiden Motoren (64a, 64b) der Motoreinheiten angeordnet ist.
- 20
17. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Motoren (64a', 64b'; 64a'', 64b'') der Motoreinheiten auf der gleichen Seite der Gelenkanordnung (18) angeordnet sind.
- 25
18. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet,
- 30 dass die beiden Motoreinheiten am Basisabschnitt befestigt sind,
- dass das Ausgangselement (72a'; 72a'') der ersten Motoreinheit das erste Antriebsglied (20a) antreibt, und

- 48 -

dass die zweite Motoreinheit eine Welle (61'; 61'') antreibt oder durch eine Welle gebildet ist, wobei die Welle eine Durchgangsöffnung des ersten Antriebsglieds (20a) durchsetzt und, gegebenenfalls über ein Getriebe, das zweite Antriebsglied (20b) antreibt.

5

19. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der Ansprüche 9 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkanordnung (18) und der Arbeitsabschnitt (14) um einen Winkel von 360° frei um den Basisabschnitt (12) drehbar ist.

10

20. Bewegungsvorrichtung (10; 110; 210) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitsabschnitt (14) Haltemittel (16a, 16b) aufweist, um mindestens ein Produkt zu erfassen, zu halten und zwischen der mindestens einen Arbeitsposition und der Rückzugposition zu bewegen.

15

21. Anordnung (210), umfassend einen Basisabschnitt (212), eine erste Bewegungsvorrichtung (210-1) und eine zweite Bewegungsvorrichtung (210-2), wobei jede der Bewegungsvorrichtungen einen Arbeitsabschnitt (214-1, 214-2) im Abstand vom Basisabschnitt (212) und eine den Basisabschnitt und den Arbeitsabschnitt miteinander verbindende Gelenkanordnung (218-1, 218-2) aufweist und wobei die Gelenkanordnung jeder Bewegungsvorrichtung umfasst:

20

25

- ein erstes Antriebsglied (220a), welches durch den Arbeitsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten ersten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist,

- ein zweites Antriebsglied (220b), welches durch den Arbeitsabschnitt zur Schwenkbewegung um einen am Basisabschnitt angeordneten zweiten Antriebsgelenkpunkt antreibbar ist,

30

- ein erstes Abtriebsglied, welches an einem ersten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom ersten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem ersten Antriebsglied gekoppelt ist,

- 49 -

- ein zweites Abtriebsglied, welches an einem zweiten Zwischengelenkpunkt im Abstand vom zweiten Antriebsgelenkpunkt schwenkbar mit dem zweiten Antriebsglied gekoppelt ist, und

- eine Abtriebskopplungseinheit, welche das erste und das zweite Abtriebsglied schwenkbar miteinander koppelt,

dadurch gekennzeichnet,

dass das erste Antriebsglied der ersten Bewegungsvorrichtung und das erste Antriebsglied der zweiten Bewegungsvorrichtung von einem gemeinsamen ersten Zentralantriebsglied (220a) gebildet sind oder zu einem gemeinsamen ersten Zentralantriebsglied fest miteinander verbunden sind, so dass sie um den gleichen ersten Antriebsgelenkpunkt verschwenkbar sind,

dass das zweite Antriebsglied der ersten Bewegungsvorrichtung und das zweite Antriebsglied der zweiten Bewegungsvorrichtung von einem gemeinsamen zweiten Zentralantriebsglied (220b) gebildet sind oder zu einem gemeinsamen zweiten Zentralantriebsglied fest miteinander verbunden sind, so dass sie um den gleichen zweiten Antriebsgelenkpunkt verschwenkbar sind, und

dass die Anordnung ferner einen Antriebsabschnitt (255) aufweist, welcher mit dem ersten oder/und dem zweiten Zentralantriebsglied (220a, 220b) zur Übertragung von Bewegungsantriebskraft gekoppelt ist, um die Arbeitsabschnitte (214-1, 214-2) der Bewegungsvorrichtungen in Bezug auf den Basisabschnitt (212) zwischen jeweils mindestens einer Arbeitsposition und jeweils mindestens einer Rückzugsposition zu bewegen.

22. Anordnung (210) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Zentralantriebsglied durch starre Streben gebildet (220a, 220b) sind, welche sich im Wesentlichen mittig kreuzen, wobei der erste und der zweite Antriebsgelenkpunkt im Kreuzungspunkt der Streben liegen.

- 50 -

23. Anordnung (210) nach Anspruch 21 oder Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die erste oder/und die zweite Bewegungsvorrichtung eine Bewegungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20 ist.
- 5
24. Herstellungsanlage (100; 200) zur Herstellung eines Produkts (196; 296), wobei die Herstellungsanlage mindestens ein Werkzeug (190; 290) und eine Transfereinrichtung (10; 110; 210) zur Beladung oder/und Entladung des Werkzeugs umfasst,
- 10
- dadurch gekennzeichnet, dass die Transfereinrichtung (10; 110; 210) eine Bewegungsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 oder nach einem der Ansprüche 1 bis 20 oder eine Anordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23 umfasst.
- 15
25. Herstellungsanlage (100; 200) nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Herstellungsanlage zur Herstellung eines Formkörpers durch ein Formgebungsverfahren, insbesondere Spritzgussverfahren oder Press- bzw. Stanzverfahren, eingerichtet ist, wobei die Herstellungsanlage mindestens eine Form (190; 290) zur Aufnahme des Formkörpers (196; 296) aufweist und die Transfereinrichtung (10; 110; 210) zur Beladung der Form mit einem Formkörper oder/und zur Entladung eines Formkörpers aus der Form eingerichtet ist.
- 20
26. Herstellungsanlage (200) nach Anspruch 24 oder Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens zwei Werkzeuge (290-1, 290-2) umfasst, wobei beide Werkzeuge mit der selben Bewegungsvorrichtung (110) oder der selben Anordnung (210) beladen oder/und entladen werden.
- 25
27. Herstellungsanlage (200) nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsgelenkpunkte des ersten und des zweiten Antriebsglieds oder die Antriebsgelenkpunkte des ersten und zweiten
- 30

- 51 -

Zentralantriebsglieds (220a, 220b) im Wesentlichen mittig auf einer Verbindungslinie zwischen zwei Arbeitspositionen angeordnet sind, an welchen die Werkzeuge (290-1, 290-2) von der Bewegungsvorrichtung oder der Anordnung bedient werden.

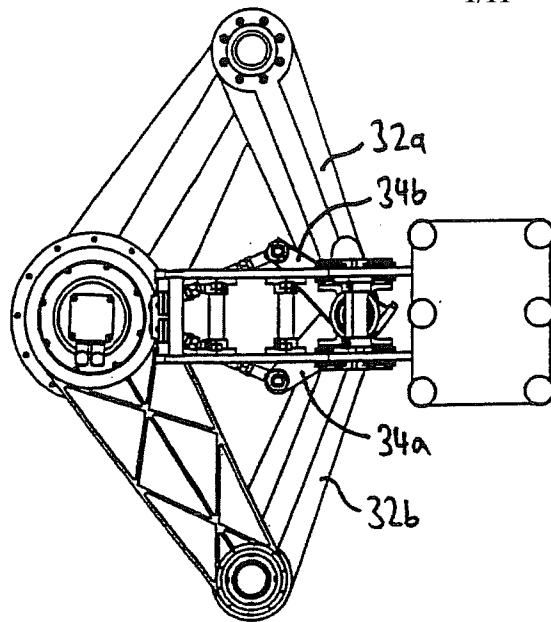


Fig. 1a

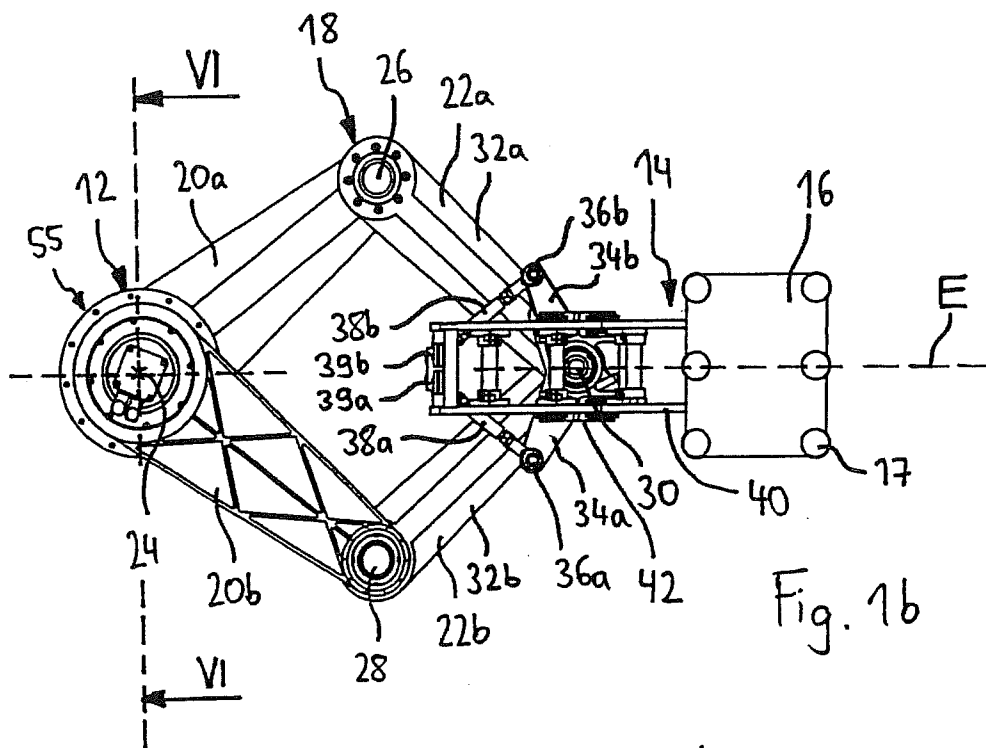


Fig. 1b

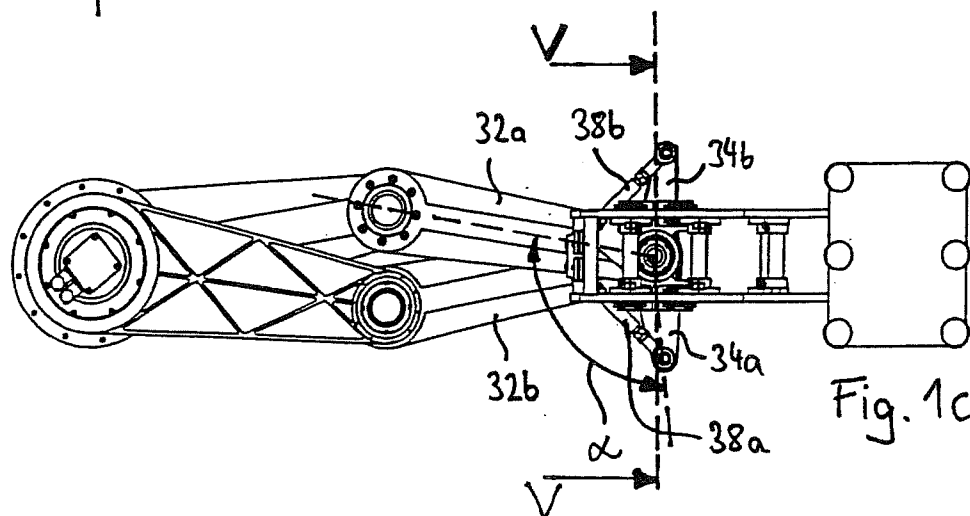
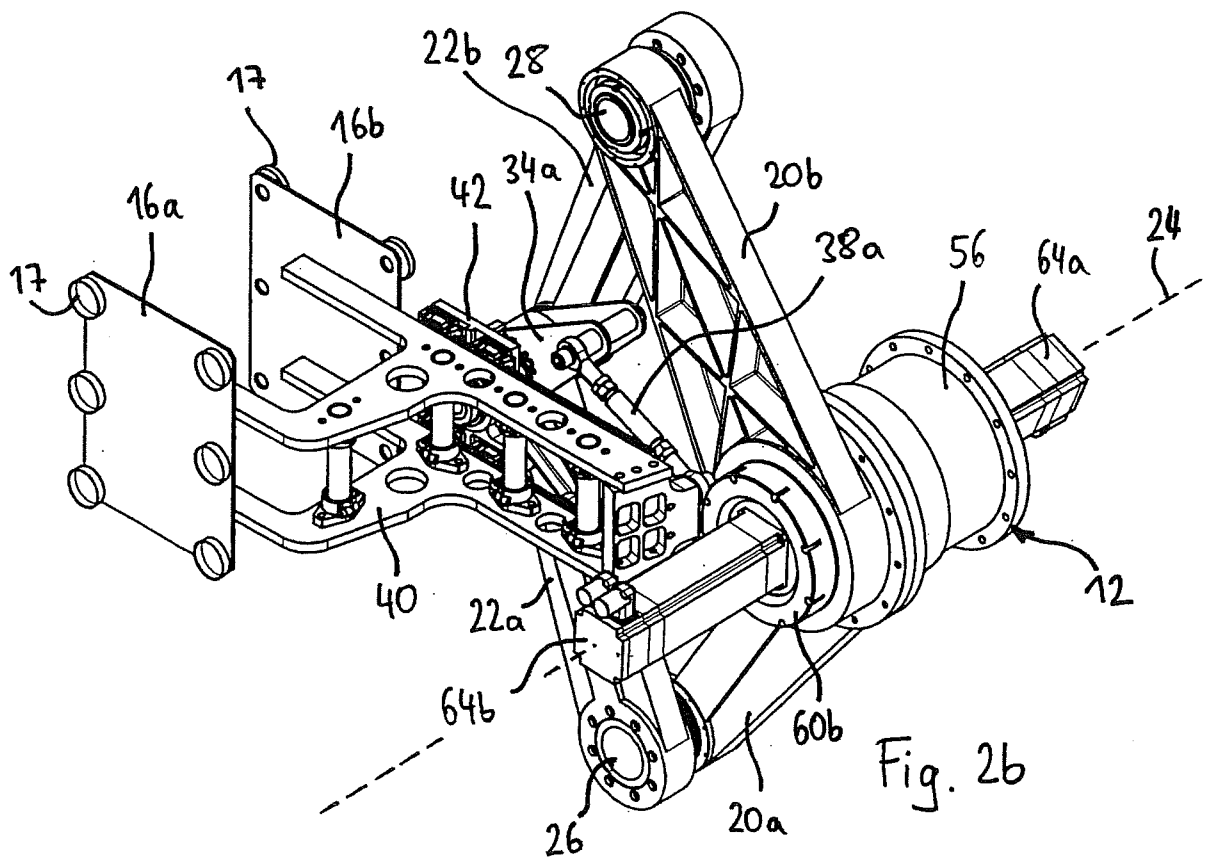
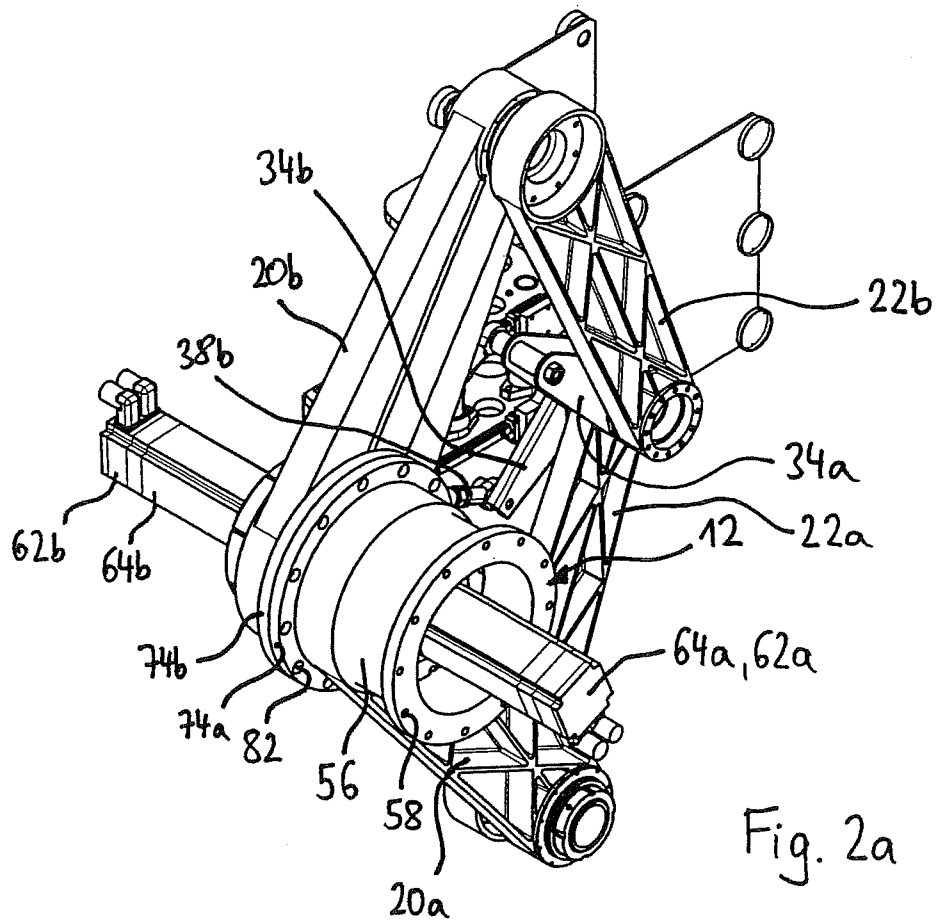
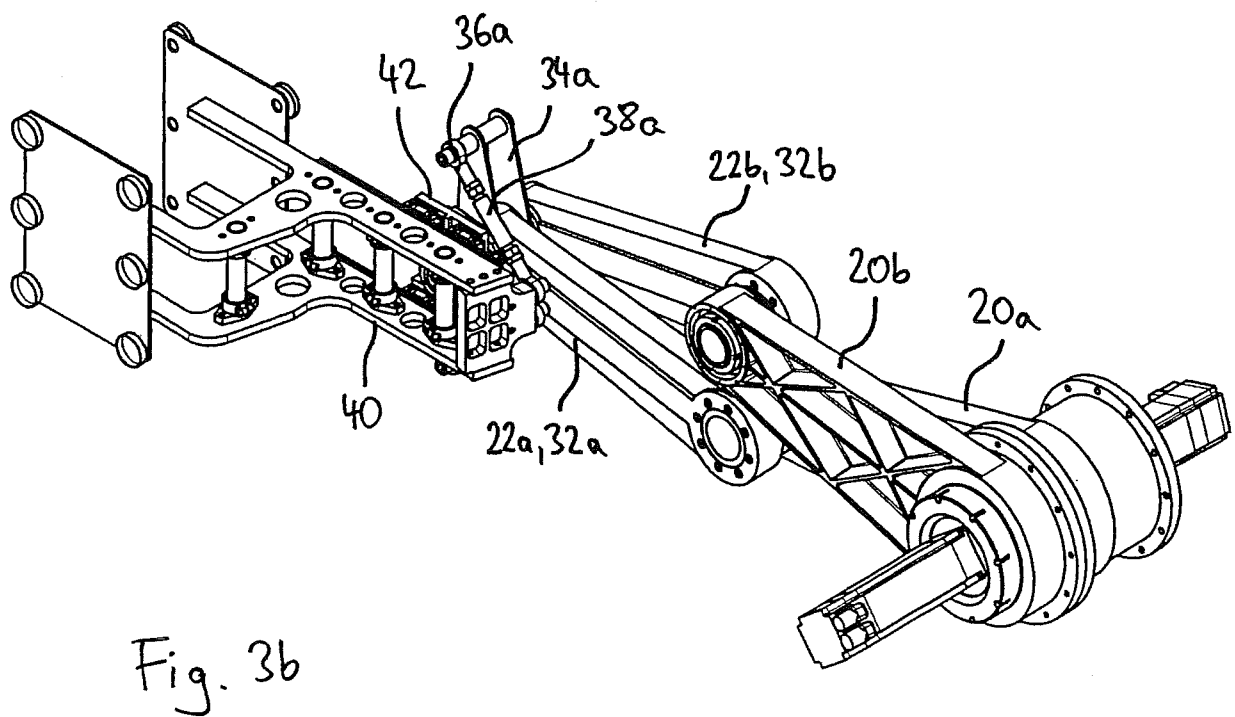
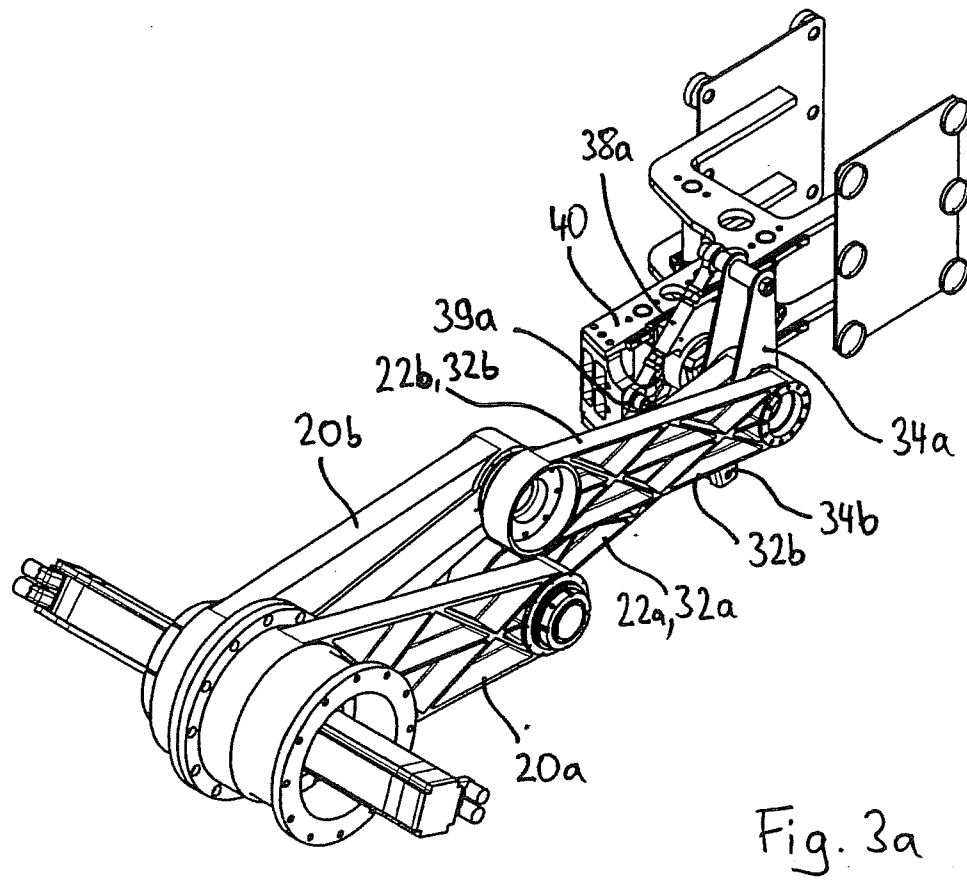


Fig. 1c





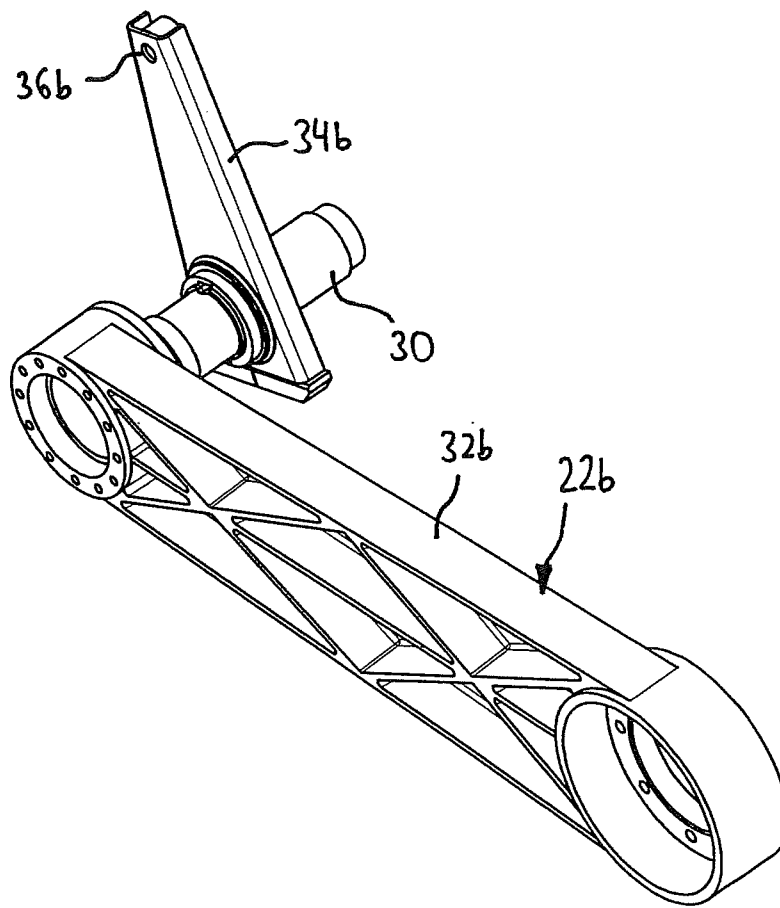


Fig. 4a

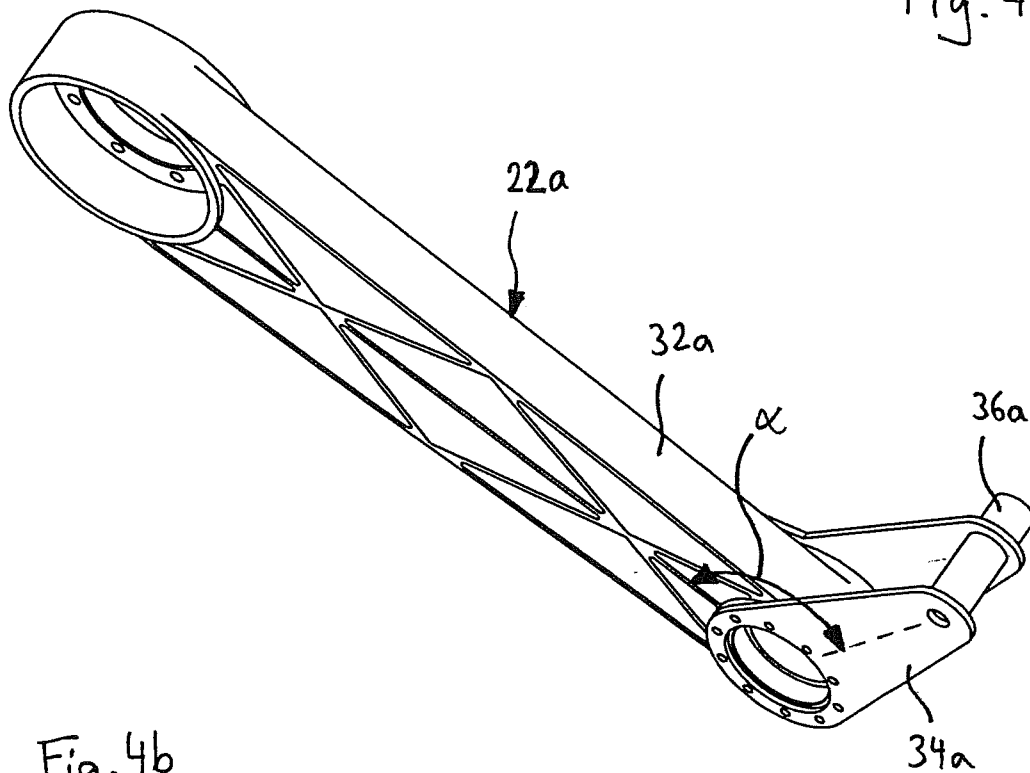


Fig. 4b

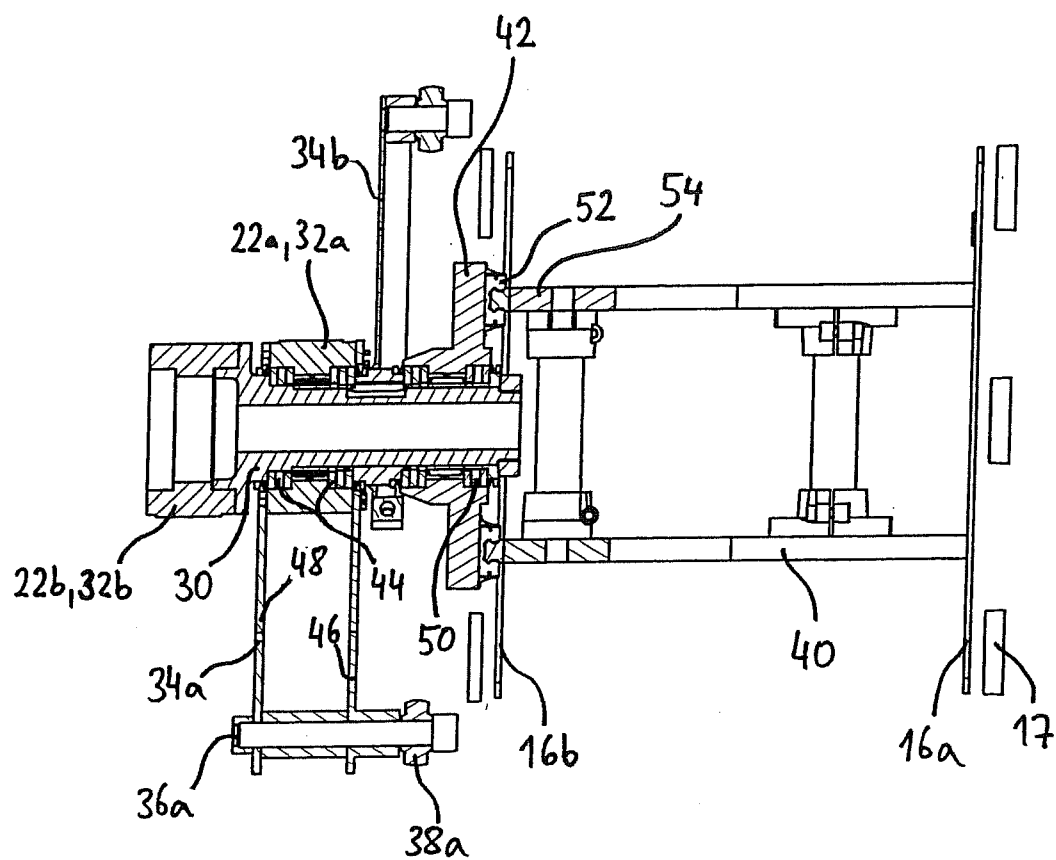


Fig. 5

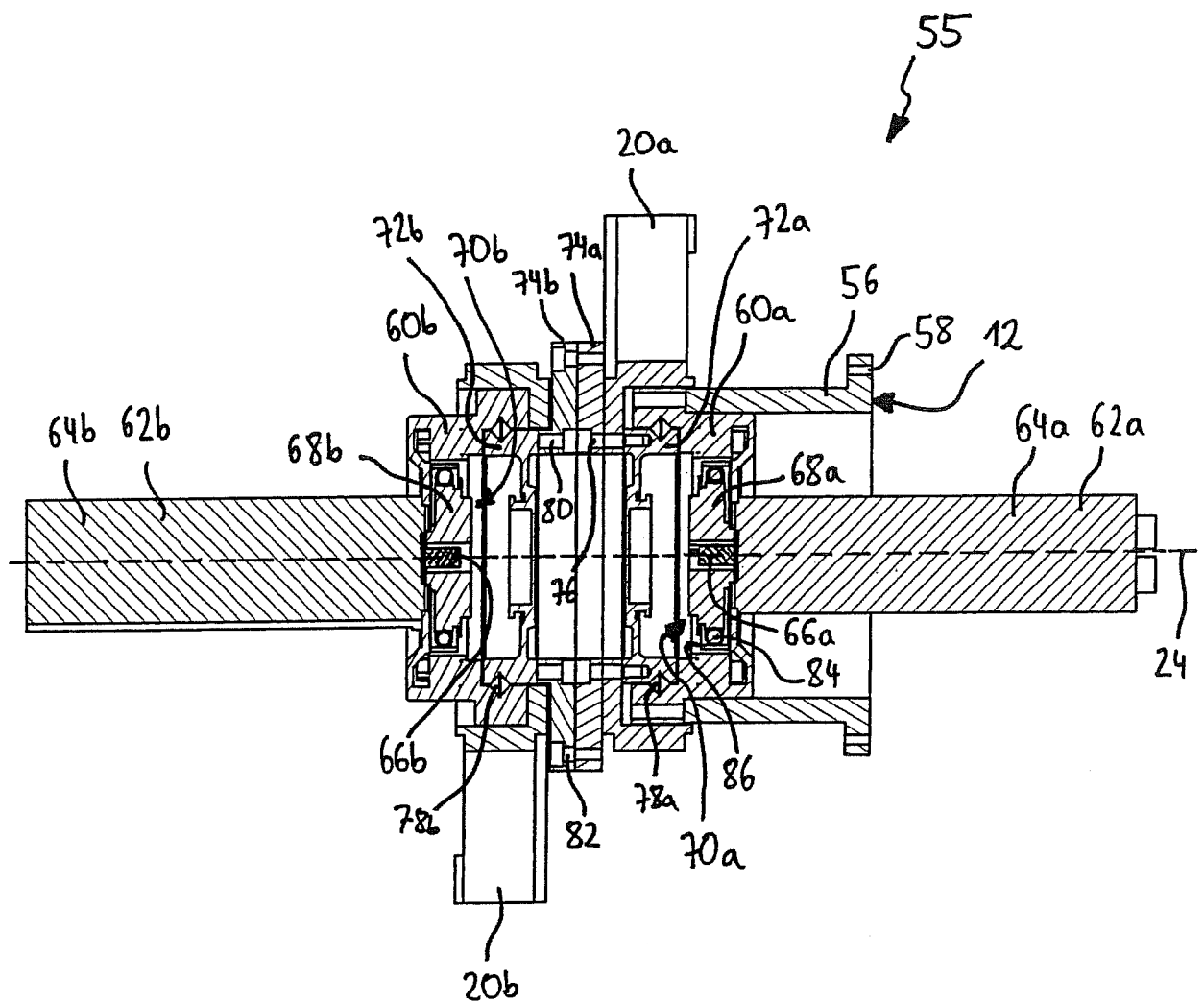


Fig. 6

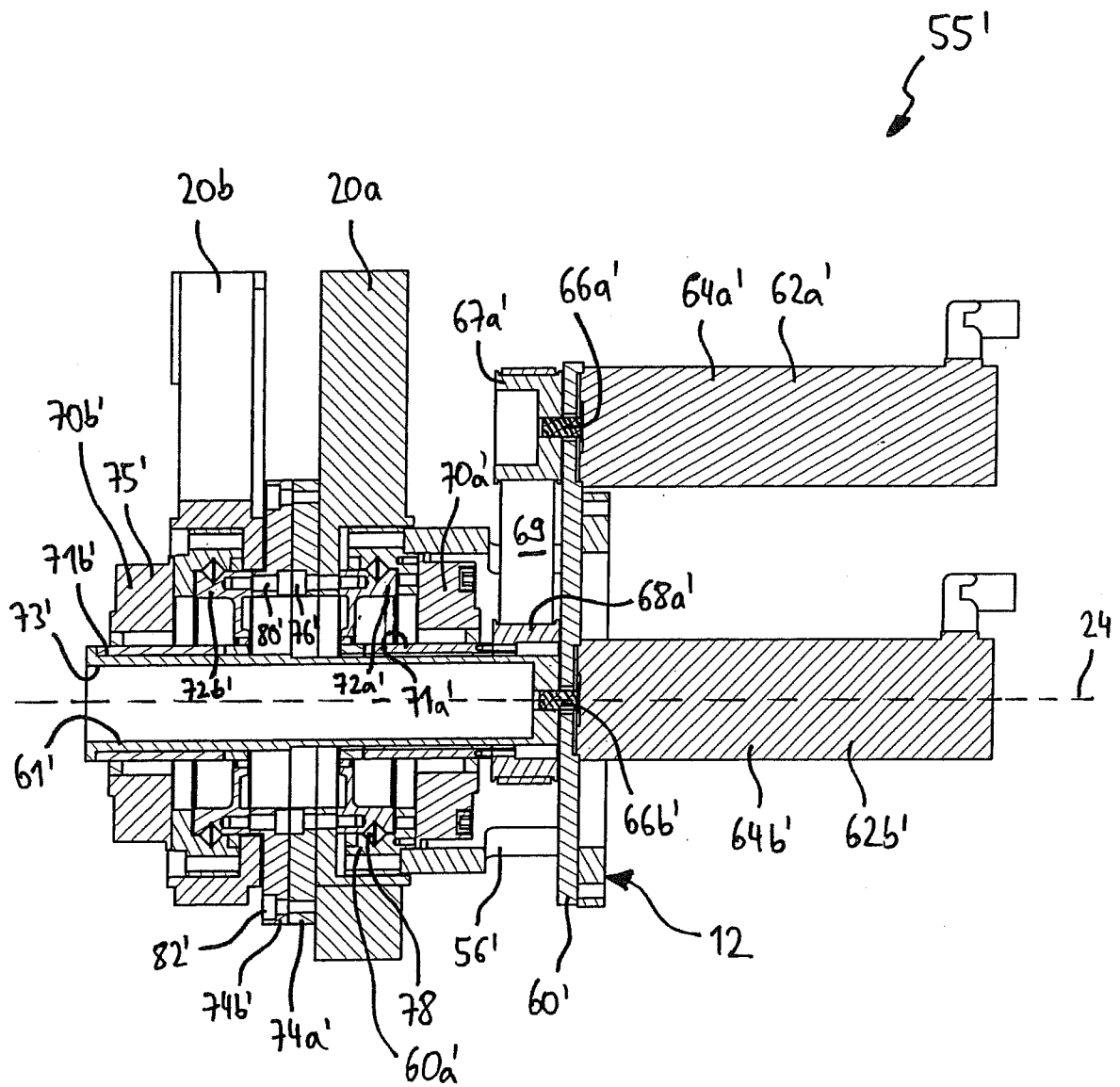


Fig. 7

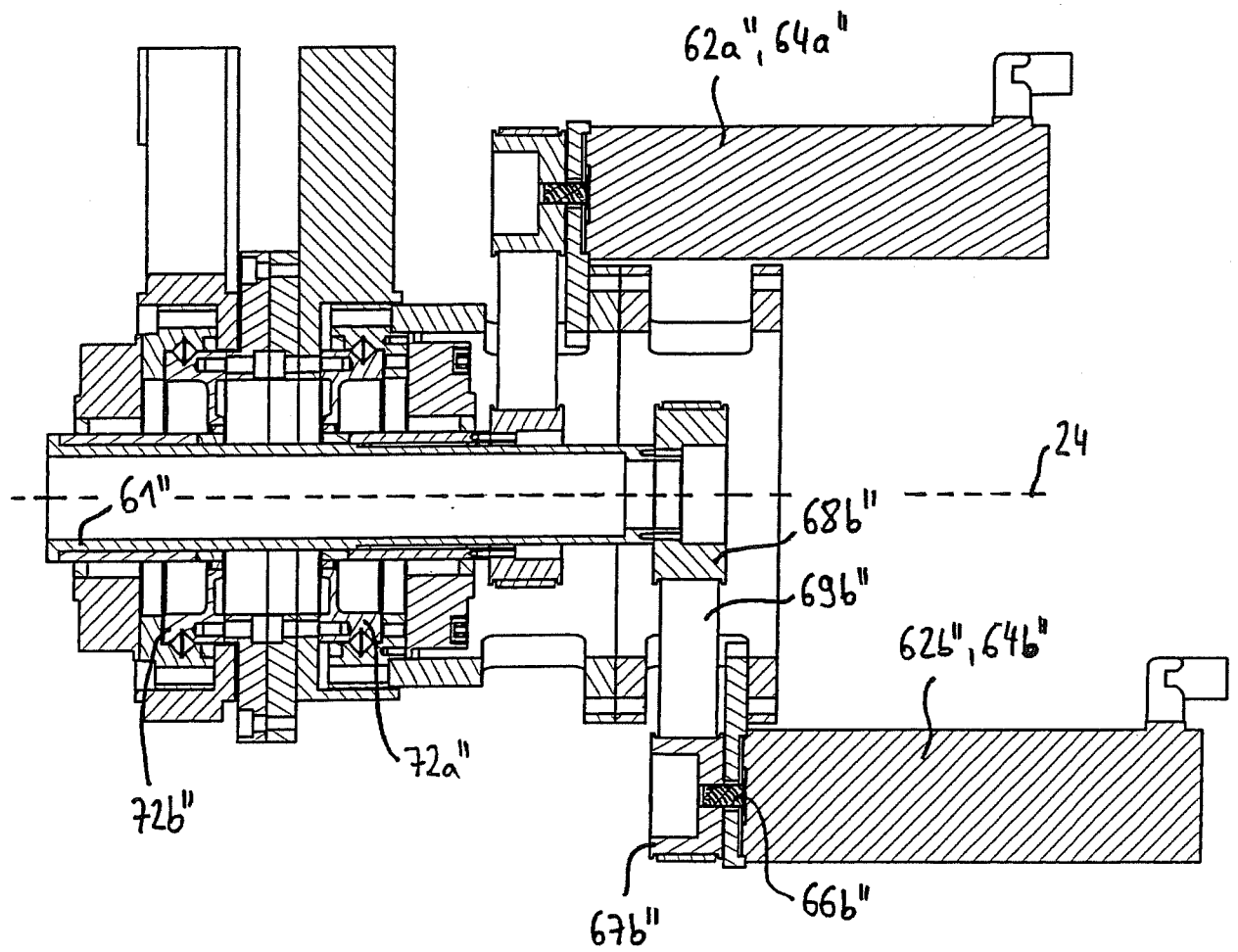
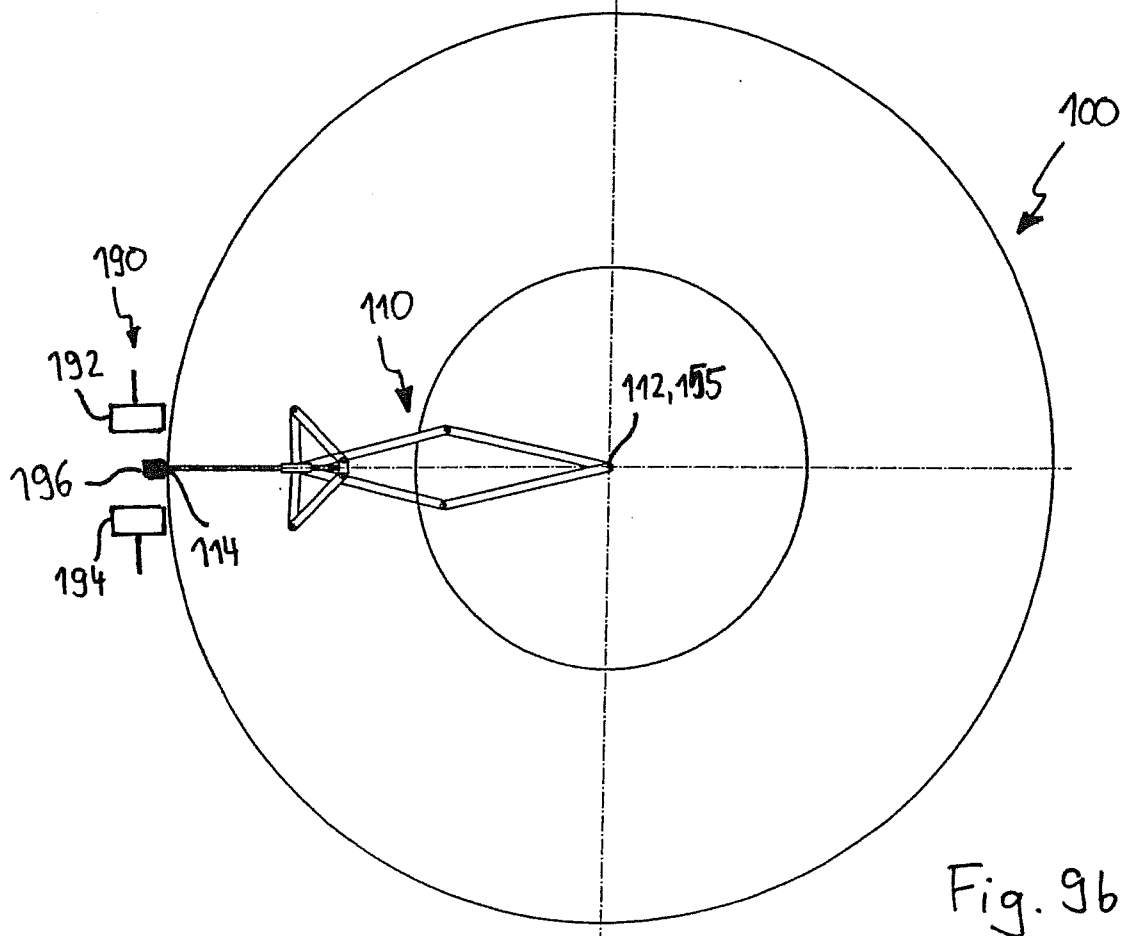
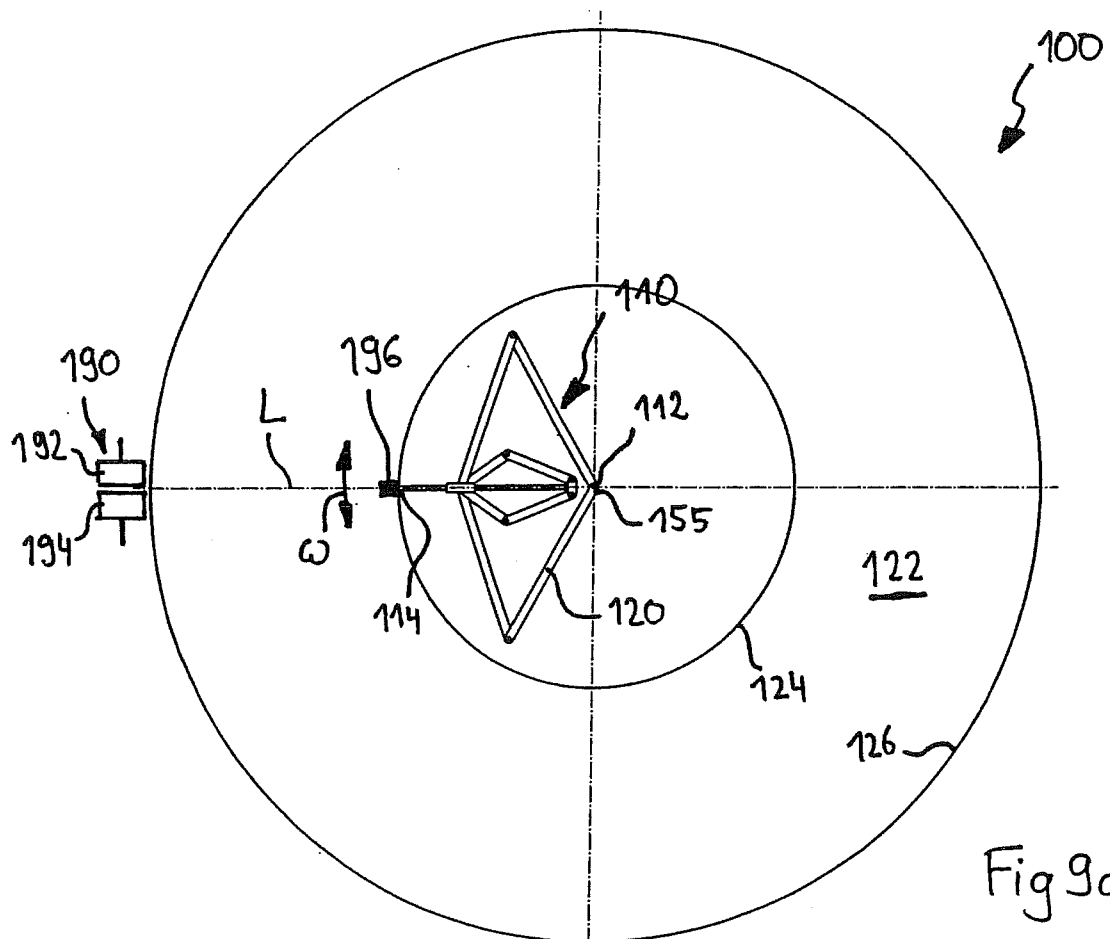
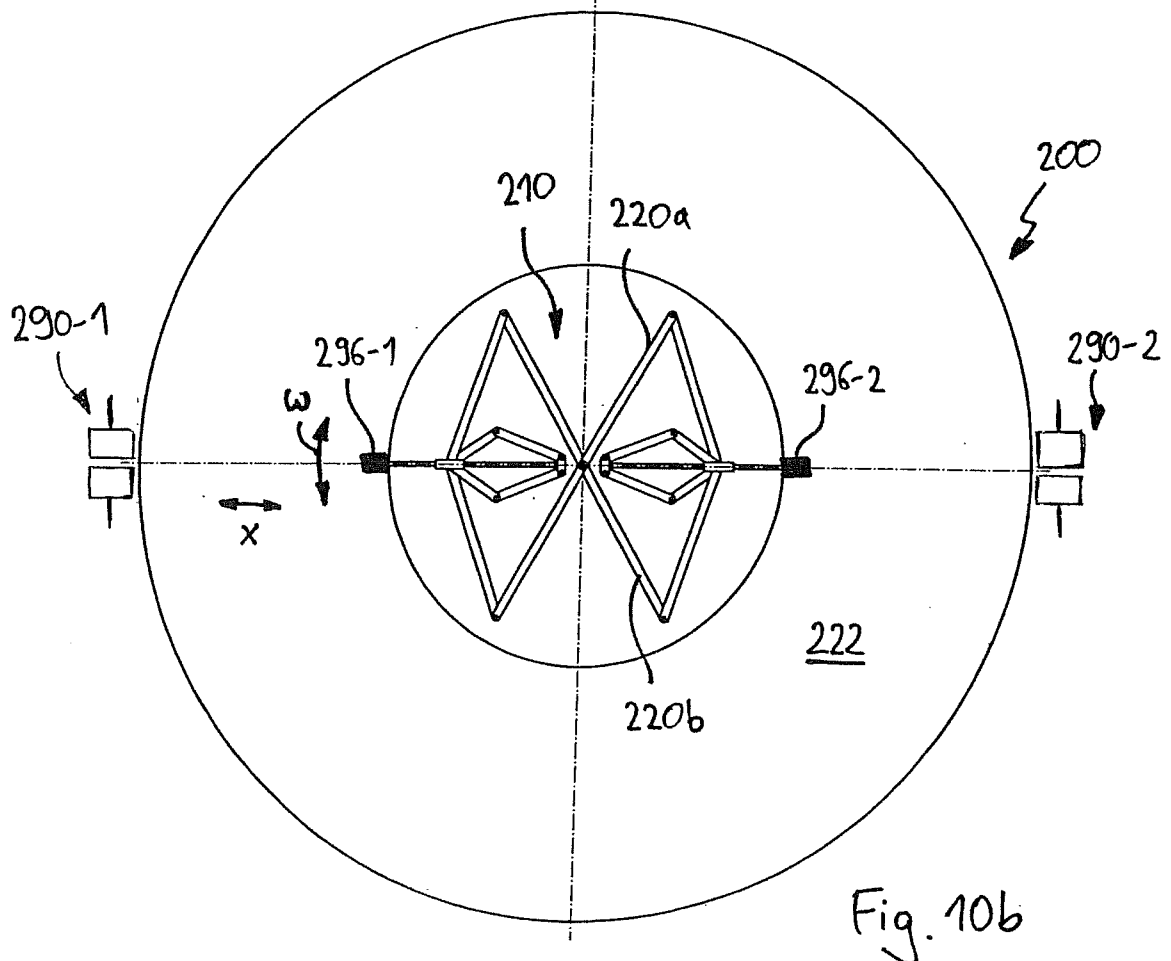
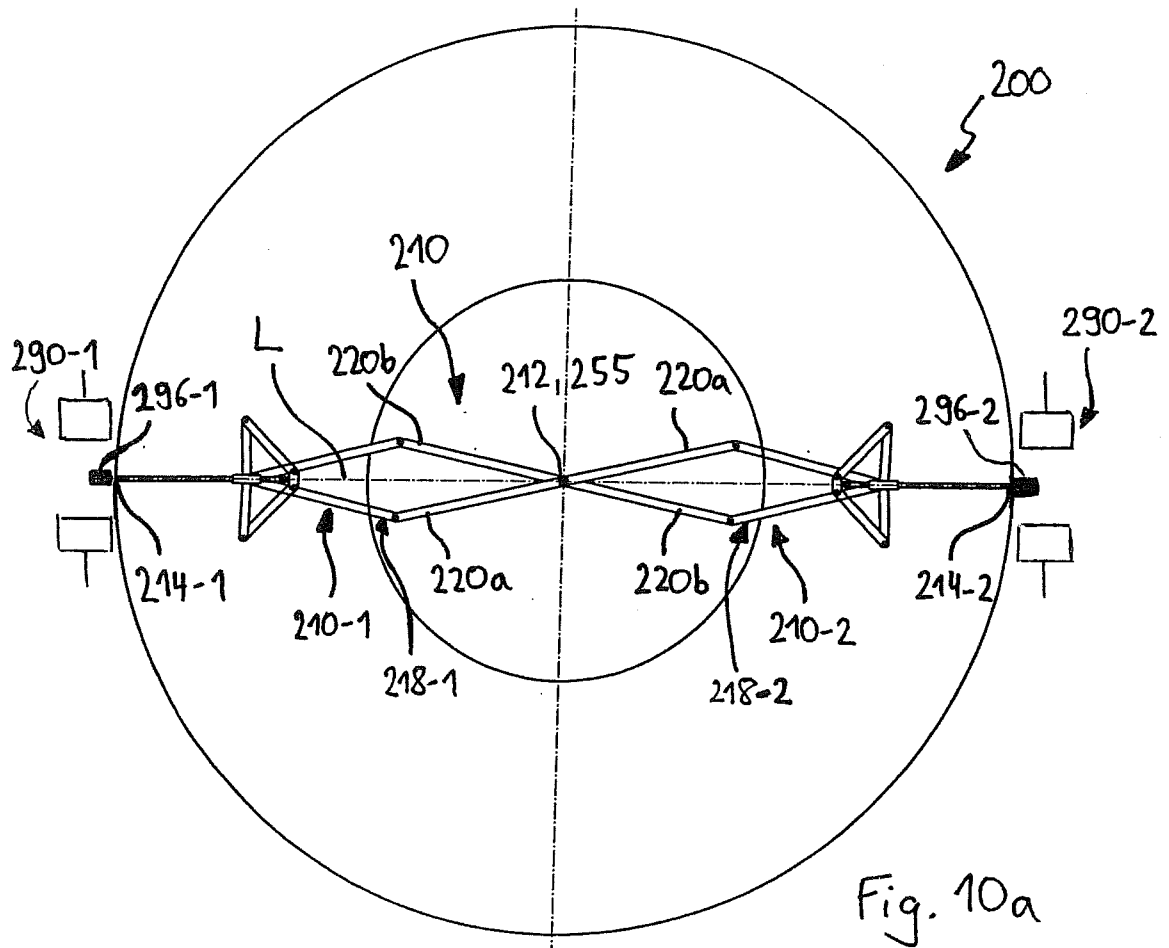


Fig. 8





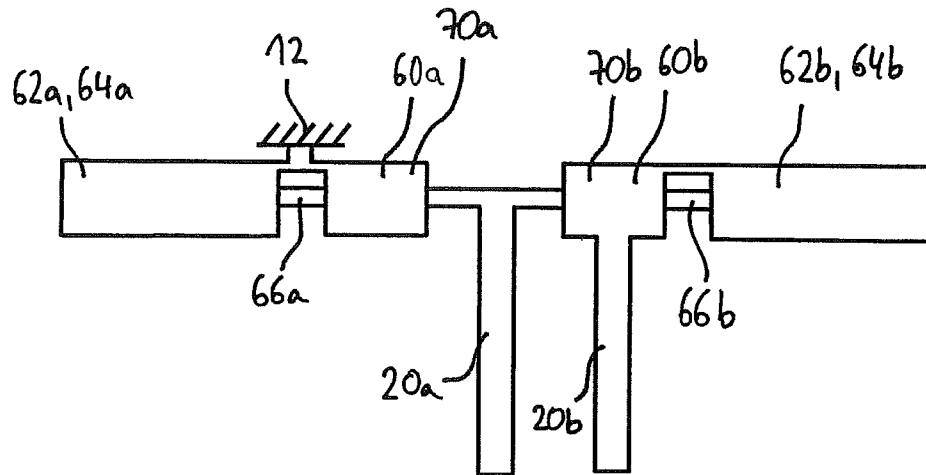


Fig. 11a

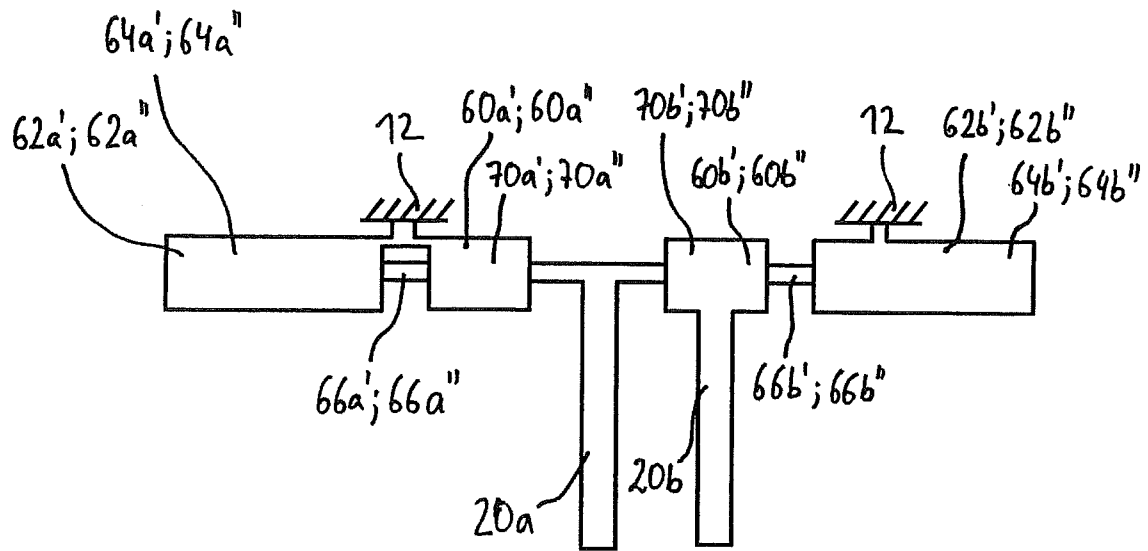


Fig. 11b