

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **715 217 A2**

(51) Int. Cl.: **B25J 19/00** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 00937/19

(22) Anmeldedatum: 22.07.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 31.01.2020

(30) Priorität: 27.07.2018
DE 102018118256.2

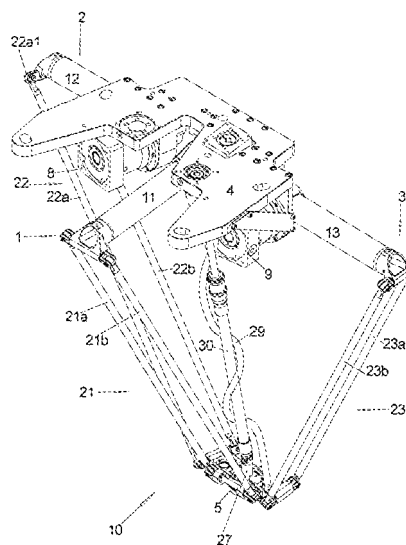
(71) Anmelder:
Gerhard Schubert GmbH, Hofäckerstrasse 7
74564 Crailsheim (DE)

(72) Erfinder:
Walter Haaf, 74564 Crailsheim/Jagstheim (DE)

(74) Vertreter:
Schmauder & Partner AG Patent- und Markenanwälte
VSP, Zwängiweg 7
8038 Zürich (CH)

(54) **Industrie-Roboter mit mindestens zwei beweglichen Roboterarmen.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Industrie-Roboter mit mindestens zwei beweglichen Roboterarmen. Damit beim Industrie-Roboter (10) eine Zufuhr-Leitung (29) für Energie von der Roboter-Basis (4) zum Trägerelement (5) nicht beschädigt werden kann, verläuft sie erfindungsgemäss vom Träger-Zentrum des Trägerelementes (5) aus zur Roboter-Basis (4), also im mittleren Bereich, während die Antriebswelle (30) radial nach aussen ver-
setzt ist.



Beschreibung

I. Anwendungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Industrieroboter mit Parallelkinematik oder serieller Kinematik, vorzugsweise in Form eines sogenannten Delta-Roboters, bei dem drei unabhängig voneinander bewegliche Roboterarme jeweils mit ihrem einen Ende schwenkbare um eine Oberarmachse an einer – meist ortsfest montierten – Roboter-Basis befestigt sind und deren drei andere Enden gelenkig an einem Trägerelement angreifen.

[0002] Die Roboterarme bestehen dabei jeweils aus dem an der Roboter-Basis gesteuert schwenkbar befestigten Oberarm und einem, je zwei parallel zueinander verlaufende Unterarm-Stangen aufweisenden, Unterarm, wobei die drei Antriebseinheiten für das Verschwenken der Oberarme an der Roboter-Basis befestigt sind. Die drei Paare von Unterarm-Stangen bewirken eine räumliche Parallellogrammführung für das Trägerelement, dessen Trägerelement-Ebene unabhängig von seiner Positionierung im Raum somit immer parallel zur Basis-Ebene liegt.

[0003] Insbesondere sind hierfür die Oberarmachsen einachsige Gelenke und die an den Unterarm-Stangen angeordneten Gelenke mehrachsige Gelenke, insbesondere Kardan-Gelenke.

[0004] An dem Trägerelement wird der für die jeweilige Arbeitsaufgabe benötigte Endeffektor, meist ein Werkzeug wie etwa ein Greifer, mittels einer Befestigungsvorrichtung befestigt, welcher mittels des Roboters gesteuert bewegt und positioniert werden kann.

II. Technischer Hintergrund

[0005] Derartige Delta-Roboter werden vielfach in der Industrie, beispielsweise der Verpackungstechnik, benutzt, um mit einem Greifer oder Sauger als Endeffektor an dem Trägerelement ein Produkt zu ergreifen und an eine andere Position umzusetzen, beispielsweise in einem Behälter abzulegen.

[0006] Da bei einem Roboter mit Parallel-Kinematik die Trägerelement-Ebene unabhängig von der Position des Trägerelementes im Raum immer parallel zur Basis-Ebene liegt, kann eine zusätzliche Schwenkachse zwischen dem Endeffektor und den Trägerelement notwendig sein, und/oder kann eine Drehung oder gar Rotation des Endeffektors um die z-Achse oder eine andere Achse notwendig sein.

[0007] Je nachdem, wo der antreibende Motor hierfür sitzt, existiert zwischen der Roboter-Basis und dem Trägerelement entweder ein Übertragungselement für Drehmoment, beispielsweise in Form einer Antriebswelle, die dann an den Enden meist Kardangelenke aufweist und teleskopierbar sein muss und/oder eine Zufuhrleitung für eine am Trägerelement benötigte Energieform, beispielsweise eine Unterdruck-Zufuhr, um einen als Werkzeug eingesetzten Sauger mit Saugluft zu beaufschlagen.

[0008] Da der das Drehmoment benötigende Endeffektor in der Regel im Zentrum, in dem so genannten Träger-Zentrum, das Trägerelementes positioniert ist, ist dort meist auch die Befestigungsvorrichtung für das Übertragungselement angeordnet.

[0009] Dies hat zur Folge, dass die Zufuhrleitung für die mindestens eine am Trägerelement benötigte weitere Energie einen Anschluss abseits des Trägerzentrums am Trägerelement aufweisen muss, und da es sich hierbei um eine flexible Leitung, meist einen Schlauch oder ein elektrisches Kabel, handelt, ist diese je nach Position des Trägerelementes im Raum nicht gerade, sondern weist Verwerfungen auf, die sich zufallsbedingt bilden, wodurch diese flexible Leitung unerwünschter massen mit einem der Roboterarme oder der Antriebswelle in Kontakt geraten und sich mit diesen verhaken kann.

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

[0010] Es ist daher die Aufgabe gemäss der Erfindung, einen Industrieroboter, kurz Roboter, insbesondere mit Parallelkinematik, zur Verfügung zu stellen, der den beschriebenen Nachteil hinsichtlich der Zufuhrleitung für Energie minimiert.

b) Lösung der Aufgabe

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0012] Die für die nachfolgenden Erläuterungen notwendigen Definitionen und Beschreibungen von Schwenkachsen, Gelenken und Bauteilen sowie deren Positionierungen werden anhand der Figurenbeschreibung erläutert.

[0013] Hinsichtlich des Industrieroboters, also des Roboters, wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass die Kupplung für die Ankopplung des Übertragungselementes einerseits und die Befestigungsvorrichtung für den Endeffektor in der Aufsicht auf die Trägerelement-Ebene nicht Zueinander fluchten, also versetzt zueinander sind. Dadurch kann die Anordnung dieser beiden Elemente flexibler innerhalb des Trägerelementes festgelegt werden.

[0014] Vorzugsweise ist dabei der Anschluss näher am Träger-Zentrum angeordnet, als die Befestigungsvorrichtung, insbesondere ist der Anschluss im Träger-Zentrum angeordnet.

[0015] Dadurch verläuft der von dem Anschluss nach oben zur Roboterbasis hinführende Zuführung-Schlauch oder das Kabel in der Mitte des Roboters und damit optimal weit von den Roboterarmen entfernt.

[0016] Alternativ kann die Befestigungsvorrichtung näher am Träger-Zentrum angeordnet sein als der Anschluss, oder sogar direkt im Träger-Zentrum angeordnet sein, wobei dann die davon weg führende Übertragungselement, etwa die Antriebswelle, vorzugsweise zur Führung der Zufuhrleitung benutzt wird, insbesondere indem diese um das Übertragungselement herumgewunden ist.

[0017] Selbst wenn die Zufuhrleitungen nicht um das Übertragungselement herum gebunden ist, ist es vorteilhaft, dass die Zufuhrleitung eine im entspannten Zustand helixförmige Gestalt aufweist, die bei Dehnung in Längsrichtung einen geringeren Durchmesser annimmt, aber helixförmig bleibt und auch beim Verkürzen in axialer Richtung keine Ausbuchtungen über die Kontur der Helix hinaus erzeugt.

[0018] Eine andere Möglichkeit – egal ob der Anschluss oder die Kupplung oder keines von beiden im Träger-Zentrum angeordnet ist – besteht in der Führung der Zufuhrleitung in einem zumindest in Erstreckung Richtung Längen veränderbaren, insbesondere teleskopierbaren, Führungs-Element wie einem Führungs-Schlauch oder Führungs-Käfig, der im Bereich zwischen der Roboter-Basis und dem Trägerelement verläuft.

[0019] Indem ein solches Element beabstandet zu den Roboterarmen befestigt wird, ist die darin verlaufende Zufuhrleitung gegen eine Kollision mit einem Roboterarm geschützt.

[0020] Ein solcher Führungsschlauch kann aus einem zwischen der Roboterbasis und dem Trägerelement gespannten Schlauch aus beispielsweise textile Material, vorzugsweise einem gitterartigen Material, bestehen, welches auch bei maximaler Annäherung des Trägerelementes an die Roboterbasis seine vorzugsweise runden Querschnitt beibehält und gespannt bleibt.

[0021] Es kann sich stattdessen auch um einen wenigstens von der Form des Querschnittes her starren Käfig handeln, der entweder in seiner Verlaufsrichtung den Bar ist – selbst wenn dabei der Durchmesser abnimmt – oder der aus zwei ineinander teleskopierbaren Teilen besteht.

[0022] Bei dem Roboter kann es sich um einen mit parallel Kinematik oder linearer Kinematik handeln, so dass also die Oberarme entweder an der Roboterbasis linearer mit ihrem Träger-abgewandten Ende verschiebbar sind oder um eine Oberarmachse an der Roboter-Basis schwenkbar sind.

[0023] Vorzugsweise weist der Roboter 3 Roboterarme auf und/oder die Antriebe für die einzelnen Roboterarme sind jeweils an der Roboterbasis angeordnet und/oder der Roboter weist 3 Roboterarme auf.

[0024] Während bei einem D-Roboter, bei dem in der Aufsicht betrachtet die Arme gleichmässig um die Mitte herum verteilt angeordnet sind, dass Trägerelement eine etwa dreieckige Form aufweist, kann das Trägerelement auch eine längliche, insbesondere rechteckige, Form aufweisen, sei es um Anschluss und Kupplung besser nebeneinander unterbringen zu können, vor allem wenn mehr als ein Schlauchanschluss für eine Zufuhrleitung benötigt wird, oder weil die spezifische Bauform des Roboters dies nahelegt:

[0025] So kann zwischen je 2 Träger seifigen Unterarm-Gelenken verlaufenden Gelenk stecken zu geraden verlängert ein Träger-Dreieck ergeben, bei dem einer der Zwischenwinkel im Träger-Dreieck kleiner ist als 25° , insbesondere $< 20^\circ$, insbesondere $< 18^\circ$, insbesondere gleich oder kleiner 16° . Dadurch wird ein länglicher Arbeitsbereich des Roboters erreicht. Die beiden anderen Zwischenwinkel sind vorzugsweise gleich gross.

[0026] Die Winkelhalbierende des kleinsten der Zwischenwinkel wird dabei als x-Achse des Roboter-Koordinatensystems festgelegt, zu der die y-Achse lotrecht verläuft, wobei er die Trägerelement-Ebene parallel zu dieser x-y-Ebene verläuft, während die z-Achse senkrecht darauf steht.

[0027] Falls es sich um einen Roboter mit parallel Kinematik handelt, liegen mindestens 2, besser alle 3 der Oberarmachsen, um die jeder Oberarm gegenüber der Roboterbasis schwenkbar ist, in einer gemeinsamen Basis-Ebene, die parallel zur Trägerelement-Ebene verläuft, wobei die Basis-Ebene den Nullwert der z-Achse darstellt.

[0028] Gerade bei einem solchen, dann nur noch zur x-z-Ebene symmetrisch an, Roboter kann der Abstand zwischen den Unterarm-Stangen bei einem Unterarm grösser sein als bei den beiden anderen Unterarmen, insbesondere bei dem Roboterarm, der primär in der Symmetrieebene, der x-z-Ebene verläuft.

[0029] Dies erleichtert eine stabile Führung des Trägerelementes des Roboters trotz des einen, sehr kleinen Zwischenwinkels zwischen den Oberarmachsen.

[0030] Gerade dann bietet es sich an, dass das Trägerelement entlang der y-Achse eine grössere Ausdehnung aufweist als entlang der x-Achse.

[0031] Einer der Roboterarme – insbesondere der Roboterarm, dessen primäre Erstreckungsrichtung in der Aufsicht betrachtet etwa entlang der Winkelhalbierenden des kleinsten Zwischenwinkels verläuft und/oder des Roboterarmes, der

kürzer ist als die beiden anderen Roboterarme – kann mit seiner Oberarmschwenkachse deutlich näher am kinematischen Zentrum angeordnet sein als die Oberarmachsen der beiden anderen Roboterarme.

[0032] Bei diesem Roboterarm befindet sich bezüglich des kinematischen Zentrums die Oberarmachse auf der dem zugehörigen Unterarm gegenüberliegenden Seite des kinematischen Zentrums oder die Oberarmachse dieses Roboterarmes schneidet das kinematische Zentrum.

[0033] Anders ausgedrückt verläuft das als Gerade ausgebildete kinematische Zentrum durch das Basis-Dreieck hindurch oder schneidet eine der Seiten dieses Basis-Dreiecks, welches durch die drei in der Regel in einer Ebene liegenden Oberarmachsen gebildet wird.

[0034] Die Roboter-Basis, die meist als Platte ausgebildet ist, kann einen zu ihrem Umfang hin offenen Ausschnitt besitzen, der wenigstens teilweise oberhalb eines Roboterarmes – insbesondere des Roboterarmes, dessen primäre Erstreckungsrichtung in der Aufsicht betrachtet etwa entlang der Winkelhalbierenden des kleinsten Zwischenwinkels verläuft und/oder des Roboterarmes, der kürzer ist als die beiden anderen Roboterarme – angeordnet ist, so dass dieser bei einem Hochschwenken seines Oberarmes über die zur Basis-Ebene hinaus parallele Lage nicht mit der Roboter-Basis kollidiert, an deren Unterseite vorzugsweise alle drei Roboterarme befestigt sind.

c) Ausführungsbeispiele

[0035] Ausführungsformen gemäss der Erfindung sind im Folgenden beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1a: einen gattungsgemässen, rotationssymmetrischen Delta-Roboter in einer neutralen Mittellage in der Seitenansicht,
- Fig. 1b: den Roboter gemäss Fig. 1a in der Aufsicht von oben,
- Fig. 2a: das Träger-Element aus Fig. 1b in der Aufsicht auf die Träger-Ebene in einer vergrösserten Detaildarstellung,
- Fig. 2b: eine neue Bauform des Träger-Element aus Fig. 2a,
- Fig. 3a: ein anderes Träger-Element in der Aufsicht auf die Träger-Ebene,
- Fig. 3b: einen zu dem Trägerelement aus Fig. 3a passenden Delta-Roboter in der Aufsicht auf dessen Basis-Ebene,
- Fig. 3c, d: den Roboter gemäss Fig. 3b in perspektivischer Darstellung in hinsichtlich der Drehmoment- und Energie-Zufuhr unterschiedlichen Bauformen.

[0036] Der auch bei diesem erfindungsgemässen Industrie-Roboter 10 vorhandene Grundaufbau, in diesem Fall in Form eines sogenannten Delta-Roboters 10 aufgrund der vorhandenen drei Roboterarme 1, 2, 3, mit Parallelkinematik lässt sich am besten anhand der Fig. 1a, b, 2a erkennen:

[0037] Die drei unabhängig voneinander beweglichen, gesteuert antreibbaren, Roboterarme 1, 2, 3, sind jeweils mit ihrem einen Ende schwenkbar um eine Oberarmachse 11', 12', 13' an einer – meist ortsfest montierten – Roboter-Basis 4 befestigt sind und mit ihren drei anderen Enden gelenkig an einem Trägerelement 5.

[0038] Die Roboterarme 1, 2, 3, bestehen dabei jeweils aus dem an der Roboter-Basis 4 gesteuert schwenkbar befestigten Oberarm 11, 12, 13 und einem, je zwei parallel zueinander verlaufenden Unterarm-Stangen 21a, b, 22a, b, 23a, b, aufweisenden, Unterarm 21, 22, 23, wobei die drei Antriebseinheiten in Form jeweils eines Rotationsantriebes 7, 8, 9 für das Verschwenken der Oberarme 11, 12, 13 an der Roboter-Basis 4 befestigt sind, während die Unterarme 21, 22, 23 nicht aktiv von einem eigenen Motor angetrieben werden.

[0039] Die drei Paare von Unterarm-Stangen 21a, b, 22 a, b, 23 a, b, bewirken eine räumliche Parallelgrammführung des Trägerelements 4, dessen Trägerelement-Ebene 5' unabhängig von seiner Positionierung im Raum somit immer parallel zur Basis-Ebene 4' liegt, während das besten die Fig. 4a, 4b zeigen.

[0040] Hierfür sind die Oberarmachsen 11', 12', 13' nur einachsige Gelenke und die an den Unterarm-Stangen 21a, b, 22 a, b, 23 a, b, jeweils beidseits angeordneten Gelenke mehrachsige Gelenke, insbesondere Kardan-Gelenke, wie am besten in Fig. 3b zu erkennen.

[0041] Dabei sind diese Unterarmgelenke an dem der Roboter-Basis 4 zugewandten Ende als basisseitige Unterarmgelenke 21a₁, 21b₁, 22a₁ usw. bezeichnet und an dem Träger-Element 5 zugewandten Ende als trägerseitige Unterarmgelenke 21a₂, 21b₂, 22a₂ usw. bezeichnet.

[0042] Wie am besten in Fig. 2a zu erkennen, liegen die trägerseitigen Unterarmgelenke 21a₂, 21b₂, 22a₂ usw. und ebenso deren Gelenkstrecken 24', 25', 26' zwischen je einem Paar 21a₂ und 21b₂, 22a₂ und 22b₂, 23a₂ und 23b₂, von trägerseitigen Unterarmgelenken 21 a₂, 21 b₂, 22a₂ in einer gemeinsamen Ebene, der Träger-Ebene 5'. Die in dieser

Träger-Ebene 5' liegenden, auf den Gelenkstrecken 24', 25'', 26 errichteten Mittelsenkrechten 14', 15', 16' treffen sich in einem Punkt, der als Trägerzentrum TZ bezeichnet wird.

[0043] Die Summe aller Positionen, die dieses Trägerzentrum TZ aufgrund der Dimensionierung und Anordnung der Bauteile des Roboters 10 erreichen kann, wird als mechanischer Arbeitsbereich 17 bezeichnet, der ein dreidimensionaler Arbeitsbereich ist und als Mittelpunkt 19 des Arbeitsbereiches wird der Mittelpunkt 19 der Projektion 18 des Arbeitsbereiches 17 auf die x-y-Ebene definiert. Insbesondere falls diese Projektion 18 eine geometrisch nicht bestimmte Form aufweist, kann als Mittelpunkt 19 der Schwerpunkt der Fläche dieser Projektion 18 gewählt werden.

[0044] An einem solchen Delta-Roboter 10 ist üblicherweise ein Roboter-Koordinatensystem wie folgt definiert:

[0045] – Mindestens zwei, meist alle drei, der Oberarmachsen 11', 12' 13' und/oder mindestens vier, meist alle sechs, der trägerseitigen Gelenke an dem Trägerelement 5 liegen jeweils in einer gemeinsamen Ebene, der Basis-Ebene 4' einerseits und der Träger-Ebene 5' andererseits, welche parallel zueinander liegen und die Ausrichtung der x-y-Ebene festlegen, wobei die z-Richtung hierauf senkrecht steht.

[0046] Als kinematisches Zentrum KZ wird eine Gerade bezeichnet, die parallel zur z-Richtung verläuft und die Schnittlinie dreier Ebenen ist, die durch die Mitten der Verbindungsstrecken 24, 25, 26 der Paare von Basis-seitigen Unterarm Gelenken und lotrecht zu diesen verläuft.

[0047] Als konkrete Lage der z-Achse wird dieses kinematisches Zentrum KZ festgelegt, und als Ursprung des Roboter-Koordinatensystems der Schnittpunkt des kinematisches Zentrums KZ mit der Basis-Ebene 4'.

[0048] An dem Trägerelement 4 wird der für die jeweilige Arbeitsaufgabe benötigte Endeffektor, beispielsweise ein Werkzeug in Form des in Fig. 4a, 4b angedeuteten Saugers 27 als Greifer zum Ergreifen von Produkten P durch Ansaugen befestigt, der zu diesem Zweck in aller Regel von dem Trägerelement 5 aus nach unten abstrebt.

[0049] Ein solcher Delta-Roboter ist in Fig. 1a, 1b, 2a in der häufigen, symmetrischen Bauform dargestellt, in die drei Oberarmachsen 11', 12' 13' ein gleichseitiges Dreieck bilden, welches also drei gleich grosse Zwischenwinkel aufweist, und das gleiche für die Gelenkstrecken 24, 25, 26 zwischen den trägerseitigen Unterarm-Gelenken gilt, wie in Fig. 1b und für das Trägerelement 5 in Fig. 2a zu erkennen.

[0050] Fig. 3a zeigt dagegen ein Trägerelement 5, bei dem zwei Gelenkstrecken 25, 26 in einem geringen Zwischenwinkel α_1 von weniger als 25° zueinander stehen, dessen Winkelhalbierende 20 als x-Richtung des Roboter-Koordinatensystems festgelegt wird und bei dem die dritte Gelenkstrecke 24 der trägerseitigen Unterarm-Gelenke auch deutlich grösser ist als die beiden anderen, gleichgrossen, Gelenkstrecken 25, 26.

[0051] Das Trägerelement 5 besitzt daher eine längliche, etwa rechteckige Form.

[0052] Einen zu dem Trägerelement 5 der Fig. 3a passenden, nur noch zur x-z-Ebene symmetrischen, Delta-Roboter 10 zeigt Fig. 3b in der Aufsicht von oben auf die Roboter-Basis 4 sowie die Fig. 3c und 3d in perspektivischen Darstellung mit etwas unterschiedlichen Ausgestaltungen.

[0053] Hinsichtlich der erfindungsgemässen Merkmale zeigt Fig. 2a zunächst die bekannte Bauform eines Trägerelementes 5, bei dem im Trägerzentrum TZ an der Unterseite die Befestigungsvorrichtung 19 zum Befestigen des Endeffektors angeordnet ist, und fluchtend darüber auf der Oberseite die Kupplung 27 zum Befestigen eines von der Roboter-Basis herangeführten Übertragungselementes 30, wie in Fig. 1a dargestellt.

[0054] Der Anschluss 32 für eine Zufuhrleitung für Energie ist dagegen abseits der Befestigung Vorrichtung 19 und auch der Kupplung 27 angeordnet, und zwar abseits des Träger-Zentrums TZ.

[0055] Im Gegensatz dazu ist erfindungsgemäss in Fig. 2b gerade der Anschluss 32 im Träger-Zentrum angeordnet und die Kupplung 27 abseits davon. Zusätzlich ist der Anschluss 32 von einem Element 31 wie etwa einem Schlauch umgeben.

[0056] Die gleiche Anordnung findet sich auch bei der länglichen rechteckigen Trägerelement 5 in Fig. 3a wieder:

[0057] Im Träger-Zentrum TZ ist der Anschluss 32 für die Zufuhrleitung 29 für Energie angeordnet, während die Kupplung 27 zum Ankurbeln eines Übertragungselementes 30 abseits davon angeordnet ist. Deshalb ist die Kupplung 27 über einen Riementrieb 33 mit einem Ritzel wirkverbunden, welches konzentrisch um das Trägerzentrum TZ herum angeordnet ist und wirkverbunden ist mit der im Trägerzentrum TZ, jedoch nach unten abragenden Befestigungsvorrichtung 19 für den Endeffektor 7.

[0058] Auch in Fig. 3c ist zu erkennen, dass sich der Anschluss 32 für die Zufuhr Leitung 29 im Träger-Zentrum TZ des Trägerelementes 5 befindet, die Antriebswelle 30 dagegen seitlich hierzu versetzt..

[0059] In dieser Fig. 3c ist ferner zu erkennen, dass die Zufuhrleitung 29 im Inneren eines-Schlauches 31 aufgenommen ist, welcher zwischen der Roboter-Basis 4 und dem Trägerelement 5 verläuft.

[0060] Fig. 3d zeigt dagegen eine Lösung, bei der die Antriebswelle 30 für die Drehmomentübertragung in einer Kupplung 27 endet, die im Trägerzentrum TZ des Trägerelementes 5 angeordnet ist, dabei jedoch die Antriebswelle 30 insofern als Führung für die Zufuhrleitung 29 dient, als die Zufuhrleitung 29 in mindestens einer Windung helixförmig lose um die Antriebswelle 30 herum gewunden ist, um dadurch zu starke Ausbuchtungen der Zufuhrleitung 29 zur Seite zu verhindern, wenn der Abstand zwischen dem Trägerelement 5 und der Roboter-Basis 4 verringert wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0061]

1	Roboterarm
2	Roboterarm
3	Roboterarm
4	Roboter-Basis
4´	Basis-Ebene
5	Trägerelement
5*	Träger-Ebene
6	Endeffektor, Sauger
7	Rotationsantrieb
8	Rotationsantrieb
9	Rotationsantrieb
10	Industrie-Roboter, Roboter
11	Oberarm
11´	Oberarmachse
12	Oberarm
12´	Oberarmachse
13	Oberarm
13´	Oberarmachse
14	Mittelsenkrechte
15	Mittelsenkrechte
16	Mittelsenkrechte
17	Arbeitsbereich
18	Projektion des Arbeitsbereichs
19	Befestigungsvorrichtung
20	Winkelhalbierende
21	Unterarm
21a, b	Unterarm-Stange
21a1	antriebsseitiges Unterarmgelenk
21a2	trägerseitiges Unterarmgelenk
22	Unterarm
22a, b	Unterarm-Stange
22a1	antriebsseitiges Unterarmgelenk
22a2	trägerseitiges Unterarmgelenk
23	Unterarm

23a, b	Unterarm-Stange
23a1	antriebsseitiges Unterarmgelenk
23a2	trägerseitiges Unterarmgelenk
24	Verbindungsstrecke
25	Verbindungsstrecke
26	Verbindungsstrecke
24'	Gelenkstrecke
25'	Gelenkstrecke
26'	Gelenkstrecke
27	Kupplung
28	Ausschnitt
29	Zufuhrleitung
30	Antriebswelle
31	Führungselement
32	Anschluss
33	Riementrieb
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$	Zwischenwinkel
TZ	Träger-Zentrum
KZ	kinematisches Zentrum

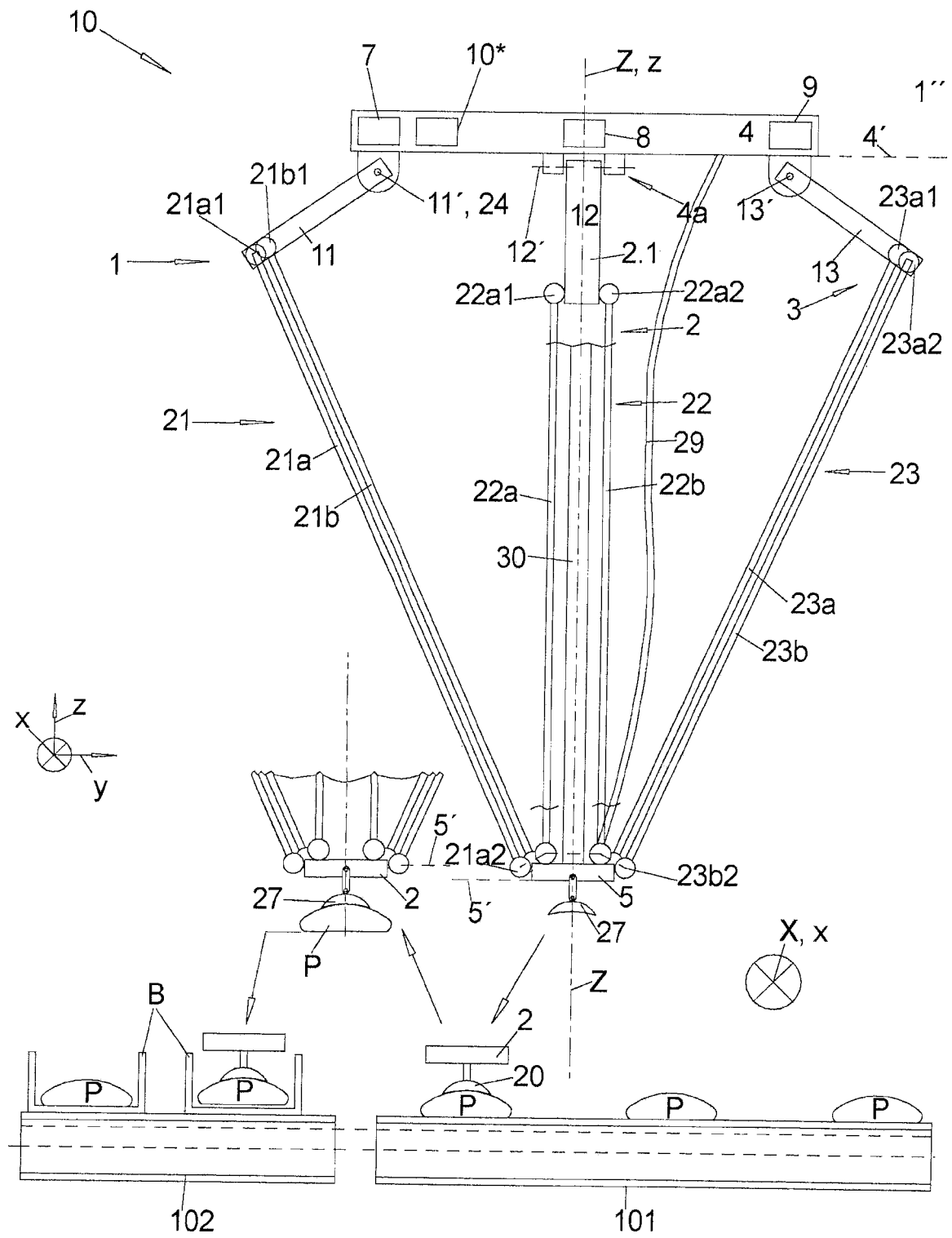
Patentansprüche

1. Industrie-Roboter mit Parallelkinematik mit
 - a) einer Roboterbasis,
 - b) einem Trägerelement, welches einen Endeffektor aufnehmen kann,
 - c) mindestens zwei beweglichen Roboterarmen,
 - d) wobei jeder Roboterarm einen beweglich an der Roboterbasis befestigten Oberarm und einen am Oberarm beweglich angeordneten Unterarm aufweist,
 - e) wobei jeder Unterarm zwei parallele Unterarm-Stangen aufweist und jede Unterarm-Stange über ein antriebsseitiges Unterarmgelenk beweglich mit dem Oberarm und über ein trägerseitiges Unterarmgelenk beweglich mit dem Trägerelement verbunden ist,
 - f) wobei die Zentren der trägerseitigen Unterarmgelenke aller Unterarm-Stangen in einer gemeinsamen Trägerelement-Ebene liegen, welche senkrecht zu einer z-Achse eines Roboter-Koordinatensystems verläuft und parallel zu einer durch eine x-Achse und eine y-Achse des Roboter-Koordinatensystems aufgespannten x-y-Ebene,
 - g) wobei an dem Trägerelement eine Befestigungsvorrichtung zur Ankopplung eines Endeffektors, insbesondere an der Unterseite, vorhanden ist,
 - h) wobei an dem Trägerelement, insbesondere an der Oberseite, eine Kupplung zur Ankopplung eines Übertragungselements, insbesondere einer Antriebswelle, vorhanden ist, dadurch gekennzeichnet, dass
 - i) seitlich versetzt neben der Befestigungsvorrichtung zur Ankopplung des Übertragungselements mindestens ein Anschluss mit einer daran befestigten Zufuhrleitung für eine Energieart vorhanden ist,
 - k) in der Aufsicht auf die Trägerelement-Ebene die Befestigungsvorrichtung für den Endeffektor abseits, also nicht fluchtend, zu der Kupplung für das Übertragungselement angeordnet ist.
2. Industrieroboter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - sich die in der Trägerelement-Ebene liegenden Mittelsenkrechten auf die Gelenkstrecken der Zentren der beiden trägerseitigen Unterarmgelenke der Roboterarme in einem Trägerelement-Zentrum (TZ) schneiden,
 - in der Aufsicht auf die Trägerelement-Ebene betrachtet

- entweder der Anschluss näher am Träger-Zentrum (TZ) angeordnet ist, als die Befestigungsvorrichtung, insbesondere der Anschluss im Träger-Zentrum (TZ) angeordnet ist,
 - oder die Befestigungsvorrichtung näher am Träger-Zentrum (TZ) angeordnet ist als der Anschluss, insbesondere die Befestigungsvorrichtung im Träger-Zentrum (TZ) angeordnet ist.
3. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhrleitung um das Übertragungselement, insbesondere die Antriebswelle, herum gewunden ist.
 4. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zufuhrleitung bei vertikaler Anordnung im unbelasteten Ausgangszustand eine Helix-Form besitzt, insbesondere mit einem Steigungswinkel gegenüber der axialen Richtung der Helix von mehr als 60°, besser mehr als 70°, besser mehr als 80°.
 5. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die wenigstens eine Zufuhrleitung in einem im Bereich zwischen der Roboter-Basis und dem Trägerelement verlaufenden, in seiner Erstreckungsrichtung längenveränderbaren, insbesondere dehnbaren, Führungs-Käfig oder Führungs-Schlauch geführt ist,
 - der Führungs-Käfig oder Führungs-Schlauch an der Roboter-Basis und/oder am Trägerelement und/oder am Übertragungselement befestigt ist.
 6. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Oberarme entweder linear verschiebbar an der Roboterbasis befestigt sind oder
 - die Oberarm schwenkbar an der Roboterbasis befestigt sind, wobei die Oberarmachsen der drei Roboterarme in einer Projektion auf die x-y-Ebene ein Dreieck aufspannen.
 7. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebe zum Bewegen der Oberarme an der Roboterbasis angeordnet sind.
 8. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Industrieroboter drei Roboterarme aufweist.
(1 Winkel zwischen den Gelenkstrecken sehr klein)
 9. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die zwischen je 2 Träger seitigen Unterarm-Gelenken verlaufenden Gelenkstrecken zu Geraden verlängert ein Träger-Dreieck in der Träger-Ebene aufspannen,
 - einer der Zwischenwinkel des Träger-Dreiecks kleiner ist als 25°, insbesondere der Winkel kleiner ist als 20°, bevorzugt kleiner als 18°, besonders bevorzugt kleiner gleich 16°.
 10. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Winkelhalbierende durch den kleinsten der drei zwischen Winkel parallel zur x-Achse des Roboterkoordinatensystems verläuft,
 - die y-Achse senkrecht zu der x-Achse und senkrecht zu der z-Achse verläuft,
 - insbesondere die beiden anderen Zwischenwinkel gleich gross sind und der Roboter zur x-z-Ebene symmetrisch aufgebaut ist.
 11. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die beiden Oberarmachsen, welche den kleinsten der drei Winkel begrenzen, in einer gemeinsamen Basis-Ebene verlaufen, welche die x-y-Ebene ist, und dass der Schnittpunkt der z-Achse mit dieser x-y-Ebene dem Nullwert der z-Achse entspricht
 - insbesondere die Oberarmachsen aller drei Roboterarme in einer gemeinsamen Basis-Ebene liegen.
(Abstand Unterarmstangen)
 12. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - bei einem der Roboterarme der Abstand zwischen den Zentren der antriebsseitigen Unterarmgelenke und/oder der trägerseitigen Unterarmgelenke grösser ist als bei den beiden anderen Roboterarmen,
 - insbesondere dass bei dem ersten Roboterarm der Abstand grösser ist als bei dem zweiten Roboterarm und bei dem dritten Roboterarm und
 - der Abstand bei dem zweiten und dritten Roboterarm gleich ist.
 13. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
 - bei einem der Roboterarme der Abstand zwischen der Verbindungsstrecke der antriebsseitigen Unterarmgelenke und/ oder der Gelenkstrecke trägerseitigen Unterarmgelenke kleiner ist als bei den beiden anderen Roboterarmen,
 - insbesondere dass bei dem ersten Roboterarm der Abstand a ist als bei dem zweiten Roboterarm und bei dem dritten Roboterarm und
 - der Abstand bei dem zweiten und dritten Roboterarm gleich ist.
 14. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Trägerelement entlang der y-Achse eine grössere Ausdehnung aufweist als entlang der x-Achse.

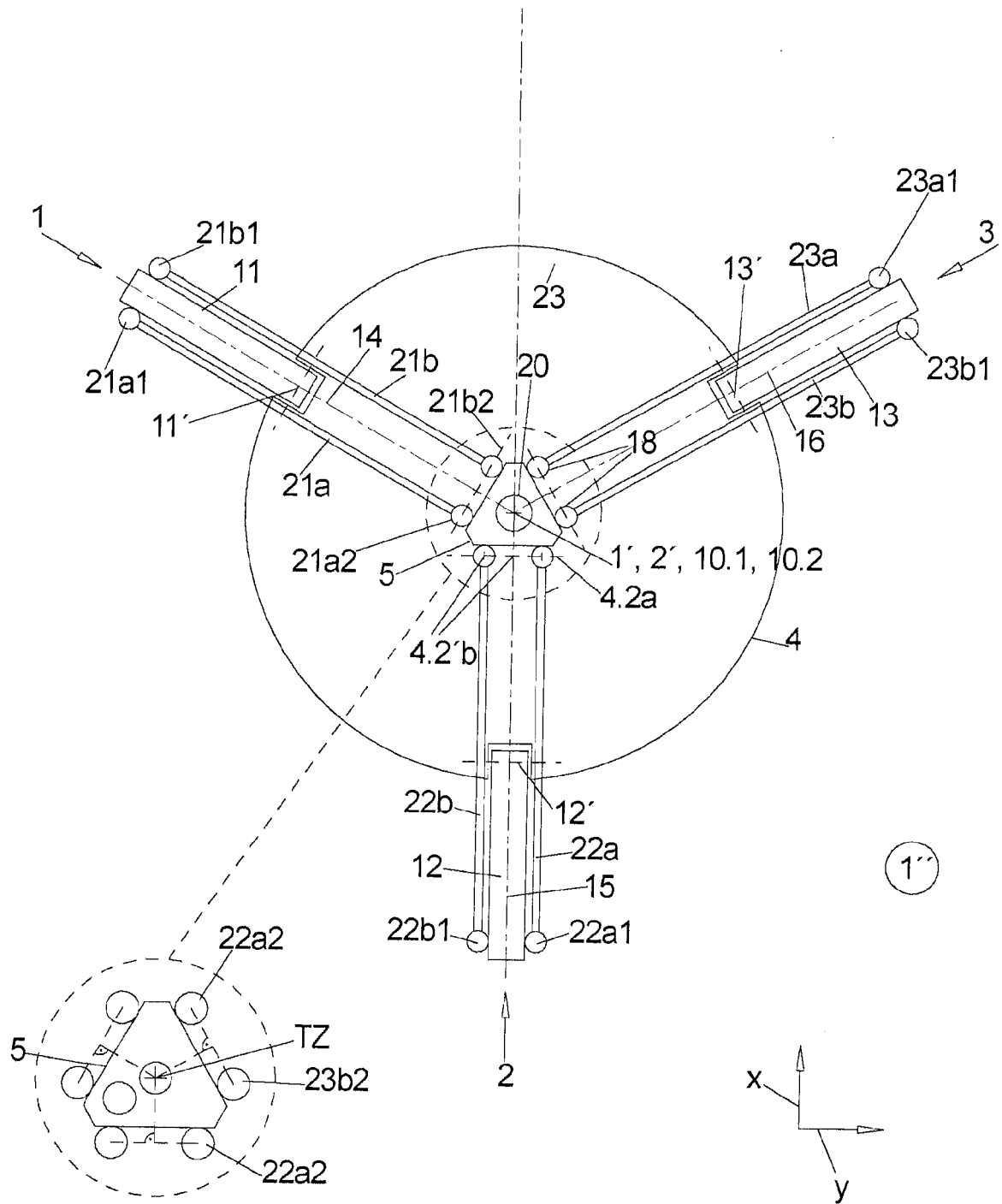
(kinematisches Zentrum)

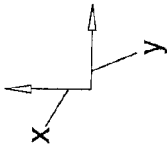
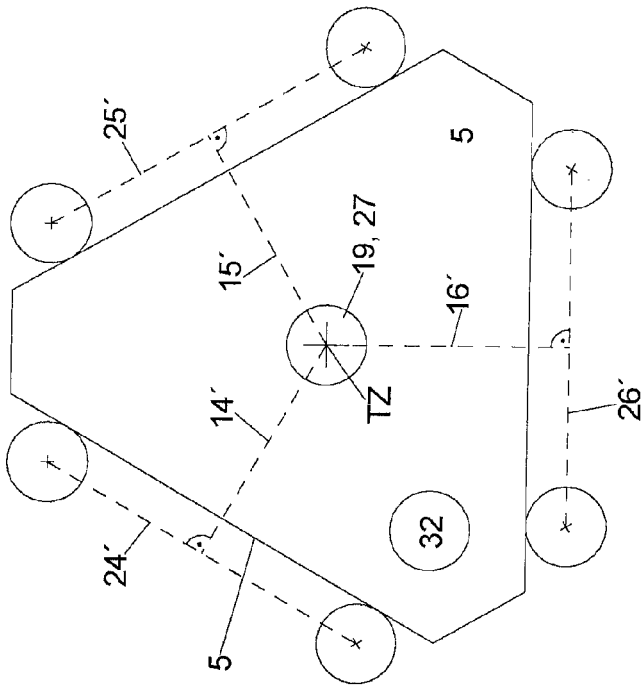
15. Industrieroboter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- das kinematische Zentrum eine zur z-Achse parallele Gerade ist, in der sich die drei Ebenen schneiden, welche jeweils durch die Mitte der Verbindungsstrecke der Zentren der beiden antriebsseitigen Unterarmgelenke eines Roboterarms und senkrecht zu dieser Verbindungsstrecke verläuft und
 - der Schnittpunkt des kinematischen Zentrums mit der Basis-Ebene der Nullpunkt der z-Achse und insbesondere der Nullpunkt des x-y-z-Roboter-Koordinatensystems.



prior art

Fig. 1a





prior art

Fig. 2a

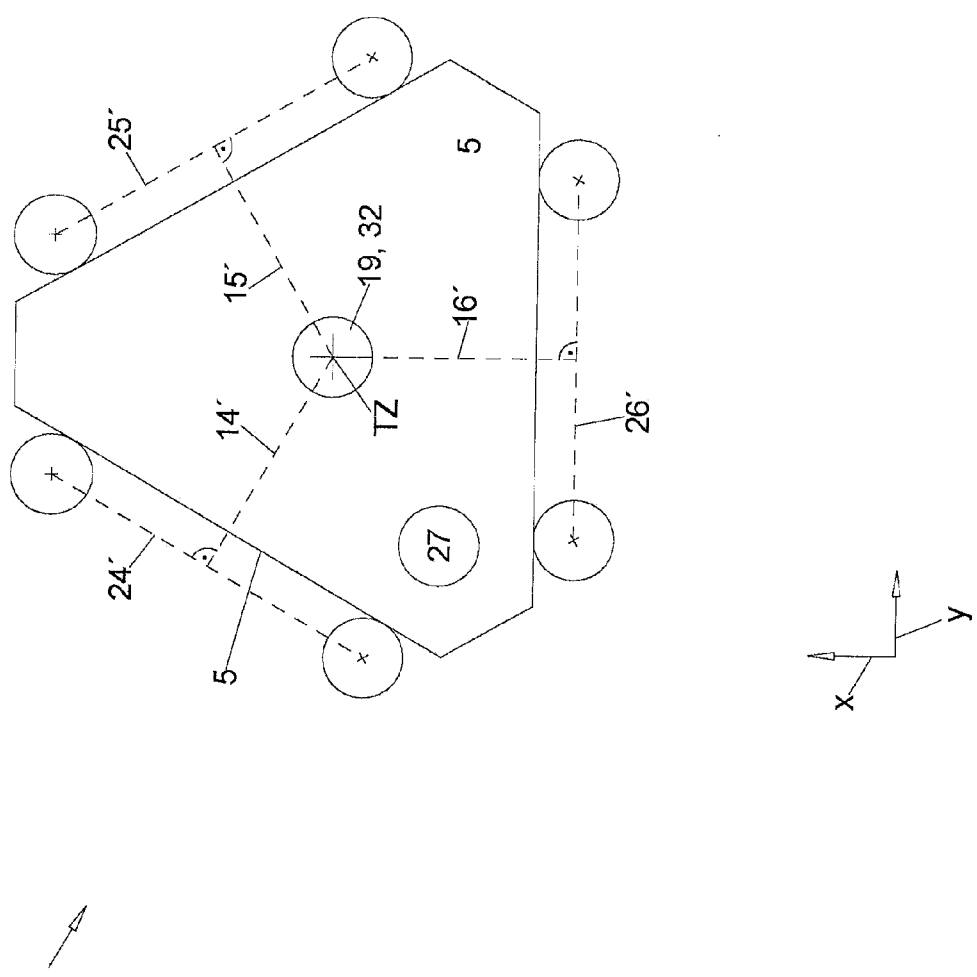


Fig. 2b

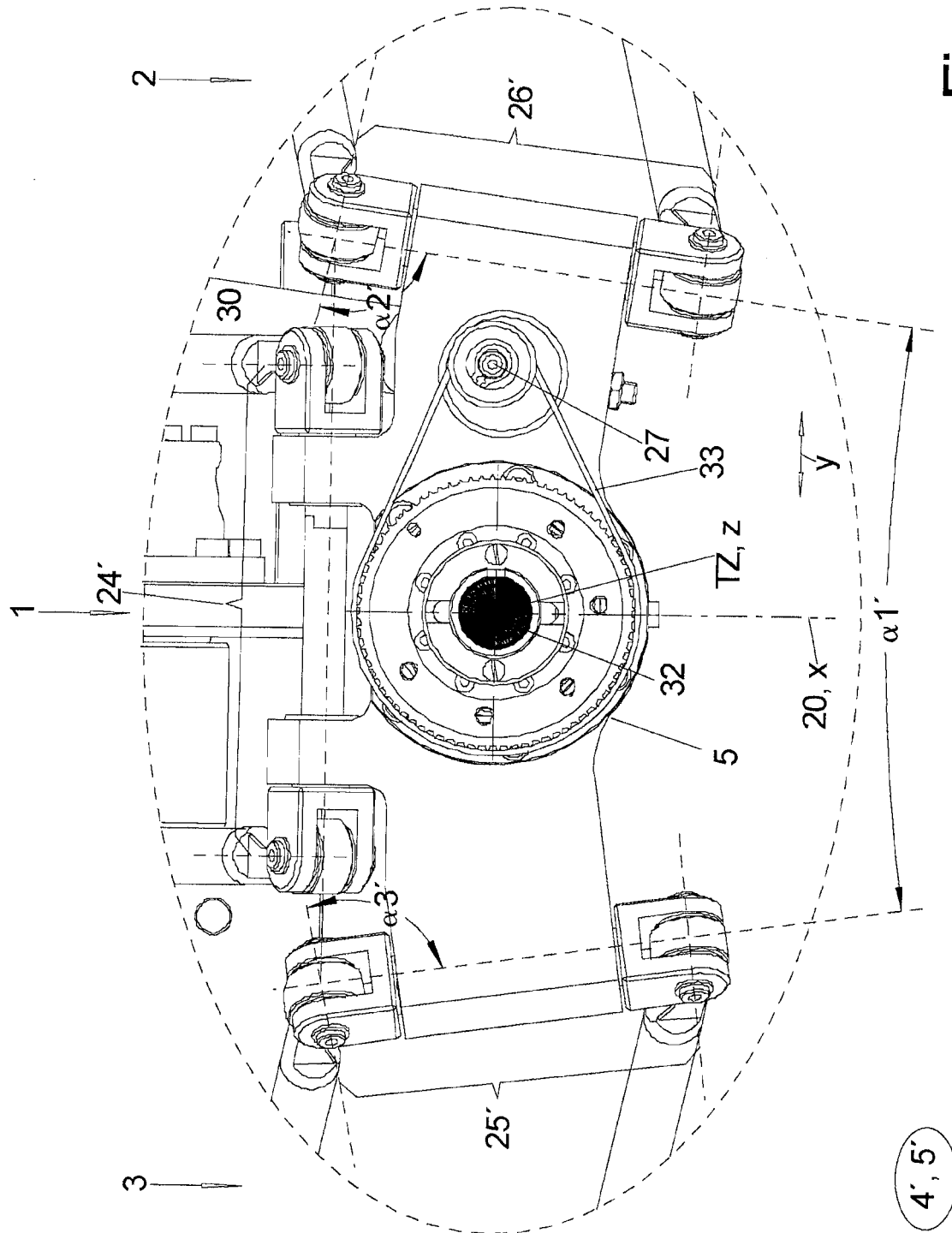


Fig. 3a

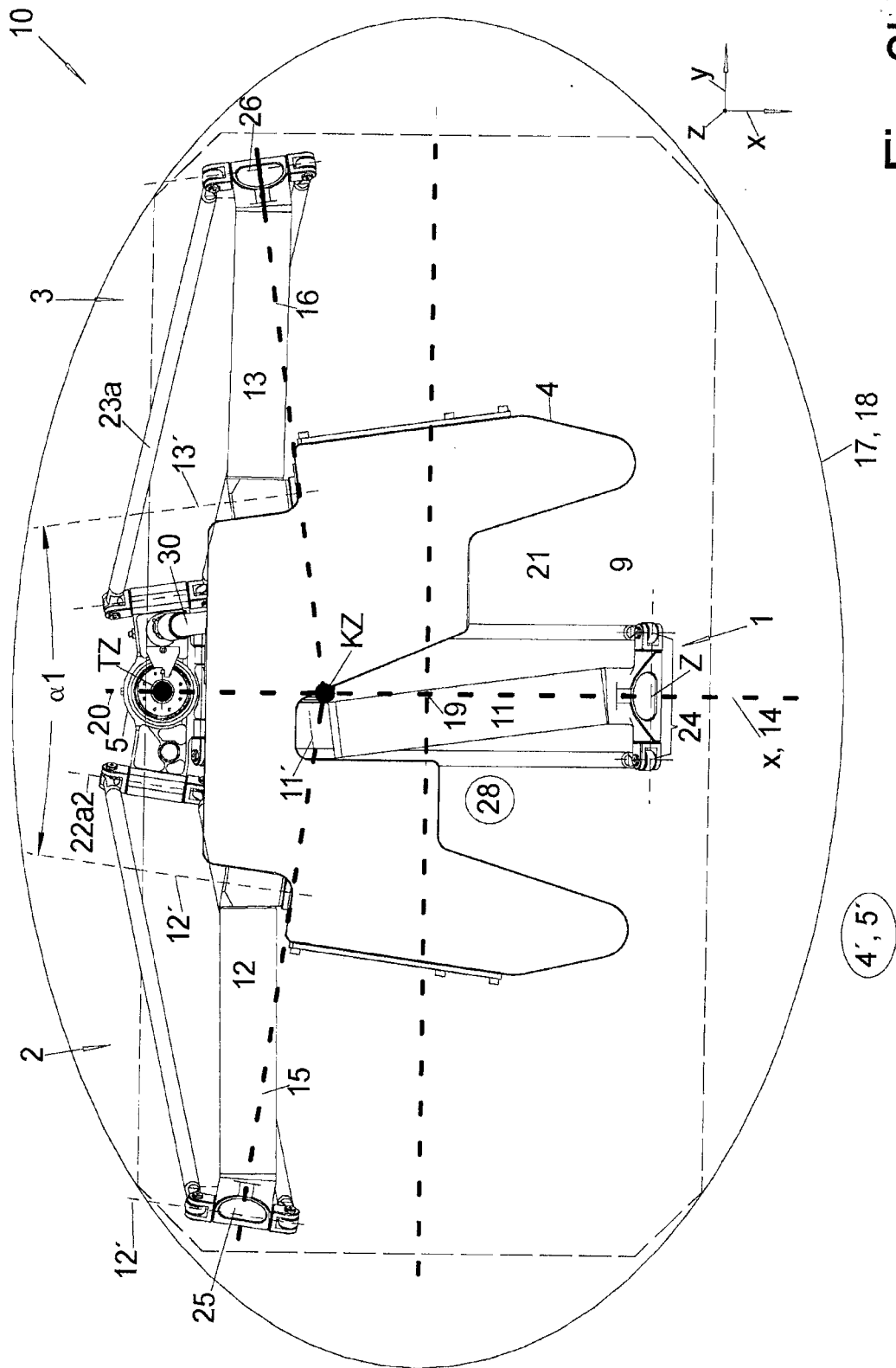


Fig. 3b

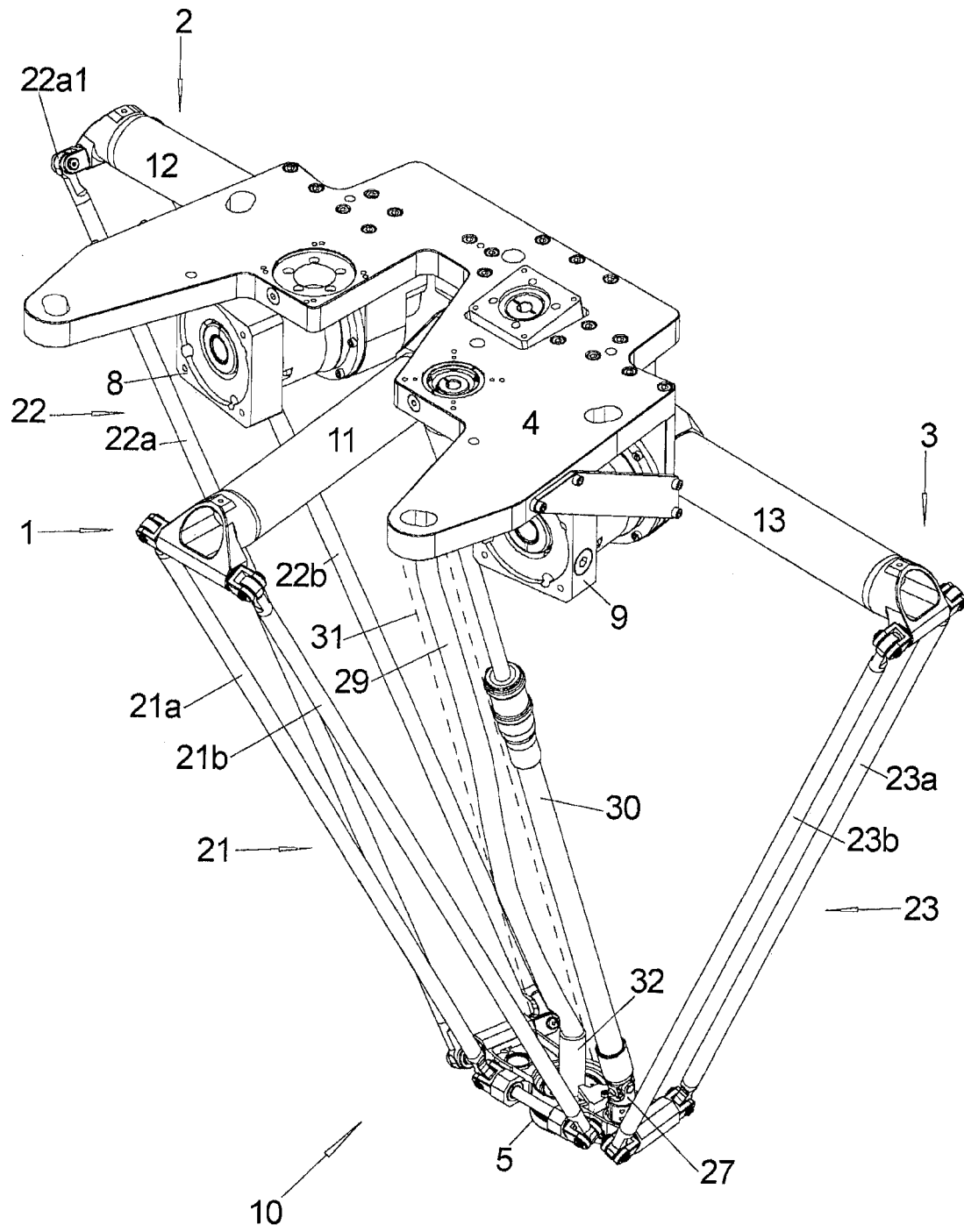


Fig. 3c

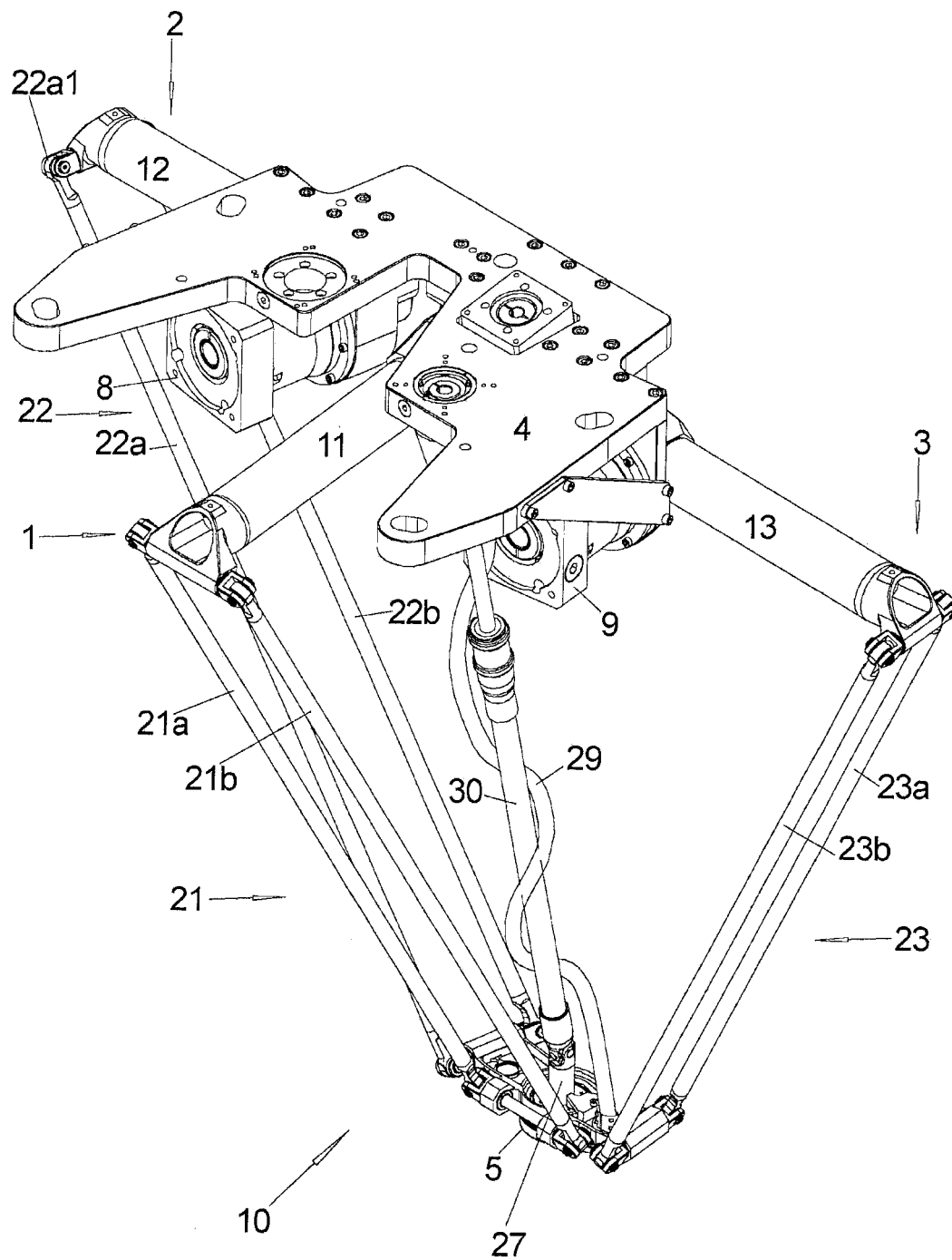


Fig. 3d