

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1695/2004**

(51) Int. Cl.⁸: **B25J 11/00** (2006.01)

(22) Anmeldetag: **11.10.2004**

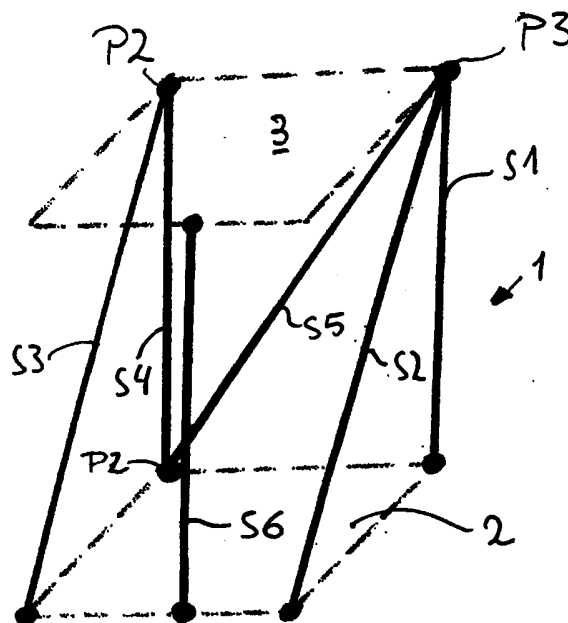
(43) Veröffentlicht am: **15.12.2007**

(73) Patentanmelder:

EHRENLEITNER FRANZ
A-4905 THOMASROITH (AT)

(54) **PARALLELKINEMATIK, INSBESONDERE HUBROBOTER**

(57) Die Erfindung betrifft eine kinematische Verbindung einer festen Plattform (2) mit einer beweglichen Plattform (3) mit bis zu sechs Freiheitsgraden in geschlossenen kinematischen Ketten, so genannte Parallelkinematik, wobei die Verbindungselemente Stäbe veränderlicher Länge, so genannte Aktuatoren, gegebenenfalls teilweise Stäbe konstanter Länge, so genannte passive Stäbe, und gegebenenfalls Zugmittel sind. Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass drei solcher Verbindungselemente an einem gemeinsamen Punkt einer der Plattformen (2, 3) angreifen und einen so genannten Tripelpunkt (P3) bilden. Im speziellen betrifft die Erfindung einen, gegebenenfalls verfahrbaren, so genannten Hubroboter, dessen Fahrwerk die feste Plattform (2) und dessen Objektträger die bewegliche Plattform (3) darstellt.

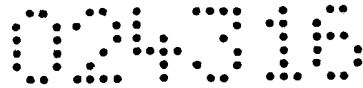


Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft eine kinematische Verbindung einer festen Plattform (2) mit einer beweglichen Plattform (3) mit bis zu sechs Freiheitsgraden in geschlossenen kinematischen Ketten, sogenannte Parallelkinematik, wobei die Verbindungselemente Stäbe veränderlicher Länge, sogenannte Aktuatoren, gegebenenfalls teilweise Stäbe konstanter Länge, sogenannte passive Stäbe, und gegebenenfalls Zugmittel sind.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass drei solcher Verbindungselemente an einem gemeinsamen Punkt einer der Plattformen (2, 3) angreifen und einen sogenannten Tripelpunkt (P3) bilden.

Im speziellen betrifft die Erfindung einen, gegebenenfalls verfahrbaren, sogenannten Hubroboter, dessen Fahrwerk die feste Plattform (2) und dessen Objektträger die bewegliche Plattform (3) darstellt.

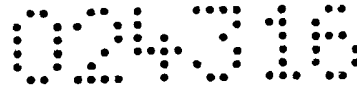


Die Erfindung betrifft mechanische Vorrichtungen, die zumindest zwei zueinander entlang mehrerer Freiheitsgrade bewegliche feste Bauteile aufweisen, beispielsweise Hubtische, Hängebahnen, Hubroboter, Knickarmroboter, Bagger, Fräsen, Schneideinrichtungen, etc..

- 5 Alle diese letzten Endes auf das Problem der ausreichend genauen und raschen Bewegung entlang mehrerer Freiheitsgrade zwischen einer Basis oder Grundplattform und einer Arbeitsplattform bzw. beweglichen Plattform oder auch Endplattform zurückzuführenden Detailprobleme werden seit langem mittels der sogenannten „seriellen Kinematik“ gelöst: Dabei wird auf der Grundplattform, die zumeist raumfest in einem Inertialsystem ange-
- 10 ordnet ist, ein Gebilde entlang eines Freiheitsgrades bewegt, auf diesem Gebilde ein weiteres Gebilde um einen anderen Freiheitsgrad, usw., bis zum Schluss, je nach Anzahl der notwendigen Freiheitsgrade und entsprechend vielen Gebilden die Endplattform erreicht wird, die beispielsweise im Falle einer Werkzeugmaschine das gewünschte Werkzeug aufweist, im Falle eines Fördermittels das Fördergut trägt etc.. Diese serielle
- 15 Kinematik hat sich vielfach bewährt, insbesondere weil es möglich ist, die aneinander gereihten Freiheitsgrade zu „orthogonalisieren“ d.h. dass eine Bewegung entlang eines Freiheitsgrades die Lage der Endplattform nur in dessen Richtung beeinflusst, die Lage bezüglich aller anderen Richtungen aber konstant bleiben. Dadurch wird ein einfacher und anschaulicher Steuer- und Regelmechanismus für die Bewegung ermöglicht.
- 20
- Nachteilig aber sind die Additionen aller Toleranzen in allen jeweils anfallenden Richtungen, die hohen zu bewegenden toten Massen der verschiedenen Zwischenplattformen und die Notwendigkeit, speziell ausgestaltete Elemente für die einzelnen Freiheitsgrade vorzusehen. Man denke dabei nur an eine Fräsmaschine, bei der Support entlang einer
- 25 Schiene mittels einer Spindel verfahren wird, worauf auf dem Support ein Schlitten mit einer passenden Stellvorrichtung normal zur Spindelachse verfahren wird etc..

Andere Lösungen dieses Grundproblems sind schon seit langem von Reifentestmaschinen, den sogenannten Gough Plattformen, und bei Flugsimulatoren zur Bewegung der Kabine, die das Cockpit darstellt (Erfinder Stewart), bekannt. Diese alternative Kinematik erhielt

30 die Bezeichnung „Parallelkinematik“, weil zur gezielten Bewegung der Endplattform eine parallele (eigentlich simultane) Betätigung aller Antriebe entlang aller Achsen notwendig ist. Damit ist die Problematik der Parallelkinematik schon im wesentlichen angedeutet, sie



erfordert einen hohen Steuer- und Regelaufwand (damit auch Rechenaufwand) für die gewünschte Bewegung der beweglichen Plattform.

Der Rechenaufwand wird besonders dadurch in die Höhe getrieben, dass keine geschlossenen Lösungen für die Steuerung vorliegen und daher iterativ gerechnet werden muß.
5 Dies führt insbesondere bei langen Wegen der beweglichen Plattform, seien es nun Winkel oder Längen, noch zum Problem der weit überlinear ansteigenden Rechenarbeit und dem Problem der nicht (leicht) zu erkennenden Verzweigung der Lösungen. Eine derartige Verzweigung kann dazu führen, dass die Aktuatoren (Aktuator, zumeist Stäbe, deren
10 Länge veränderlich ist oder deren Fußpunkt, das ist der Anlenkpunkt an der festen Plattform, beweglich ist, aber aus der US 5,966,991 A ist auch eine rotatorische Parallelkinematik bekannt) falsch betätigt werden und es zur Kollision von Stäben kommt.

Wie man aus der Vorgabe, dass jeder Aktuator nur einen Freiheitsgrad festlegen soll, die
15 anderen fünf aber nicht beeinträchtigen soll, leicht erkennen kann, sind extrem aufwendige, hochgenaue und damit teure Lager für jeden der Antriebe notwendig.

Um dies zu verdeutlichen Folgendes:

- 20 Bei einer Vorrichtung mit allen sechs Freiheitsgraden zwischen der festen und der bewegten Plattform benötigt man sechs Stäbe, von denen jeder in fünf Freiheitsgraden frei sein muss, somit sind dreißig Bewegungsrichtungen möglichst genau und somit vorge-
spannt zu verwirklichen, z.B. zwei Kardangelenke und ein Achsial-Radiallager pro Stab
oder ein Kardangelenk und ein Kugelgelenk pro Stab. Damit einher geht die problema-
25 tische Kalibrierung von Parallelkinematiken, darunter versteht man die Berücksichtigung mechanischer Ungenauigkeiten im Rechenmodell für die Ansteuerung der Bewegung der einzelnen Stäbe. Dies ist wohl der Hauptgrund dafür, dass der erste Prototyp einer Werkzeugmaschine mit Parallelkinematik erst 1994 auf der IMTS in Chicago vorgestellt wurde.
- 30 Bei näherer Betrachtung fällt auch auf, dass die Parallelkinematik unter dem Problem leidet, nur geringe Schwenkwinkel zuzulassen, da ansonsten die Stäbe einander ins Gehege kommen, und dass es Stellungen zwischen den beiden Plattformen gibt, bei denen die Parallelkinematik eine Position einnimmt, die einer sogenannten Singularität entspricht,

aus der sie nicht mehr von sich aus gelöst werden kann. Auch der große Platzbedarf der Parallelkinematik gemäß dem Stand der Technik ist zu erwähnen, so benötigen noch im Jahr 2003 fertigt entwickelte und produzierte Werkzeugmaschinen die einen Arbeitsraum von 0,6 x 0,6 x 0,6 m aufweisen, eine Kubatur von 3,5 x 3,5 x 3,5 m.

5

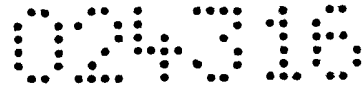
Trotz dieser Nachteile kommt die Parallelkinematik für viele Anwendungsgebiete, insbesondere wenn hohe Bewegungsdynamik und hohe Wiederholgenauigkeiten der anzufahrenden Positionen bzw. der zu befahrenden Wege verlangt werden und ganz speziell, wenn diese Anforderungen mit der Notwendigkeit hoher Steifigkeit der Konstruktion einhergeht, mehr und mehr zur Anwendung. Dabei hat das hervorragende Verhältnis von bewegbarer
10 Last zu Eigengewicht, das bis 2:1 reicht, während serielle Kinematik nur 1:20 erzielt, und so zu merklicher Energieersparnis führt, einen wesentlichen Anteil am Wunsch, die parallele Kinematik vermehrt einzusetzen.

15 Dazu kommt noch, dass die einzelnen Teile der Parallelkinematiken nur eine geringe mechanische Komplexität aufweisen und dass in vielen Fällen für alle oder zumindest eine Mehrzahl der abzudeckenden Freiheitsgrade identische Bauteile verwendet werden können, sodass der Aufbau der Parallelkinematiken an sich einfach und kostengünstig ist.

20 Im Hinblick auf diesen einfachen und modularen Aufbau, aber auch für die anderen genannten Eigenschaften wird auf den sogenannten DELTA-Roboter, das Hexapod und den IRB 940 Tricept verwiesen.

Eine dem schon damals lange bekannten Hexapod kinematisch vollständig entsprechende
25 Konstruktion, die dennoch patentiert wurde, ist aus der EP 1 095 549 B, entsprechend der DE 199 51 840 A, bekannt: Sie betrifft eine Dreipunkt-Anhängevorrichtung für ein Zugfahrzeug, die mittels sechs in ihrer Länge verstellbaren Stäben in sechs Freiheitsgraden bezüglich des Zugfahrzeuges bewegt werden kann. Im Sinne der Nomenklatur dieser Beschreibung entspricht das Zugfahrzeug der festen Plattform und die Anhängevorrichtung
30 der beweglichen Plattform.

Eine Anwendung der Parallelkinematik auf sogenannte Mikromanipulatoren mit Bewegungsbereichen von wenigen Millimetern oder noch darunter, dafür aber hoher



Anfahrergenauigkeit, ist aus den aus einer Anmeldung hervorgegangenen US 6,671,975 B und US 6,769,194 B bekannt. Die Vorrichtung beruht auf dem Hexapod und verbessert die Präzision der Längenänderungen der Stäbe durch Einsatz von Piezoelementen.

5 Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Ziel der Erfindung eine Parallelkinematik für die eingangs genannten Anwendungsgebiete zu schaffen, die auf der Kombination von Aktuatoren (durch Fusspunktverschiebung wirkende oder längenveränderliche Stäbe) mit passiven Stäben beruht, wobei insbesondere die Probleme der komplexen Steuerung und der Lagerung vermieden oder zumindest deutlich reduziert werden soll.

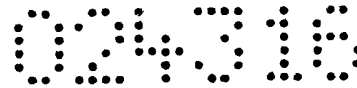
10

Erfindungsgemäß geschieht dies dadurch, dass in der kinematischen Kette zumindest an einer Stelle drei Stäbe mittelbar oder unmittelbar an einem Punkt, einem sogenannten Tripelpunkt, angreifen bzw. enden. Dadurch sind die linearen Freiheitsgrade definiert, die

15 mathematische Lösung der Steuerung wird geschlossen, damit die Berechnung der Bewegung gegenüber den offenen Lösungen gemäß dem Stand der Technik wesentlich, meist um den Faktor eintausend, vereinfacht und ist beispielsweise über die Winkel-funktionen darstellbar. Dies ermöglicht auch auf einfache Weise eine „Vorsteuerung“ der Bewegung. Darüber hinaus wird der Bewegungsablauf der kinematischen Ketten auch wesentlich anschaulicher und es können ohne komplexe Analysen die Fragen der Kollision
20 der einzelnen Bauteile und des Auftretens von Singularitäten beurteilt werden.

Die Bezeichnung mittelbar oder unmittelbar wurde gewählt, da es für die praktische technische Ausführung völlig reicht, wenn einer der drei Stäbe knapp am Ende eines der anderen beiden Stäbe angreift. Dadurch wird zwar in diesem Stab ein Biegemoment
25 induziert, doch vereinfacht sich die praktische Ausführung des Lagers und es werden dessen mögliche Schwenkwinkel deutlich erhöht, ohne der Vereinfachung der Rechenarbeit oder der Grundlage der Erfindung, nämlich der Definition der linearen Freiheitsgrade, großen Abbruch zu tun.

30 Wenn diese mittelbare Ausführung bei Tripelpunkten im Bereich der festen Plattform verwendet wird, so gehen die mathematischen Vorteile teilweise verloren, da die Lage des Fußpunktes des so angebundenen Stabes sich mit der Lage des Stabes, an dem er angelenkt ist, ändert. Die mechanischen Vorteile, insbesondere das Lager betreffend, bleiben aber



voll erhalten. Es kann gegebenenfalls nach der geschlossenen Lösung für den Tripelpunkt eine iterative Berechnung der exakten Endlage der beweglichen Plattform als Ganzes erfolgen, doch betrifft dies ausschließlich kurze Wege und ist daher auch iterativ ohne großen Aufwand und jedenfalls ohne die oben genannten Probleme möglich. Aus
5 mechanischen Gründen ist es bevorzugt, dass der auf Biegung belastete Stab derjenige sein sollte, der nach Analyse des zugrunde liegenden Problems sich als der am geringsten belastete der Kinematik herausstellt.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, eine sogenannte überdefinierte bzw. überbestimmte Kinematik zu verwenden. Damit erreicht man eine Erhöhung
10 der Steifigkeit der Vorrichtung, kann die bewegliche Plattform, was oft günstig ist, leichter und damit weniger steif bauen, weil sie durch die überbestimmte Fixierung stabilisiert wird und weil dies, zumindest in einem gewissem Ausmaß, notwendig ist, um die Toleranzen der überbestimmten Führung auszugleichen und so Beschädigungen der Lager bzw. der
15 Aktuatoren (Antriebe, Getriebe und ausführende Organe in ihrer Gesamtheit) zu verhindern.

Eine weitere vorteilhafte Variante der Erfindung, die mit der vorstehend genannten nicht in Widerspruch steht, besteht darin, durch Lager für einzelne Stäbe, die keine allseitige
20 Bewegung zulassen (Kardangeln statt sphärischer Lagerung), Stäbe „einzusparen“ und dafür Biegebeanspruchungen in Kauf zu nehmen. Diese zusätzliche mechanische Beanspruchung ist bei vielen Anwendungsgebieten, bei denen keine großen Kräfte auftreten, z.B. bei der Führung eines Laserkopfes zum Schneiden von Material, leicht zu beherrschen und reduziert den Aufwand und Platzbedarf nochmals.

25

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, nach der Festlegung der drei in einem Tripelpunkt zusammenlaufenden Stäbe die anderen drei notwendigen Stäbe gemäß den speziellen Systemanforderungen anzuordnen und auszuwählen. Besonders günstig ist es hier, ein weiteres Zeigerpaar (zwei Stäbe, die in einem Punkt angreifen) und einen
30 Einzelstab vorzusehen. Damit reduziert sich der für die Steuerung der Bewegung notwendige mathematische Aufwand nochmals dramatisch und in mechanischer Hinsicht erlaubt eine solche Anordnung den Einsatz von Gleichlaufelementen, Führungen etc.. In der folgenden Beschreibung und den Ansprüchen wird zur besseren Lesbarkeit immer von

einem „Tripelpunkt“ gesprochen, es sei denn, es wird speziell die nahe des Punktes angreifenden Variante, der sogenannte „Pseudo-Tripelpunkt“ erläutert oder wenn die Unterschiede zwischen Tripelpunkt und Pseudo-Tripelpunkt eine erwähnenswerte Rolle spielen.

5

In einer Anzahl von Fällen können einzelne oder mehrere passive Stäbe und/oder Aktuatoren durch Zugmittel wie Seile, Ketten, Bänder, etc. ersetzt werden, dies ändert nichts an der Erfindung an sich. Es spielt auch in zahlreichen Anwendungsfällen keine Rolle, ob einzelne oder mehrere Aktuatoren als längenveränderliche Stäbe oder als Stäbe konstanter
 10 Länge, aber mit Fußpunktverschiebung (Kopfpunktverschiebung) verwendet werden. Der Fachmann auf dem Gebiet der Parallelkinematik kann in Kenntnis der Erfindung die entsprechende Auswahl leicht vornehmen, in der Beschreibung und den Ansprüchen wird nicht darauf eingegangen.

15 Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt bzw. zeigen:

die Fig. 1-7 rein schematisch verschiedene Grundausbildungen der Erfindung,

die Fig. 8 einen Tripelpunkt,

die Fig. 9 eine vergrößerte Ansicht eines Details des Tripelpunktes der Fig. 8,

20 die Fig. 10 eine Variante eines indirekten Tripelpunktes in einer Ansicht entsprechend der Ansicht der Fig. 8,

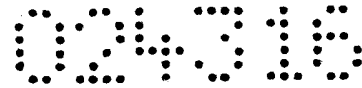
die Fig. 11 ein Detail der Fig. 10,

die Fig. 12 - 17 eine erste Variante und

die Fig. 18 - 21 eine zweite Variante eines Hubroboters.

25

In Fig. 1 ist eine rein schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Parallelkinematik dargestellt, die in ihrer Gesamtheit mit 1 bezeichnet wird. Wie eingangs der Beschreibung erläutert, verbindet eine solche Kinematik eine feste Plattform 2 mit einer beweglichen Plattform 3, wobei, im Gegensatz zur seriellen Kinematik, keine Zwischenplattformen
 30 vorgesehen sind. Die Bezeichnung „feste Plattform“ bedeutet nicht notwendigerweise, dass diese in einem Inertialsystem ruht, es wird durch diese Bezeichnung nur unterschieden, von welcher Plattform ausgehend die Bewegung innerhalb des betrachteten Systems erfolgt.

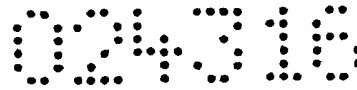


Auf diese Weise erreicht man es, dass die Gesamtkinematik bei der Parallelkinematik aus geschlossenen Ketten besteht, d.h. es gibt verschiedene geschlossene Systeme von Stäben, die auf einem Weg von einer Plattform zur anderen und auf einem anderen Weg wieder zurück von dieser anderen Plattform zur einen gehen. Dies ist, man denke nur an die
5 Werkzeugführung einer Drehbank, bei der seriellen Kinematik völlig ausgeschlossen und mit ein Grund für die höhere Steifigkeit aber auch die komplexere Bewegungsmathematik der Parallelkinematiken. Erfindungsgemäß wird nun diese Komplexität, ohne auf die Vorteile der Parallelkinematik zu verzichten, dadurch drastisch verringert, dass zumindest
10 ein Anlenkpunkt vorgesehen wird, von dem drei Stäbe ausgehen.

In Fig. 1 ist eine Parallelkinematik 1 dargestellt, bei der eine feste Plattform 2 mittels sechs Stäben S1 bis S6 mit einer beweglichen Plattform 3 verbunden ist. Diese Parallelkinematik 1 verfügt über einen sogenannten Tripelpunkt P3, er ist auf der beweglichen Plattform 3
15 vorgesehen. Durch das Ausbilden des dreifachen Punktes P3 wird aus den dort angelenkten Stäben S1, S2 und S5 ein Gebilde geschaffen das als „Zeigerpaar“ bezeichnet wird und über einen zusätzlichen Stab verfügt. De facto werden eigentlich drei Zeigerpaare gebildet, nämlich jeweils die Kombination S1-S2, S1-S5 und S2-S5. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein weiteres Zeigerpaar vorgesehen, das von den Stäben S3 und S4 gebildet
20 wird, die beide im Punkt P2, der, so wie der Punkt P3, auf der beweglichen Plattform 3 angeordnet ist.

Durch passende Anordnung der jeweils „anderen“ Enden der Stäbe S1, S4 bzw. S2, S3 bleiben diese beiden Zeigerpaare bei einer ganzen Reihe von in der Technik üblichen
25 Anwendungen und Bewegungen zueinander in paralleler Lage und können daher auch einer gemeinsamen Bewegungsbeschreibung und somit Regelung unterworfen werden.

Der letzte, einzeln, angeordnete Stab S6, der ohne Beschränkung der Allgemeinheit normal zwischen den beiden Plattformen in der dargestellten Position verläuft, bestimmt nun den
30 letzten Freiheitsgrad und definiert die Lage der beweglichen Plattform 3 gegenüber der festen Plattform 2 endgültig.



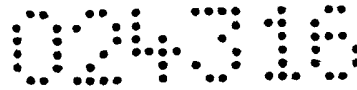
Wenn man das so aufgebaute Gebilde nun von seiner Kinematik her betrachtet, so ergibt sich klar, dass durch die jeweilige Länge der Stäbe S1, S2 und S5 die Lage des Punkte P3 (immer, ohne dass es in der weiteren Beschreibung stets angeführt wird, gegenüber der festen Plattform 2) eindeutig definiert ist, und dass die jeweilige Länge der anderen drei
5 Stäbe S3, S4 und S6 die Winkellage der beweglichen Plattform definiert.

Da die praktische Ausbildung eines Lagers, in dem drei Stäbe sphärisch fixiert sein sollen, aufwendig ist (Fig. 9) und durch die notwendigen Lagerflächen die zulässigen Schwenkwinkel der drei Stäbe stark eingegrenzt sind, ist es für die technische Anwendbarkeit ohne
10 weiteres möglich und zulässig, und wird in der Erfindung als vollwertige Alternative angesehen, einen der drei Stäbe an einem anderen der drei Stäbe angreifen (Alternativpunkt A) zu lassen, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist.

Die mechanische Beanspruchung des Stabes, an dem der andere angreift, kann durch die in
15 der Beschreibungseinleitung angegebenen Maßnahmen in zulässigen Grenzen gehalten werden, die mathematischen Vereinfachungen bleiben so gut wie zur Gänze erhalten und die Problematik der Lagerung wird umgangen. In der Beschreibung und den Zeichnungen wird diese Ausbildung des Tripelpunktes P3 als P'3 bezeichnet, auf die Unterschiede wird nur dort eingegangen, wo sie von Bedeutung sind oder im einzelnen erläutert werden.

20

Die Fig. 3 zeigt eine weitergehende Ausgestaltung in der Richtung, wie sie zwischen der Fig. 1 und Fig. 2 vorgenommen wurde. Es wird bei dieser Variante auch eine Entbündelung der Doppellager P2 auf völlig analoge Weise zur Entbündelung des Tripelpunktes P3 vorgenommen, der ja in der Variante der Fig. 2 zu einem Doppelpunkt P2 und einem
25 Alternativpunkt A wurde. Dabei wurde auch der Doppelpunkt der Stäbe S4 und S5 an der festen Plattform 2 entbündelt, auf die dadurch entstehenden mathematischen Probleme wurde bereits oben hingewiesen. Es besteht diese Konstruktion somit nur mehr aus den üblichen Befestigungspunkten, die an sich kein Bezugszeichen tragen, und den Alternativpunkten A. Analog zur Bezeichnung des Tripelpunktes P3 wird eine Kombination eines
30 solchen normalen Befestigungspunktes und eines Alternativpunktes als P'2 bezeichnet, eine Kombination eines Befestigungspunktes mit zwei Alternativpunkten als P'3.



Von der Vereinfachung gegenüber der Parallelkinematik gemäß dem Stand der Technik her gesehen ist die Variante der Fig. 4 mit der Variante der Fig. 3 völlig gleichwertig, vom mathematischen Standpunkt aber vorteilhafter, da auch der Stab S5 einen festen Fußpunkt auf der festen Plattform 2 aufweist und daher mathematisch leicht zu beschreiben ist.

5 Dabei wird der Befestigungspunkt des Stabs S5 an der festen Plattform 2 nicht wie bei Fig. 3 auf den Stab S4 verlegt, sondern als eigener Befestigungspunkt in die unmittelbare Nachbarschaft des Befestigungspunktes des Stabes S4. Damit bleiben alle mechanischen Vorteile gegenüber dem Stand der Technik gewahrt, auch die mathematische Darstellung der Bewegung bleibt vereinfacht und voll erhalten, die Bezeichnung als P'2 trägt dem

10 Rechnung.

Eine Ausgestaltung, bei der die oben erwähnte Überbestimmung bzw. Redundanz des Systems verwendet wird, ist in Fig. 5 dargestellt. Damit kann im Falle des Versagens eines Teils der Struktur ein Zusammenbruch verhindert werden, was insbesondere in der

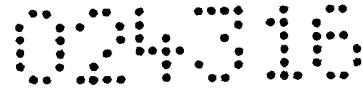
15 Fördertechnik von eminenter Bedeutung ist, weiters erlaubt, ja verlangt diese Überbestimmung sogar, dass die bewegliche Plattform 3 nicht steifer ist, als es die Toleranzen der einzelnen kinematischen Elemente zulassen, ohne dass die gesamte Steifigkeit darunter leidet. Hier wird aus Gründen der Übersichtlichkeit wieder auf die ursprüngliche Darstellung mit Tripelpunkten und zweifachen Punkten zurückgegangen,

20 ohne darauf beschränkt zu sein. Wesentlich ist, dass der Stab S6 ersetzt worden ist durch zwei Stäbe S6', deren Längenänderung so synchronisiert sein muss, dass sie gemeinsam den einen Freiheitsgrad des ursprünglichen S6 nachbilden.

Die Fig. 6 zeigt eine ähnliche Situation wie die Fig. 1, nur dass die bewegliche Plattform 3' deutlich kleiner ausgebildet ist als die feste Plattform 2, wodurch die Lage der einzelnen Stäbe sich naturgemäß ebenfalls ändert. Selbstverständlich müssen die einzelnen Plattformen nicht viereckig und nicht einmal eben sein, wie aus Fig. 7 ersichtlich.

Die Fig. 7 zeigt in allgemeiner Darstellung eine Möglichkeit, durch eine Kombination

30 längenveränderlicher Stäbe, angedeutet als hydraulische Zylinder-Kolben-Einheiten mit Stäben konstanter Länge, unter Heranziehung der erfindungsgemäßen Prinzipien eine erfindungsgemäße Parallelkinematik zu schaffen, bei der die Berechnung der Bewegungsgleichungen gegenüber dem Stand der Technik deutlich reduziert ist. Darüber hinaus ist es



bei dieser Ausbildung der Kinematik möglich, die bewegliche Plattform 3 um 360° und darüber gegenüber der festen Plattform 2 (Summe aller Fußpunkte) zu drehen, was üblicherweise nicht möglich ist.

5 In Fig. 8 und 9 ist ein erfindungsgemäß ausgebildeter Tripelpunkt P3 zur näheren Erläuterung dieses erfindungswesentlichen Bauelementes in einer konstruktiven Ausgestaltung dargestellt. Die drei in ihm zusammenlaufenden Stäbe S1, S2, S5, analog zur Fig. 1 ausgewählt, sind auf die folgende Weise, die aus Fig. 9 deutlicher zu entnehmen ist, miteinander gekoppelt:

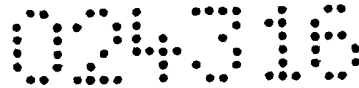
10

Die Stäbe S1 und S2 die, wie oben erläutert, ein sogenanntes Zeigerpaar mit der Zeigerachse A12 bilden, greifen, um diese Zeigerachse schwenkbar, zu beiden Seiten einer Hohlkugel 4 an. Der Stab S5 greift, über einen Bügel 5 an der Kugel 4 um eine zur Achse A12 normal angeordneten und sie schneidende Achse A5 an. Der Schnittpunkt der Achsen A12 und A5 liegt im Mittelpunkt der Hohlkugel 4 und damit auch im Mittelpunkt des sphärischen Teils eines in der Hohlkugel 4 sphärisch drehbar gelagerten Zapfens 6, der mit der beweglichen Plattform 3 (nicht dargestellt) fest verbunden ist.

20 Wie aus dieser Konstruktion ersichtlich ist, wird bei Änderung der Länge der Stäbe S1, S2 und S5 (oder bei Verschiebung von deren Fußpunkten [Fig. 8]) die räumliche Lage des Kugelmittelpunktes stets eindeutig definiert. Dabei ist der Bügel 5 um die Achse des Stabes S5 drehbar und die entsprechenden Bügel der Stäbe S1 und S2 um diese (nur bei ganz speziellen Anordnungsfällen kann dies entfallen), um Verspannungen zu vermeiden.

25 Es ist leicht ersichtlich, dass die Ausbildung des Punktes P3 gemäß der Fig. 8 und 9 aufwendig ist und dabei doch den Nachteil aufweist, nur geringe Verschwenkungen um den Kugelmittelpunkt zuzulassen, ohne dass es zu Problemen mit aneinander schlagenden Bauteilen kommt.

30 Die Fig. 10 und 11, in ihren Ansichten im wesentlichen entsprechend den Fig. 8 und 9, stellen nun eine Lösung dieses Problems dar, die, wie bereits erwähnt, die Vorteile der Ausbildung von Tripelpunkten erhält, deren Nachteile aber vermeidet. Um dies zu erreichen, greift der Stab S5 nicht direkt im Bereich des Tripelpunktes an, sondern in



kleinem Abstand von ihm, an einem der beiden anderen Stäbe, die am Tripelpunkt enden, im dargestellten Beispiel am Stab S1. Wie bereits erwähnt wird es bevorzugt, dass dieser alternative Angriffspunkt A an demjenigen der beiden zur Verfügung stehenden Stäbe liegt, der mechanisch weniger belastet wird. Dadurch kann dessen Mehrbelastung durch die Induzierung eines Biegemomentes am Angriffspunkt A leichter abgefangen und beherrscht werden, als bei einem Angriffspunkt auf einem schon an sich hoch belasteten Stab.

Aus Fig. 11 gut ersichtlich ist der einfache Aufbau des nunmehr in seinem Kern einen Doppelpunkt darstellenden Pseudo-Tripelpunktes, statt der komplexen und teuren sphärischen Geometrie kann eine einfache kardanische Aufhängung für den Zapfen 6, der auf die bewegliche Plattform 3 (nicht dargestellt) überleitet, gewählt werden.

Die bisher beschriebenen Ausführungsformen und Varianten der Erfindung sind nun für alle ihre Anwendungen einsetzbar, aber selbstverständlich ist die Erfindung nicht darauf beschränkt. Es kann die Ausbildung eines Angriffspunktes A anders ausgestaltet sein als in den Fig. 10 und 11 dargestellt, es muss bei einem Doppelpunkt, unabhängig davon ob es sich um einen Pseudo-Tripelpunkt oder um einen echten Doppelpunkt handelt, keine kardanische Aufhängung verwendet werden, sondern es kann auch hier eine sphärische Ausbildung vorgesehen sein, bei der dann nur die Anlenkung an die beiden angreifenden Stäbe einfacher als in Fig. 9 dargestellt ausfällt, etc..

Die Erfindung wird im folgenden anhand einiger Anwendungsbeispiele näher erläutert.

Die Fig. 12-16 zeigen einen fahrbaren Hubroboter, wie er beispielsweise beim Lackieren oder Verzinken oder bei sonstigen Oberflächenbehandlungen großformatiger und entsprechend massereicher Gegenstände, insbesondere von Fahrzeugkarosserien, verwendet wird. Derartige Vorrichtungen sind beispielsweise aus der DE 101 00 377 A, der DE 101 03 837 A und der DE 102 57 108 A bekannt. Die dort geoffenbarten Vorrichtungen bedienen sich serieller Kinematik bzw. einer Scharniermechanik und weisen die eingangs genannten Nachteile auf.

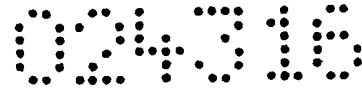
Zu den Hubrobotern, die hier in der Folge besprochen und näher erläutert werden sollen, ist noch folgendes auszuführen:

Beim Eintauchen und beim Abtropfen komplexer Gebilde bestehen immer wieder
 5 Probleme, die dadurch bedingt sind, dass Luftblasen beim Eintauchvorgang mitgeschleppt
 werden, die bei der Bewegung mittels einer herkömmlicher Kinematik mehr oder weniger
 statisch an der Oberfläche des Gegenstandes anliegen und so zu Fehlern in der
 Beschichtung führen. Es ist im Stand der Technik bekannt, den zu behandelnden
 Gegenstand während des Beschichtungsprozesses um eine Achse zu verschwenken, was
 10 aber nur in einem sehr kleinen Winkelbereich möglich ist, da es ansonsten zum Auftauchen
 bzw. Austauchen des Gegenstandes kommt. Man kann so zwar eine lückenlose
 Beschichtung erreichen, doch kann man nicht verhindern, dass diese Beschichtung im
 Bereich der Luftblasen stark ungleich ist von den anderen Gebieten. Genau genommen
 handelt es sich bei dem entstehenden Unterschied um eine Funktion der Einwirkzeit, der
 15 verwendeten Stromstärke, der Kippwinkel, der Größe der Luftblasen und, besonders
 komplex, der Form der Oberfläche in dem Bereich, in dem Luftblasen mitgeschleppt
 werden.

Gleichermaßen ist es für das möglichst vollständige Abtropfen der Gegenstände zwischen
 20 zwei aufeinander folgenden Tauchbecken wichtig, dass nirgendwo Lacken in Vertiefungen
 oder Sacklöcher mit Flüssigkeit gefüllt verbleiben. Dies ist nicht nur wegen der Qualität
 der Beschichtungen wichtig, sondern auch deshalb, weil durch das Mitschleppen der
 Chemikalien von einem Tauchbecken zum anderen unangenehme und oft für die Qualität
 der gesamten Beschichtung nachteilige Mischungen entstehen, die darüber hinaus die
 25 Entsorgung der Bäder erschweren und so die Umwelt beeinträchtigen.

Diese Probleme kann man durch das Vorsehen einer zweiten Drehachse eliminieren oder
 zumindest stark verringern, doch war es mit der seriellen Kinematik gemäß dem Stand der
 Technik nicht auf vertretbare Weise möglich, eine zweite Kippachse vorzusehen.
 30

Die Fig. 12-16 zeigen nun eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen parallelen
 Kinematik, die diese Ziele erreicht und somit die genannten Nachteile vermeidet:



- 13 -

Die Fig. 12 zeigt eine auf Rollen verfahrbare feste Plattform 2 (auf die Möglichkeit, dass auch die feste Plattform an sich verfahrbar ist, wurde weiter oben bereits ausführlich eingegangen) und eine mittels der erfindungsgemäßen Kinematik mit dieser festen Plattform 2 verbundene bewegliche Plattform 3, die als Objektträger dient und im gezeigten Ausführungsbeispiel mit einer Karosserie 14, die rein schematisch angedeutet ist, verbunden ist.

Die Verbindung zwischen der festen Plattform 2 und der beweglichen Plattform 3 erfolgt über zwei Gelenkvierecke 15, 16 und eine sogenannte Querstange 17. Den Gelenkvierecken 15, 16, die jeweils aus Aktuatoren gebildet sind, ist eine diagonal verlaufende passive Stange S15, S16 zugeordnet, durch die das Gelenkviereck in zwei Dreiecke, sogenannte Zeigerpaare, zerlegt wird, mit der Maßgabe, dass jeder passive Stab S15, S16 zwei Zeigerpaaren zugehörig ist.

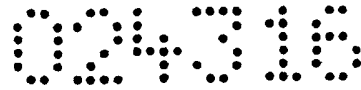
Die Gelenkvierecke müssen nicht im mathematischen Sinn in einer Ebene liegen, es können die Fußpunkte bzw. Kopfpunkte der beteiligten Stäbe auch knapp versetzt zueinander liegen, doch ist es wesentlich, dass im technischen Sinn und im Vergleich zur Größe der Zeigerpaare die „Dicke“ eines solchen Gelenkviereckes klein ist gegenüber der Länge seiner Stäbe.

20

Die bewegliche Plattform 3 hat im dargestellten Beispiel die Besonderheit, dass die Gelenkvierecke 15, 16 an Stellen mit unterschiedlicher Winkellage an der beweglichen Plattform 3 angreifen, ähnlich wie dies in allgemeiner Lage in Fig. 7 angedeutet ist. Dies bedeutet, dass der in Fig. 12 sichtbare Hebel 13 der beweglichen Plattform 3 mit seinem hinter der Karosserie befindlichen und daher nicht sichtbaren Pendant nicht parallel verläuft sondern einen Winkel, bevorzugt von größer als 45° (in der Projektion) einschließt. Dadurch wird es möglich, die bewegliche Plattform 3 und damit die darauf befestigte Karosserie 14 „durchzudrehen“, sofern nur die Enden der Karosserie 14 nicht am Querbalken der festen Plattform 2 anstoßen.

30

Die Fig. 13 zeigt die Situation mit angehobener und um ca. 90° um die Querachse gedrehter beweglicher Plattform 3, die Fig. 14 zeigt das weitere Anheben der Plattform 3 mit unveränderter Winkellage, die Fig. 15 das Zurückdrehen der beweglichen Plattform 3



- 14 -

und die Fig. 16, in einer Seitenansicht bezüglich der festen Plattform 2 die Möglichkeit des Schrägstellens der beweglichen Plattform 3 und der darauf montierten Karosserie 14. In dieser Darstellung ist trotz der verschiedenen Überschneidungen deutlich zu erkennen, dass die Gelenkvierecke 15, 16 nicht kongruent zueinander sind, sondern leicht unterschiedliche Winkel aufweisen, dadurch wird, weil ja die quer verlaufenden Elemente der beweglichen Plattform 3 nun schräg stehen, auch die Lage der Gelenkvierecke aus ihrer parallelen Lage zueinander leicht geändert, in der Beschreibung wird aber, wo es auf diese Änderungen nicht gerade ankommt, diese geringfügige Abweichung nicht gesondert beschrieben und erwähnt, um die Lesbarkeit nicht zu beeinträchtigen.

10

Die Fig. 17, die eine Ansicht der Position gemäß Fig. 16 etwa in Richtung des Pfeiles XVII zeigt, demonstriert deutlich die unterschiedliche Winkellage der Abschnitte 13, 18 der beweglichen Plattform 3 zueinander. Durch diese unterschiedliche Winkellage (im Raum gesehen „windschief“) werden Totpunkte und Singularitäten vermieden und es ist möglich, die Plattform 3 um die plattformseitigen Enden der Winkel 13, 18 in beliebiger Richtung und beliebig oft durchzudrehen, solange nur der mit der Plattform 3 verbundene Gegenstand nicht an der Plattform 2 (oder den einzelnen Stäben) anschlägt. In dieser Darstellung ist auch gut ersichtlich, dass die Gelenkvierecke nicht im mathematischen Sinn in einer Ebene liegen, sondern dass die Fußpunkte der Stäbe auf der festen Plattform 2 zueinander versetzt angeordnet sind, und darüber hinaus durch die Schrägstellung der beweglichen Plattform 3 bezüglich der festen Plattform 3 überhaupt leicht windschief zueinander verlaufen. In der Beschreibung und den Ansprüchen ist dies aus Gründen der leichteren Lesbarkeit nicht explizit angeführt, muß jedoch so verstanden werden.

15

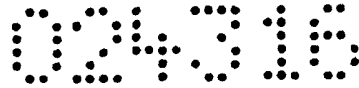
20

25

Die Fig. 18 – 21 zeigen eine weiter flexible Variante, bei der auch die im vorigen Beispiel durch passive Stäbe gebildeten, innerhalb der Gelenkvierecke diagonal verlaufende Stäbe als Aktuatoren ausgebildet sind und so weitere Freiheitsgrade, insgesamt alle sechs und, mit dem Verfahren der festen Plattform 2 entlang ihrer Laufbahn, sogar sieben Freiheitsgrade zugänglich werden.

30

Der große Vorteil dieser Ausbildungsform, die auf den ersten Blick nicht viel zu bringen scheint, liegt darin, dass die Tauch-, Kipp- und Drehmanöver der beweglichen Plattform 3 und damit der Karosserie 14 auf wesentlich kürzerem Weg durchgeführt werden können

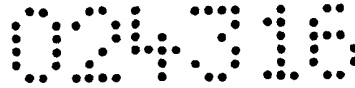


als bei der oben dargestellten Ausführungsform und dass dadurch die Gefahr der Kollision von Karosserien, die auf benachbarten festen Plattform 2 montiert sind, viel leichter ausgeschlossen werden können. Besonders wichtig ist aber, dass auf diese Weise in der Länge der Behandlungsstraße erheblich Platz gespart werden kann, was bei den Beiz-,
5 Grundier- und Lackiervorgängen sowie beim anschließenden Trocknen wegen der notwendigen Einhausungen und Abdichtungen gegenüber der Umgebung einen großen Vorteil mit sich bringt.

Natürlich ist die Erfindung nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. So
10 kann bei entsprechenden Randbedingungen die dargestellte Kinematik auch ortsfest verwendet werden, es ist dann die feste Plattform 2 tatsächlich eine feste oder drehbare Plattform. Eine derartige Ausbildung der Erfindung kann beispielsweise zum Umsetzen von Werkstücken am Ende einer Fertigungsstraße verwendet werden, es muß dazu nur die bewegliche Plattform 3 passende Greiforgane bzw. Halteorgane besitzen.

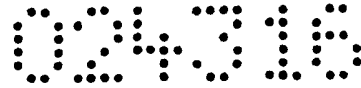
15

Die Schenkel 13, 18 der beweglichen Plattform 3 müssen nicht den dargestellten Winkel miteinander einschließen, die Fußpunkte der Stäbe auf der festen Plattform 2 müssen nicht die dargestellte fluchtende bzw. symmetrische Anordnung aufweisen, wesentlich ist, dass ein Tripelpunkt, sei er nun ein echter oder ein Pseudo-Tripelpunkt, ausgebildet ist, was
20 bevorzugt auf der beweglichen Plattform 3 erfolgt, da dann die Gewinne bei der Rechenarbeit für die Bewegung der beweglichen Plattform gegenüber der festen Plattform im Vergleich zum Stand der Technik am Größten sind.



Patentansprüche:

1. Kinematische Verbindung einer festen Plattform (2) mit einer beweglichen Plattform (3) mit bis zu sechs Freiheitsgraden in geschlossenen kinematischen Ketten, sogenannte Parallelkinematik, wobei die Verbindungselemente Stäbe veränderlicher Länge, sogenannte Aktuatoren, gegebenenfalls teilweise Stäbe konstanter Länge, sogenannte passive Stäbe, und gegebenenfalls Zugmittel sind, dadurch gekennzeichnet, dass zwei solcher Verbindungselemente an einem gemeinsamen Punkt der beweglichen Plattform (3) angreifen, und dass ein drittes Verbindungselement nahe des so gebildeten Doppelpunktes an einem dieser beiden Verbindungselemente angreift und einen sogenannten Pseudo-Tripelpunkt (P3') bildet.
2. Kinematische Verbindung einer festen Plattform (2) mit einer beweglichen Plattform (3) mit bis zu sechs Freiheitsgraden in geschlossenen kinematischen Ketten, sogenannte Parallelkinematik, wobei die Verbindungselemente Stäbe veränderlicher Länge, sogenannte Aktuatoren, gegebenenfalls teilweise Stäbe konstanter Länge, sogenannte passive Stäbe, und gegebenenfalls Zugmittel sind, dadurch gekennzeichnet, dass zwei solcher Verbindungselemente an einem gemeinsamen Punkt einer der Plattformen (2, 3) angreifen, und dass ein drittes Verbindungselement nahe des so gebildeten Doppelpunktes an der Plattform angreift und einen sogenannten Pseudo-Tripelpunkt (P3') bildet.
3. Kinematische Verbindung einer festen Plattform (2) mit einer beweglichen Plattform (3) mit bis zu sechs Freiheitsgraden in geschlossenen kinematischen Ketten, sogenannte Parallelkinematik, wobei die Verbindungselemente Stäbe veränderlicher Länge, sogenannte Aktuatoren, gegebenenfalls teilweise Stäbe konstanter Länge, sogenannte passive Stäbe, und gegebenenfalls Zugmittel sind, dadurch gekennzeichnet, dass an einem solchen Verbindungselement nahe seines Angriffspunktes an einer der Plattformen (2, 3) zwei weitere Verbindungselemente angreifen und einen sogenannten Pseudo-Tripelpunkt (P3') bildet.
4. Kinematische Verbindung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die drei Verbindungselemente exakt an einem Punkt angreifen und einen Tripelpunkt (P3) bilden.
5. Kinematische Verbindung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie einen gegebenenfalls verfahrbaren Hubroboter bildet, dessen



- Fahrwerk die feste Plattform (2) und dessen Objektträger die bewegliche Plattform (3) darstellt.
6. Hubroboter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass seine Kinematik zumindest ein im wesentlichen in einer Ebene liegendes Gelenkviereck (15, 16), dessen einer
5 Schenkel (13, 18) an der beweglichen Plattform ausgebildet ist, mit einem im wesentlichen diagonal verlaufenden Stab aufweist und dass ein Querstab (17) an der beweglichen Plattform (3) an einem bzw. nahe eines der Doppelpunkte des Gelenkviereckes angreift und einen Tripelpunkt bzw. Pseudo-Tripelpunkt bildet.
 7. Hubroboter nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass er zwei Gelenkvierecke
10 (15, 16), die in zueinander parallelen Ebenen liegen, aufweist.
 8. Hubroboter nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der diagonal verlaufende Stab ein passiver Stab ist. (Fig. 14)
 9. Hubroboter nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Stäbe
15 aller Gelenkvierecke (15, 16) als auch jeder diagonal verlaufende Stab als Aktuator ausgebildet sind.
 10. Hubroboter nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Querstab (17) als Aktuator ausgebildet ist. (Fig. 18)
 11. Hubroboter nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die an
20 der beweglichen Plattform (3) ausgebildeten Schenkel (13, 18) der Gelenkvierecke (15, 16) windschief zueinander angeordnet sind, das heißt in Draufsicht auf die Ebenen der Gelenkvierecke einen von Null und 180° verschiedenen Winkel zueinander aufweisen.

024316

Fig. 1

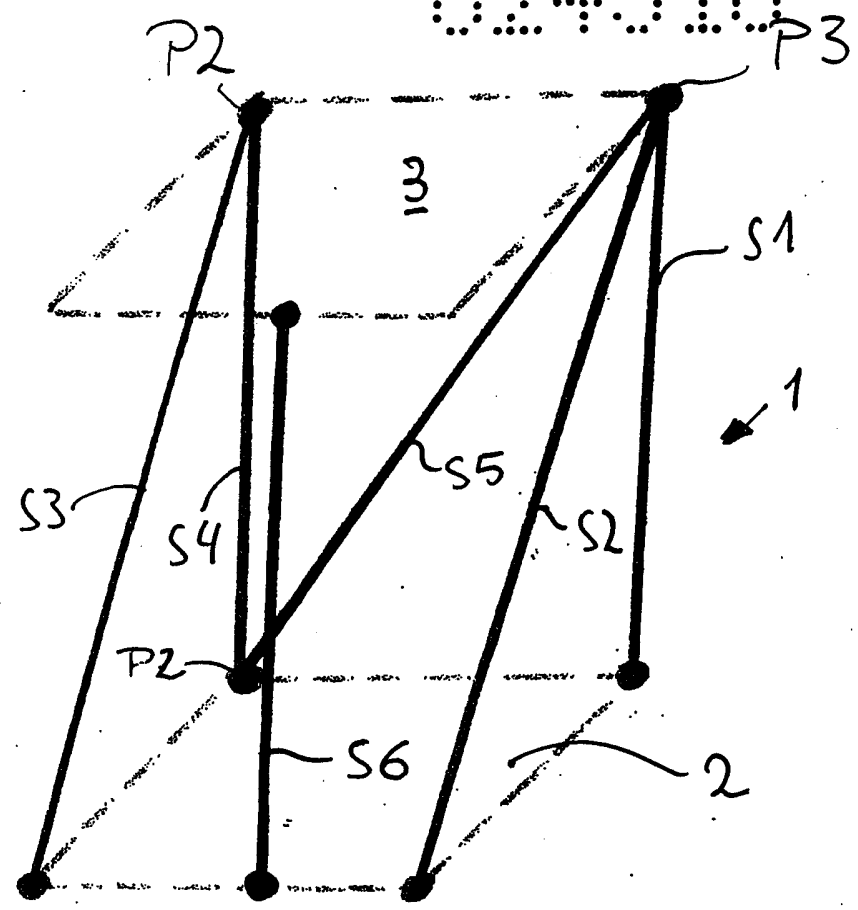
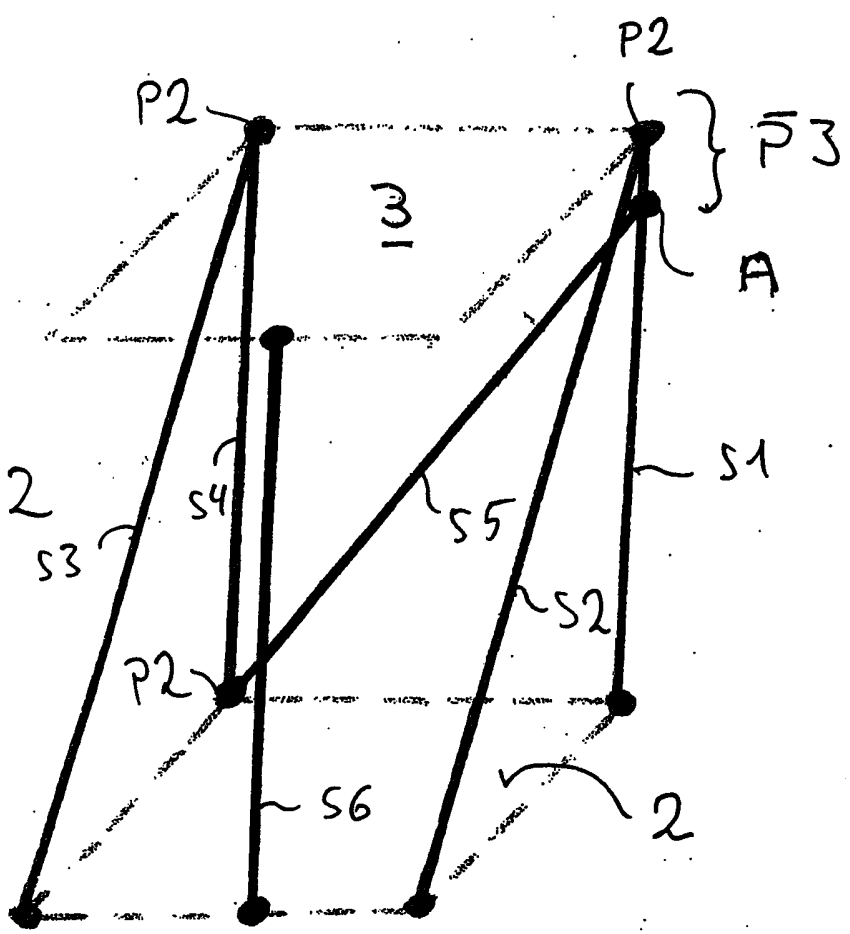


Fig. 2



024316

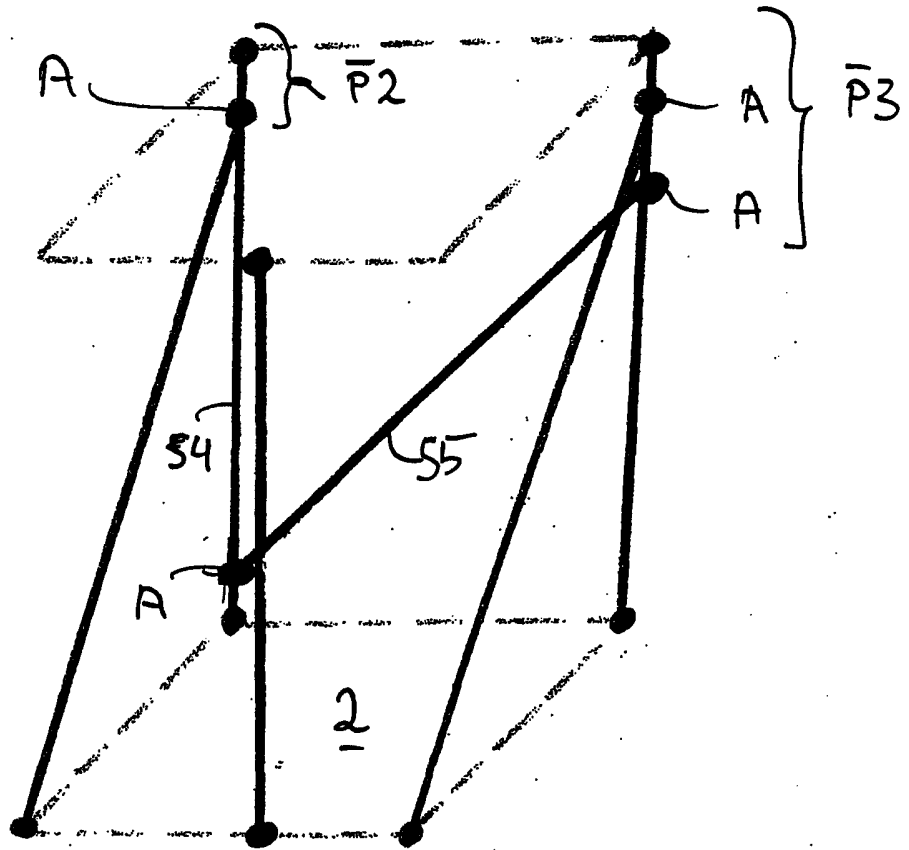


Fig. 3

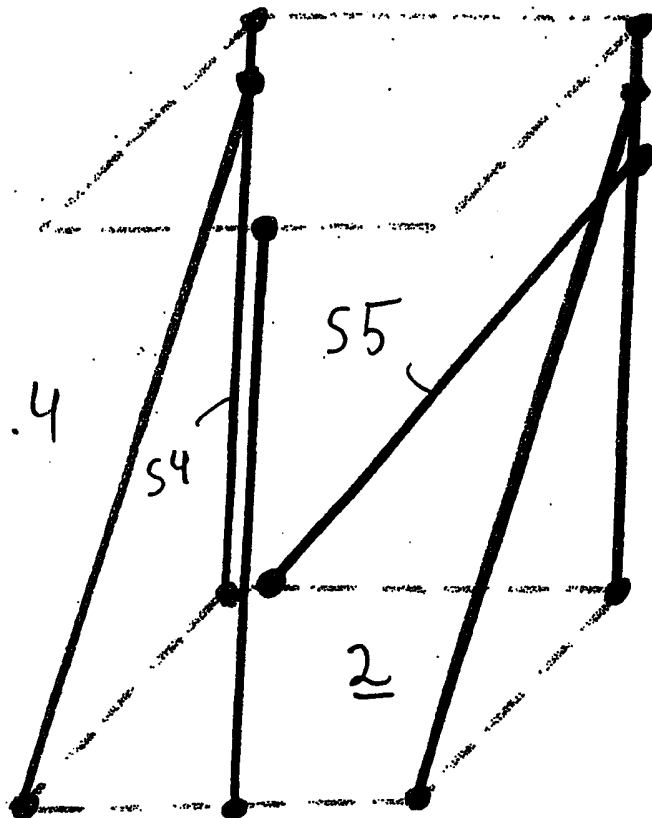


Fig. 4

Fig. 5

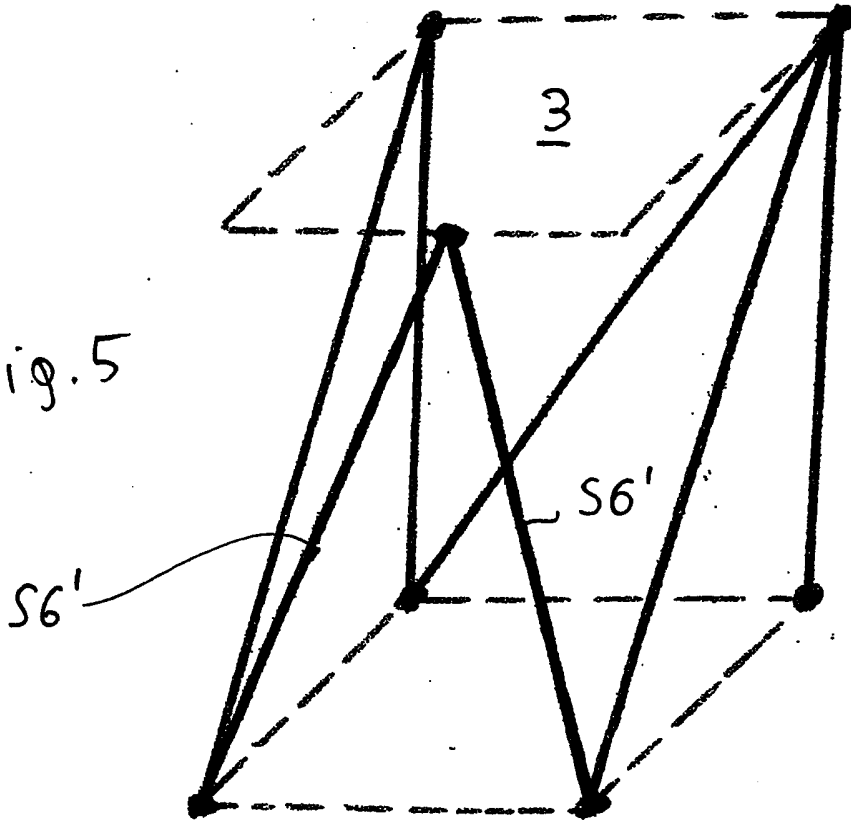
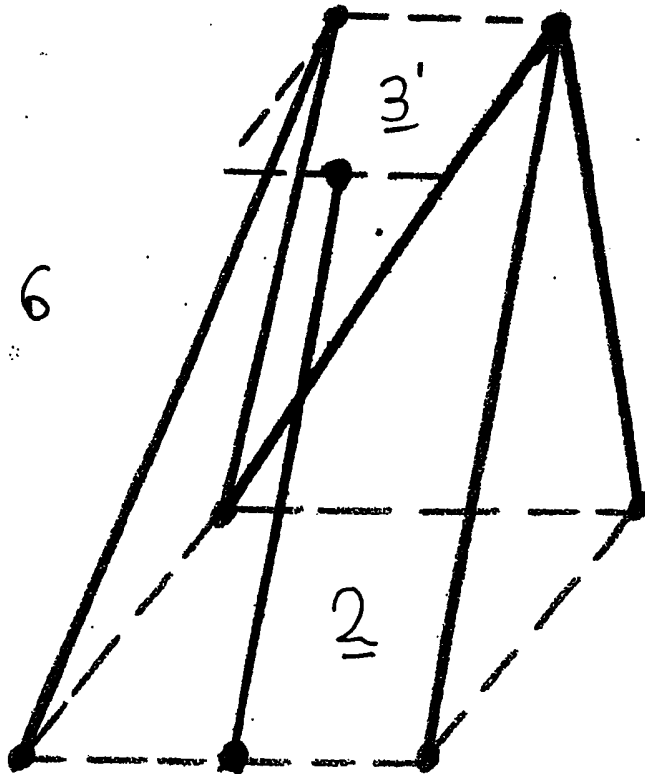


Fig. 6



024318

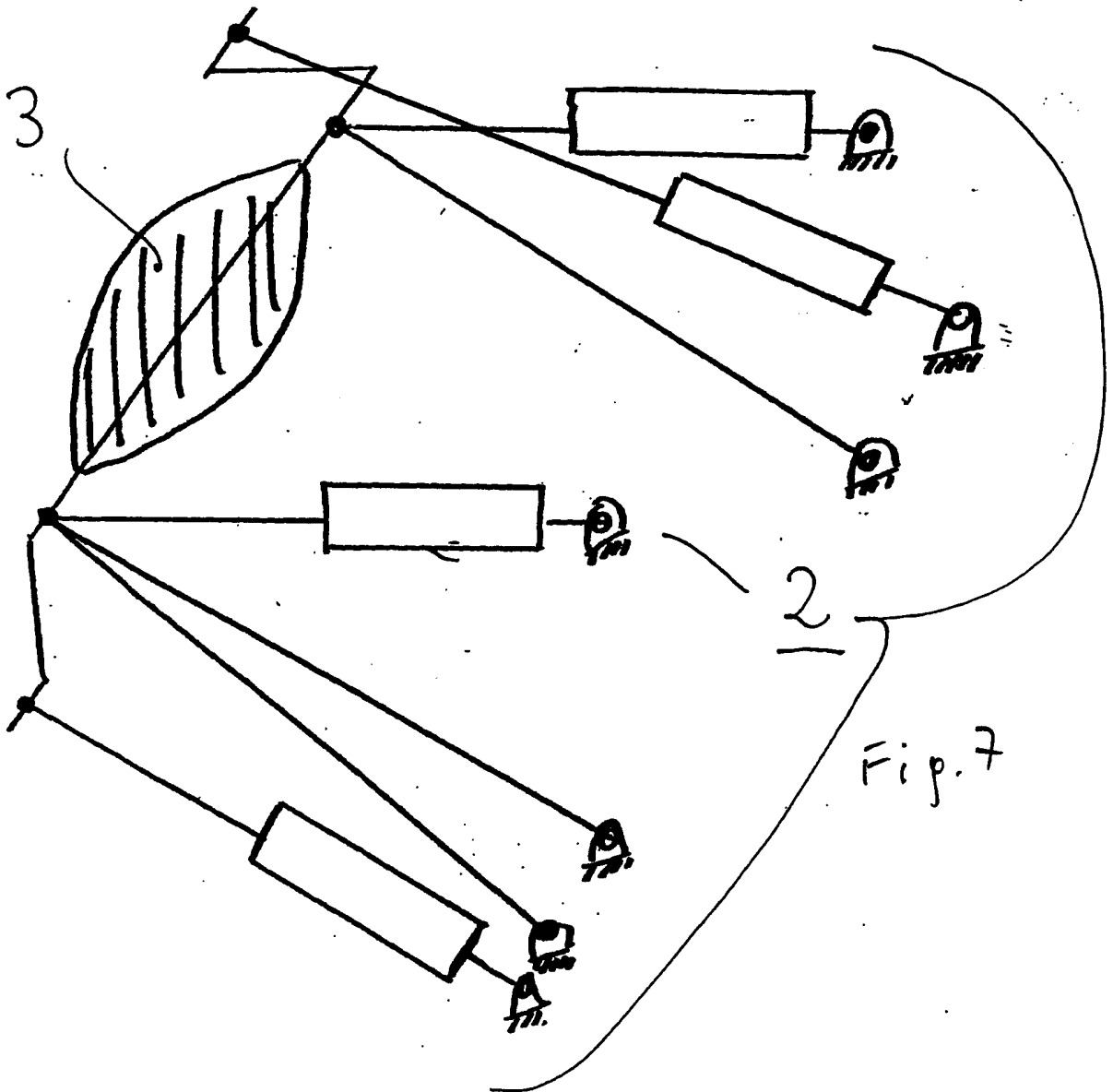


Fig. 7

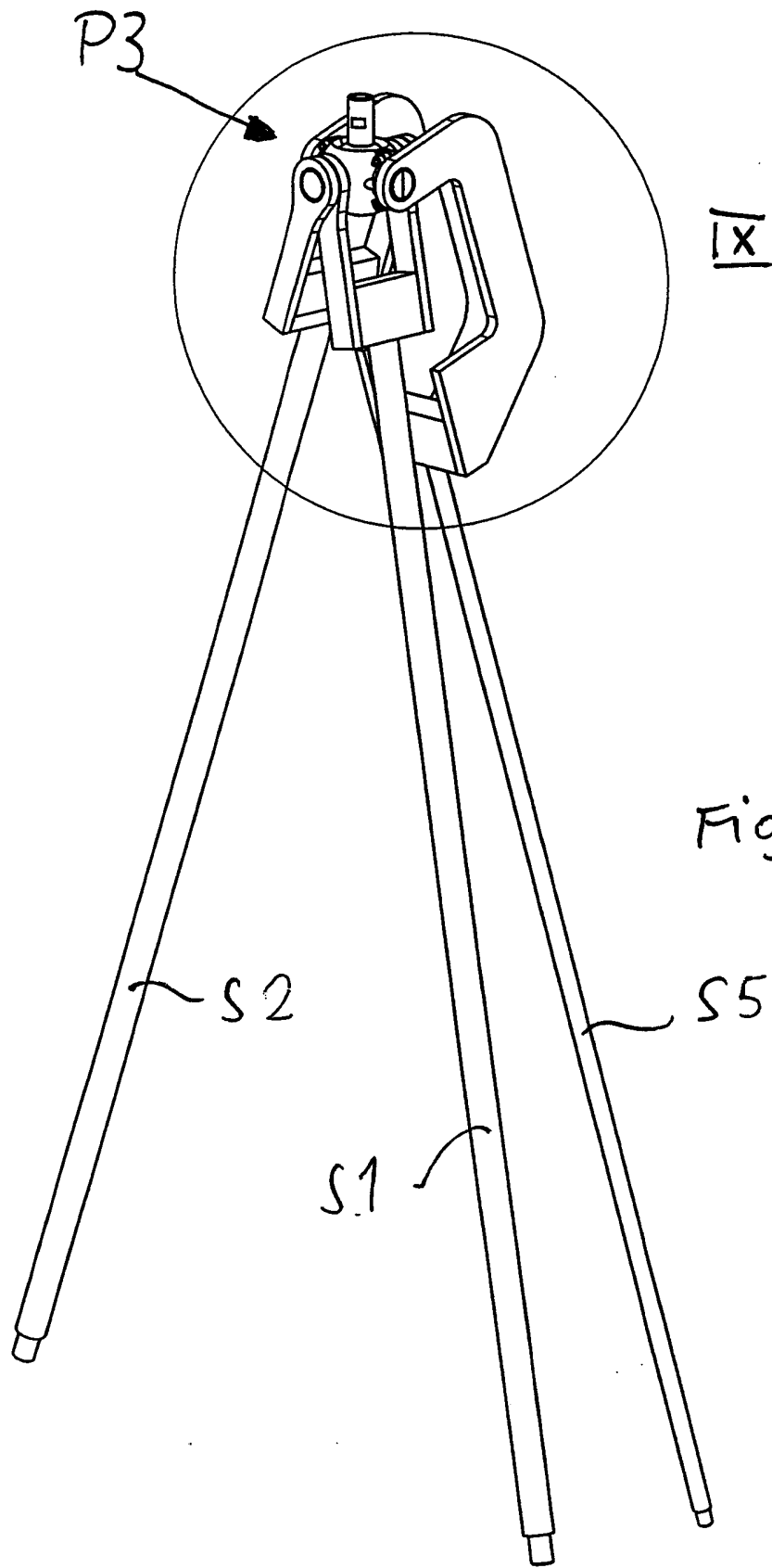


Fig. 8

024318

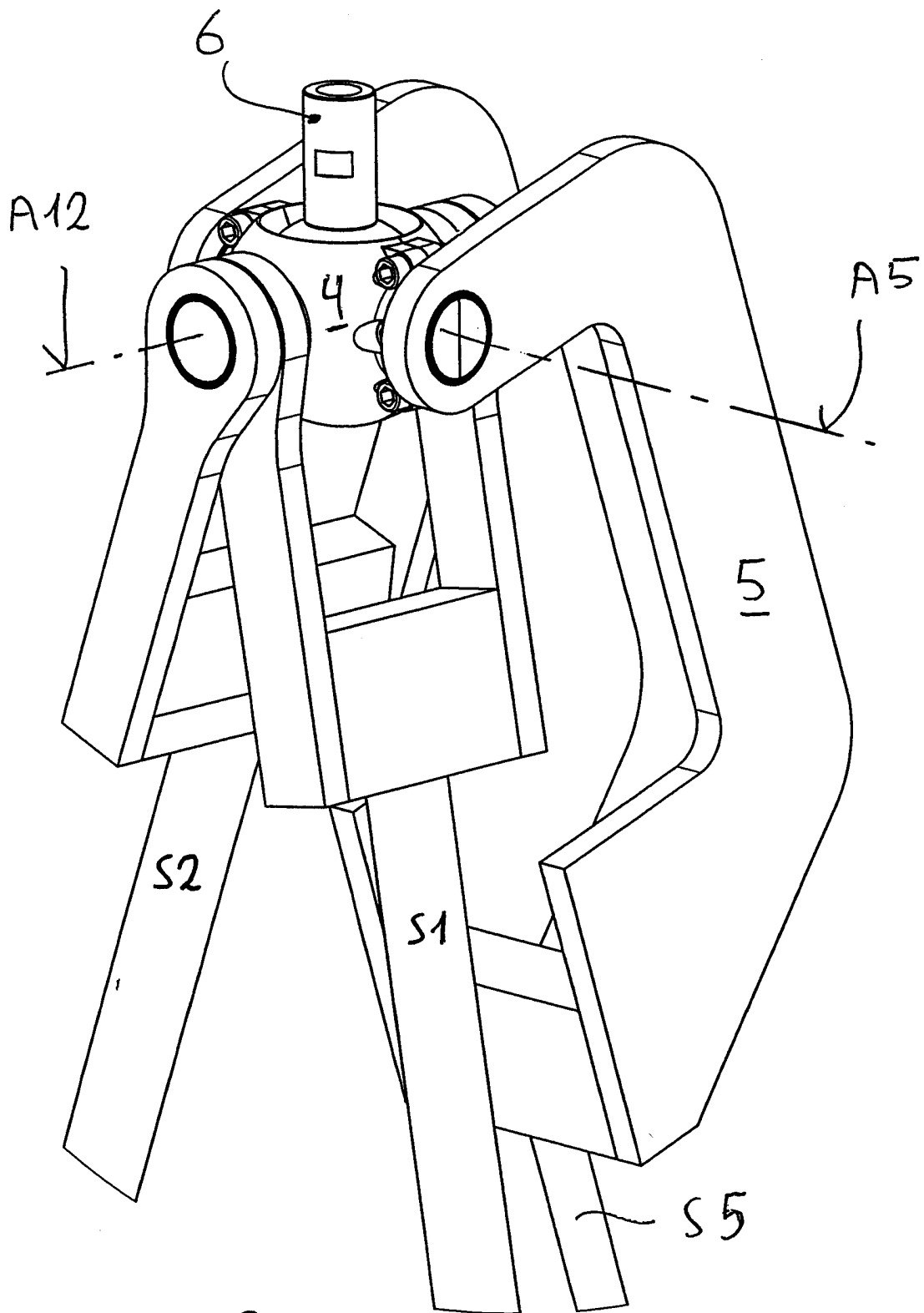


Fig. 9

024318

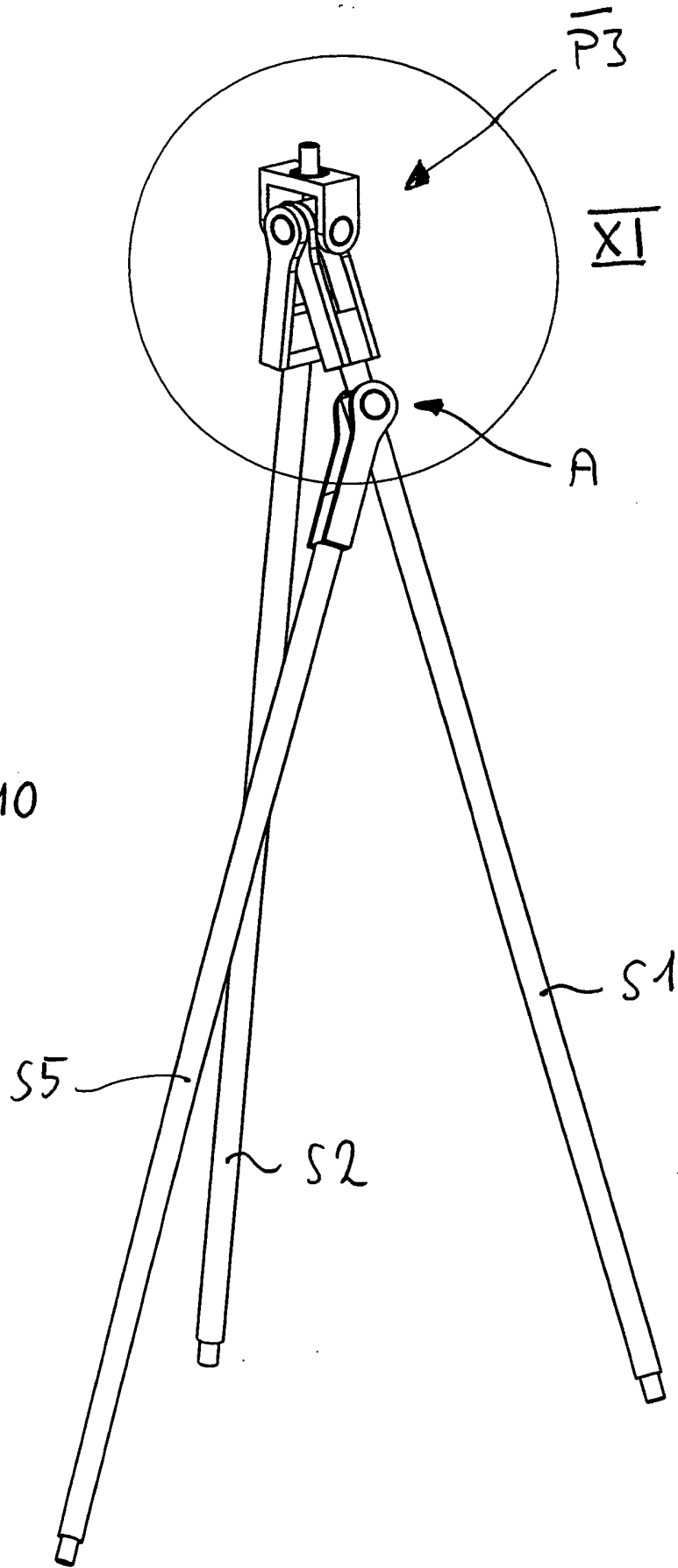


Fig. 10

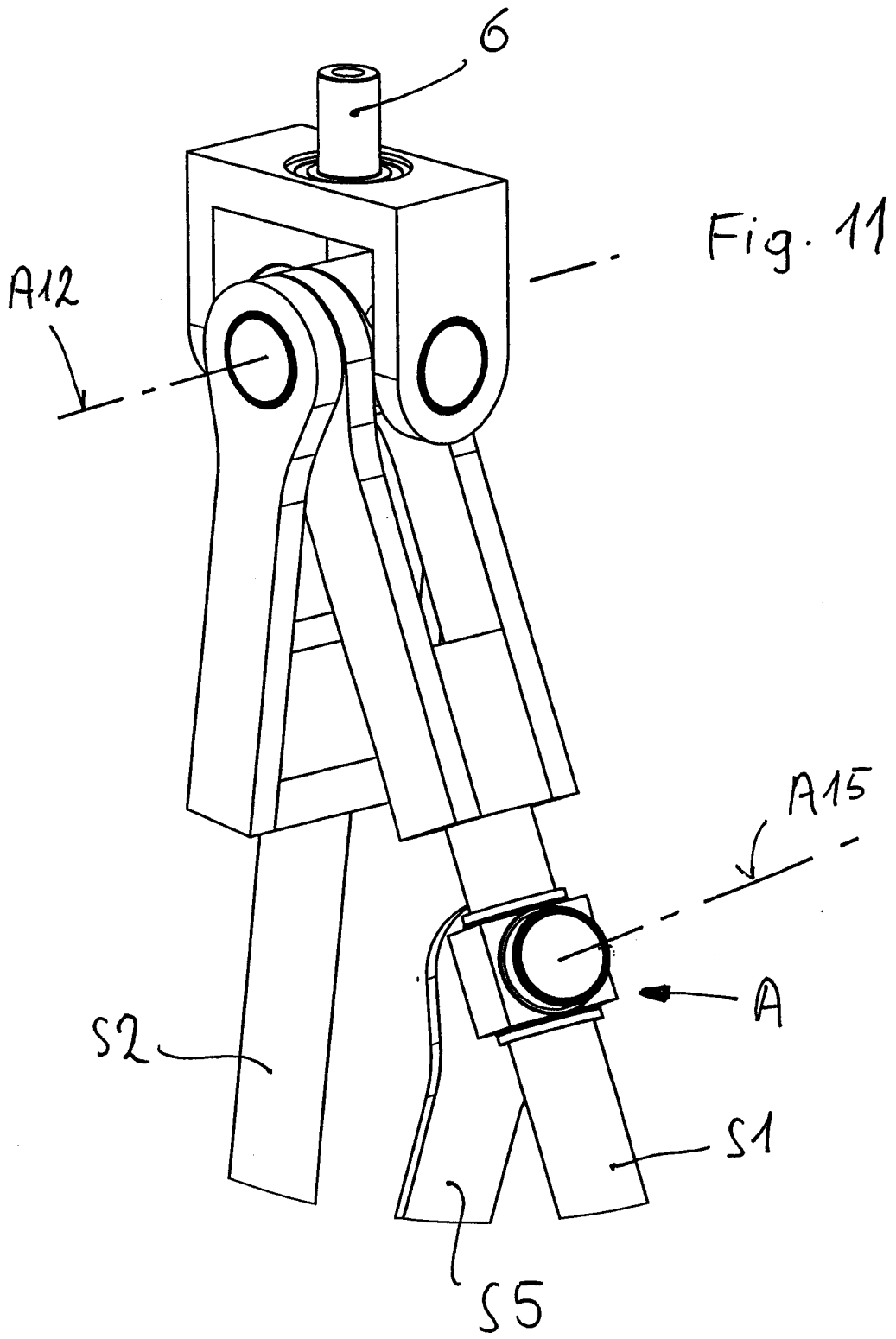


Fig. 13

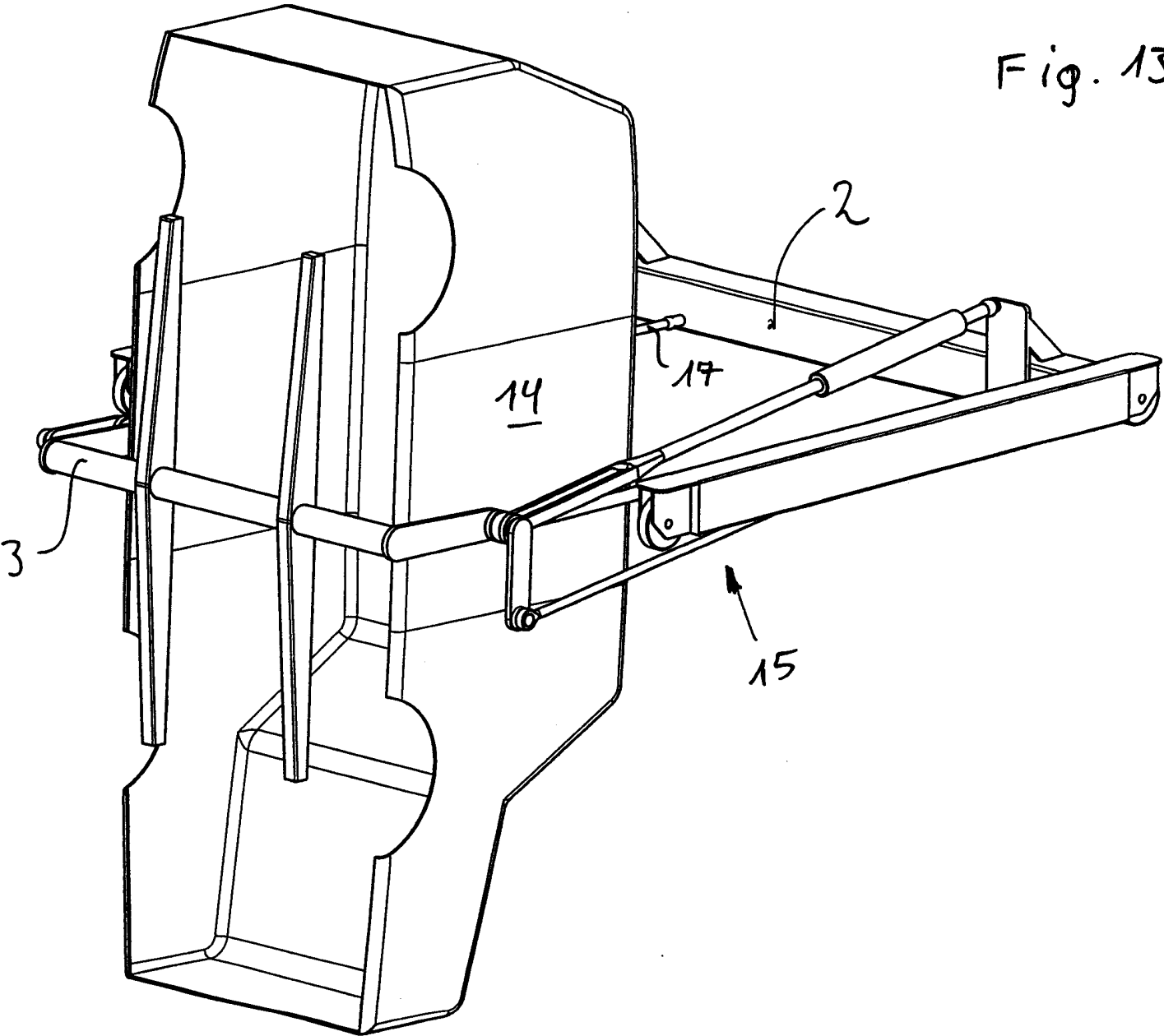


Fig. 14

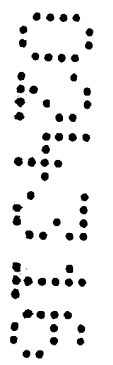
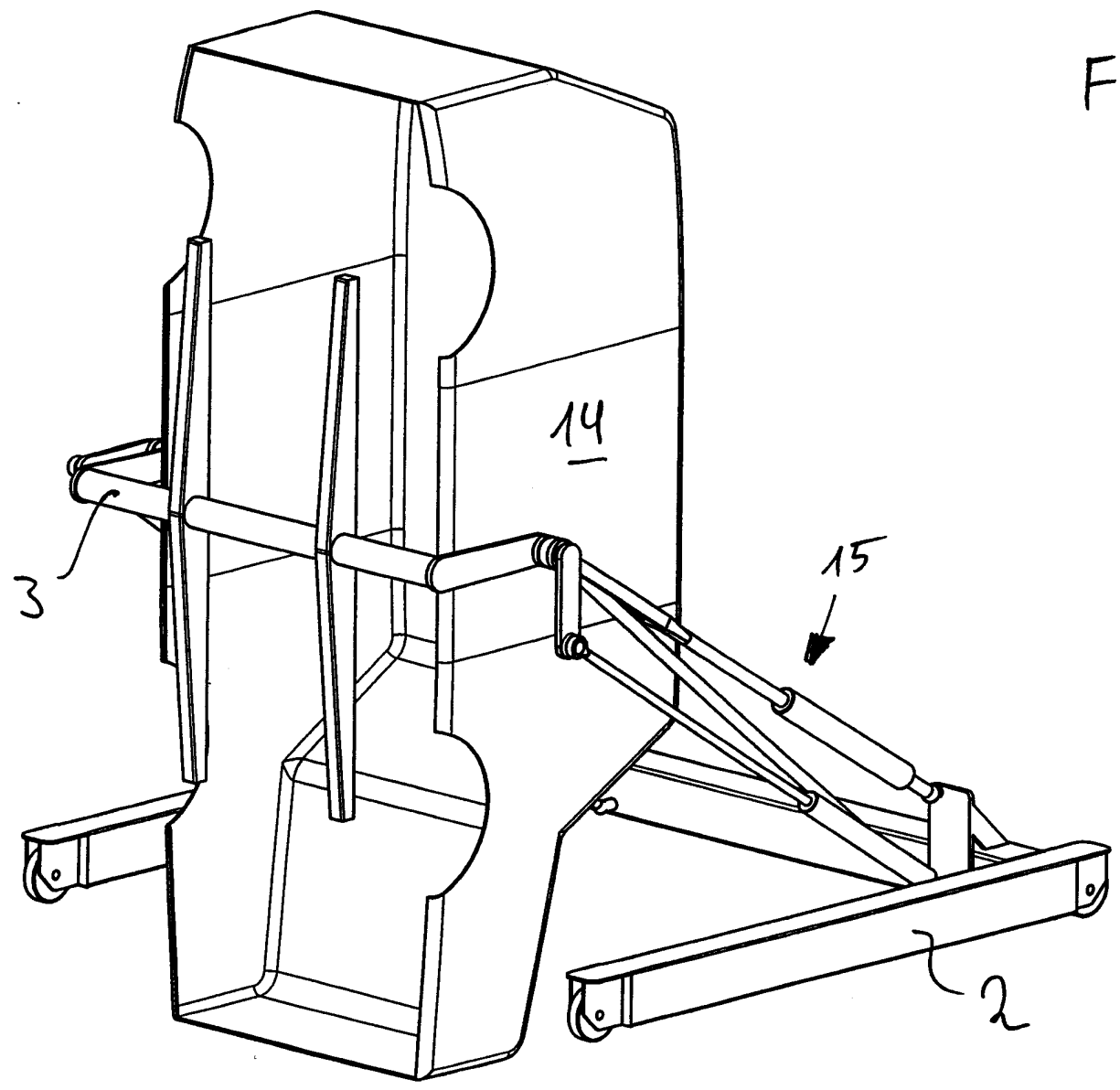


Fig. 15

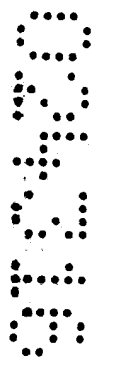
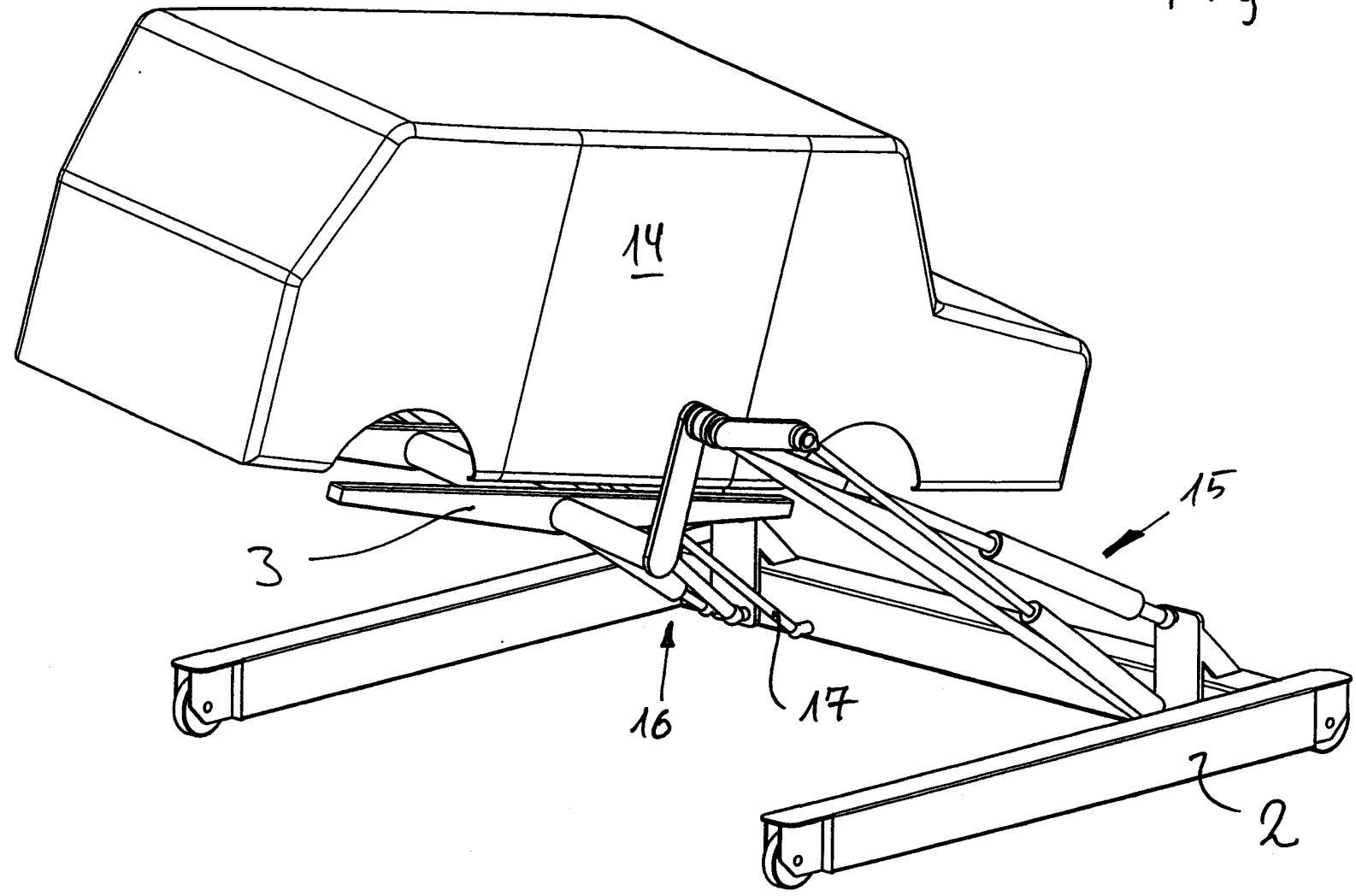
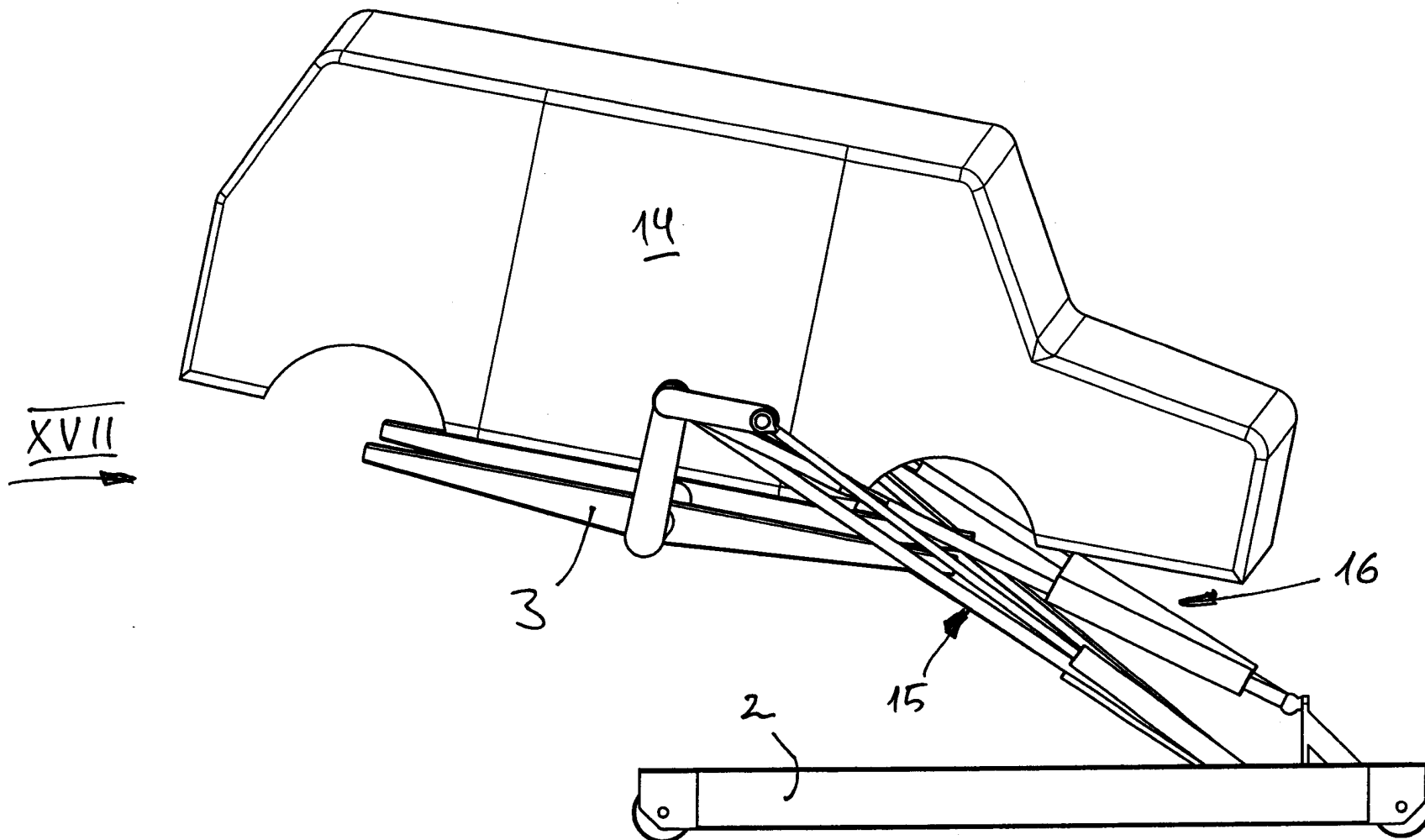
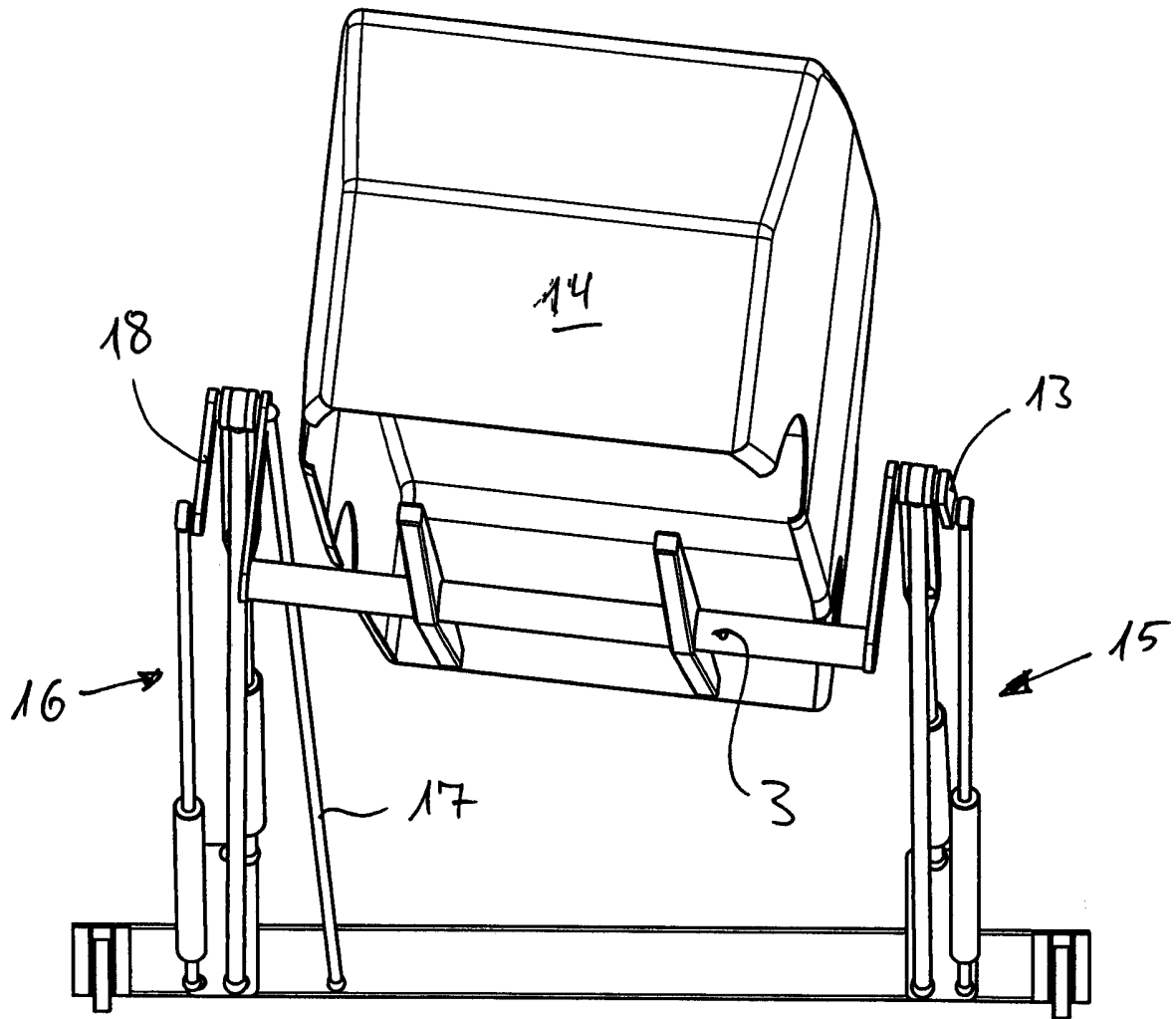


Fig. 16



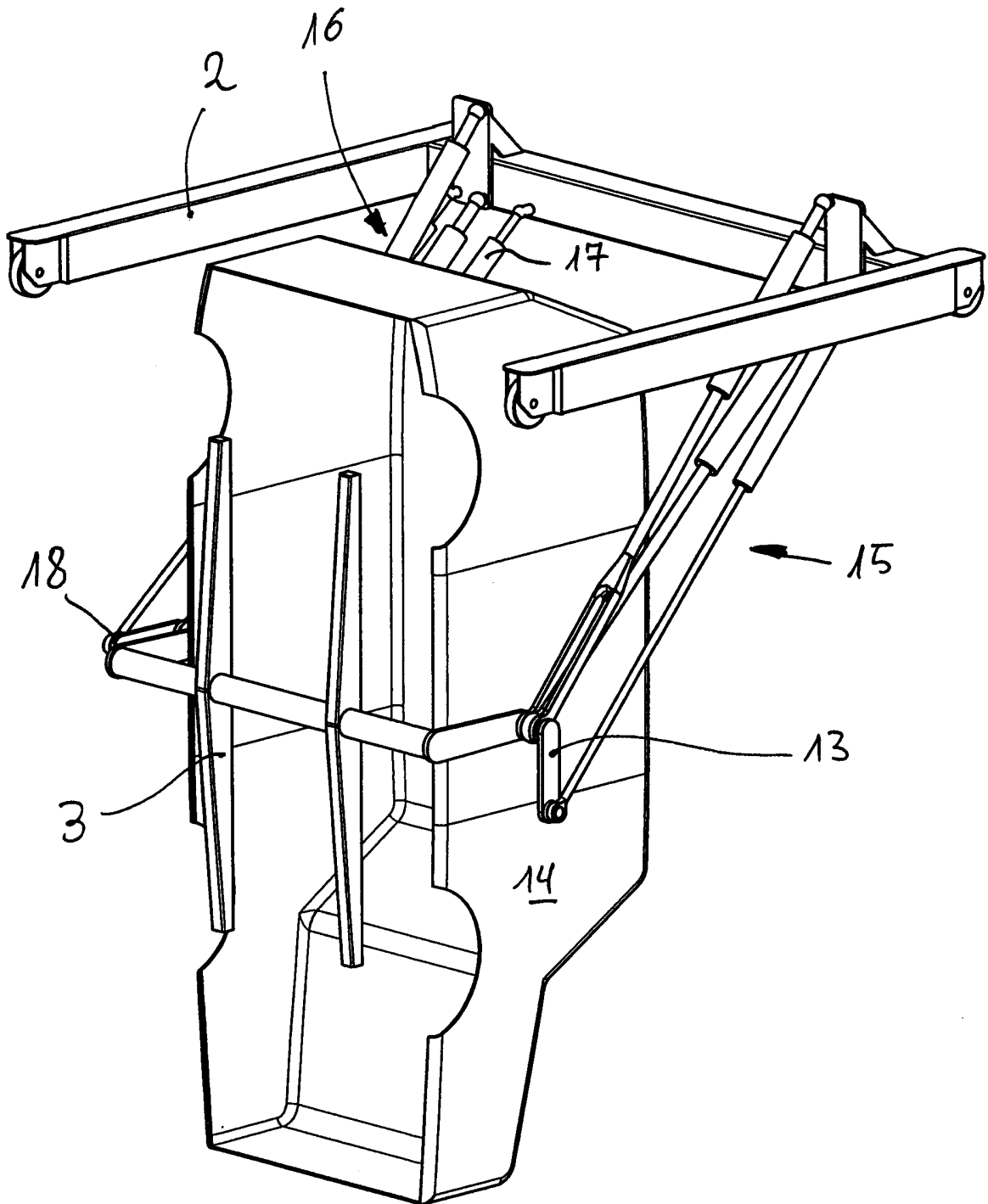
2025

Fig. 17



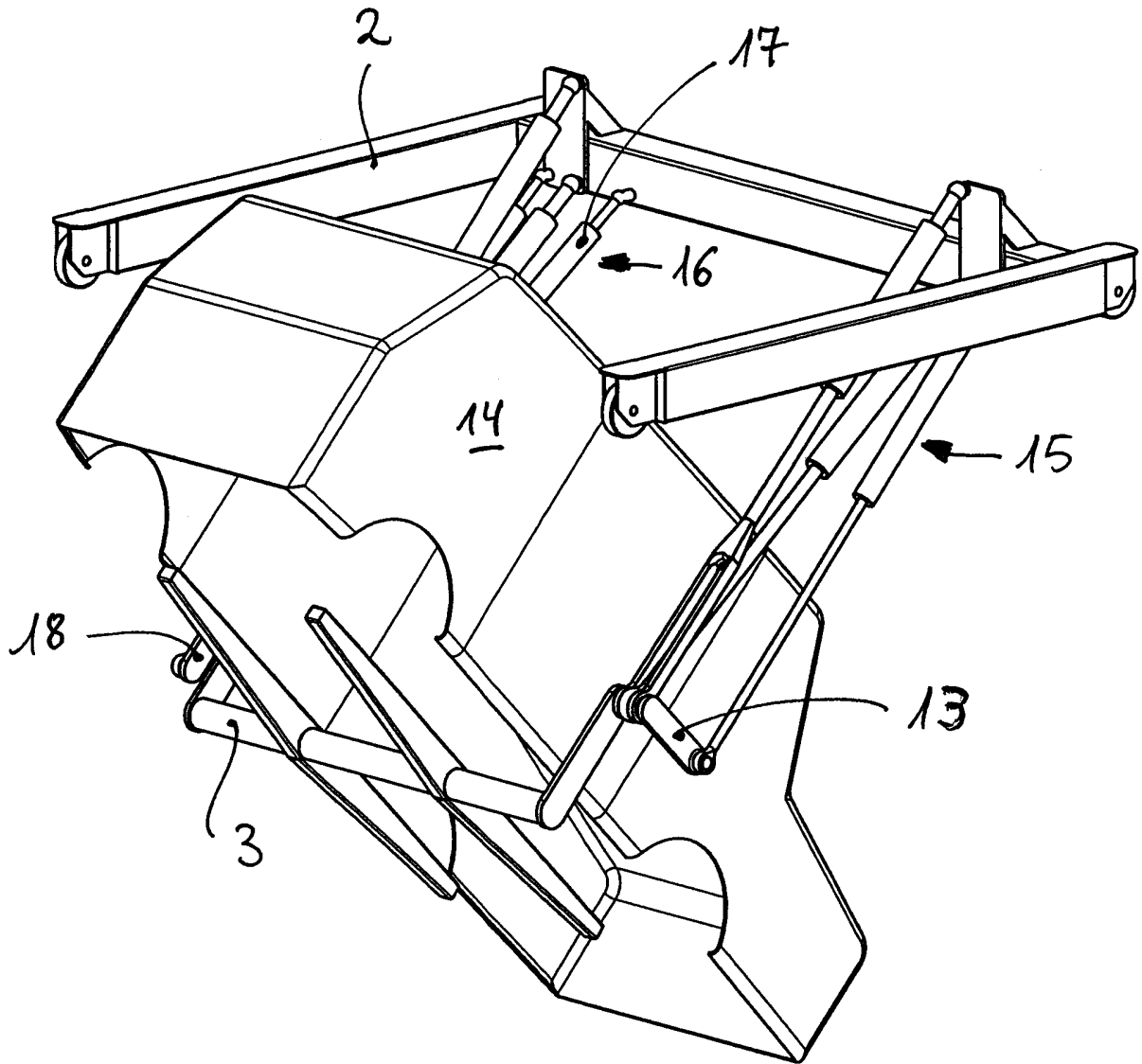
024316

Fig. 18



024316

Fig. 19



024316

Fig. 20

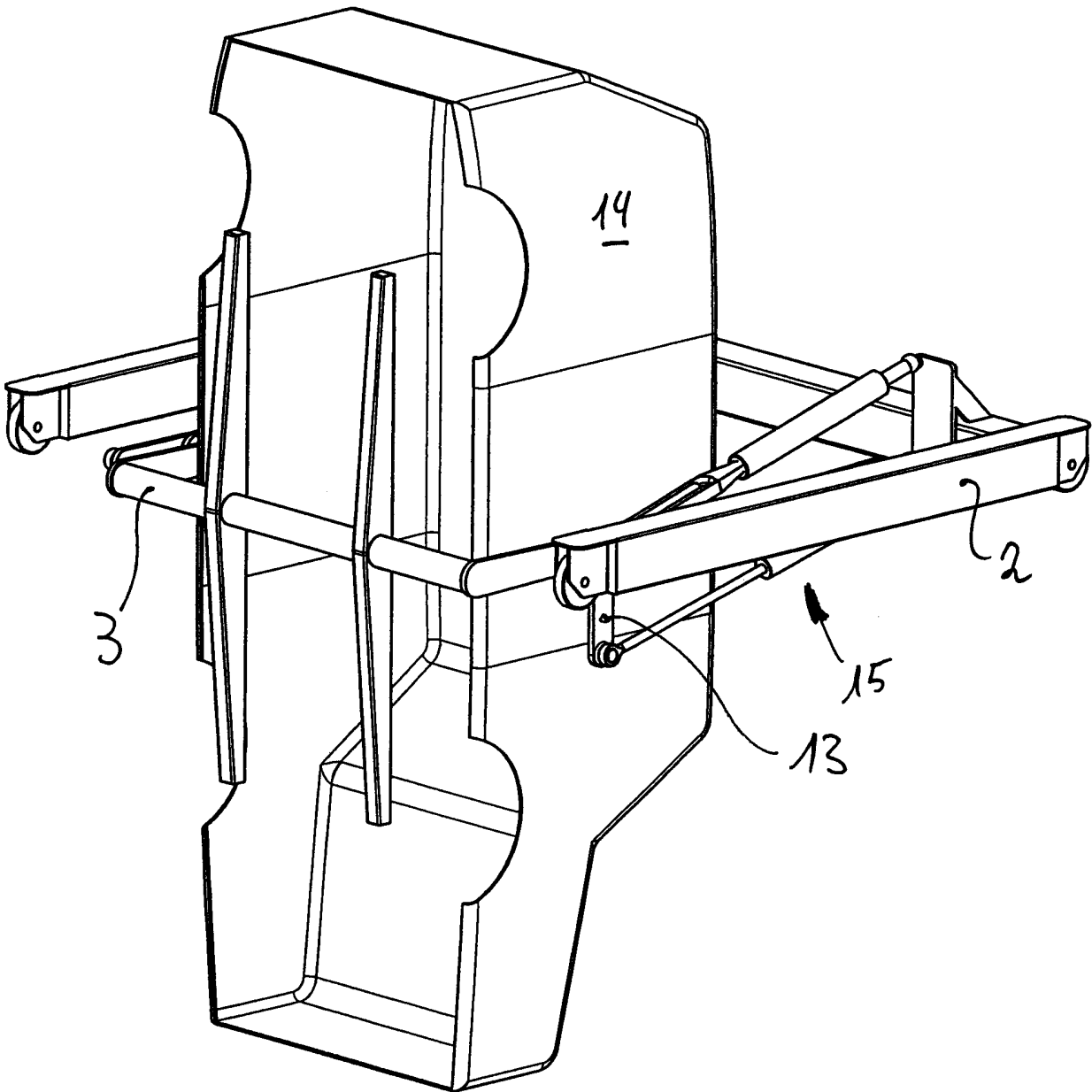
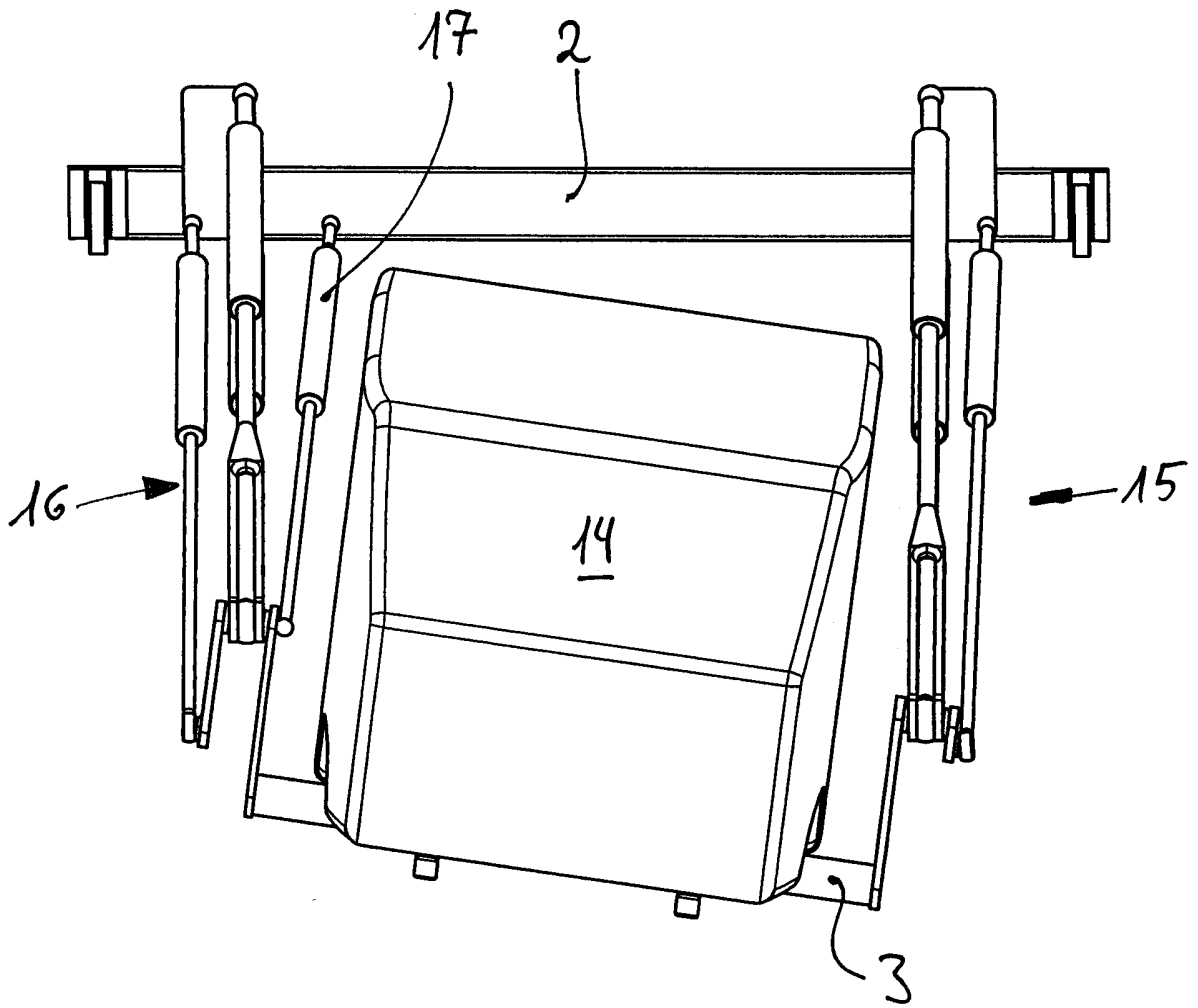
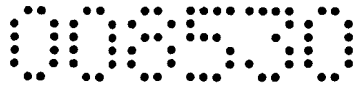


Fig. 21

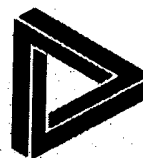




(neue) Patentansprüche:

1. Hubroboter, der gegebenenfalls entlang einer Bahn verfahrbar ist, bestehend aus einem Fahrwerk (2) und einem mit ihm durch Verbindungselemente wie Stäbe veränderlicher Länge, sogenannte Aktuatoren, gegebenenfalls teilweise Stäbe konstanter Länge, sogenannte passive Stäbe, und gegebenenfalls Zugmittel, verbundenen, ihm gegenüber bis zu sechs Freiheitsgrade aufweisenden Objektträger (3), dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsmittel eine Parallelkinematik ausbilden, bei der drei Verbindungselemente am Objektträger einen Tripelpunkt (P3) oder Pseudo-Tripelpunkt (P3') bilden.
2. Hubroboter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass seine Kinematik zumindest ein im wesentlichen in einer Ebene liegendes Gelenkviereck (15, 16), dessen einer Schenkel (13, 18) am Objektträger (3) ausgebildet ist, mit einem im wesentlichen diagonal verlaufenden Stab aufweist und dass ein Querstab (17) am Objektträger (3) an einem bzw. nahe eines der Doppelpunkte des Gelenkviereckes angreift und den Tripelpunkt bzw. Pseudo-Tripelpunkt bildet.
3. Hubroboter nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass er zwei Gelenkvierecke (15, 16), die in zueinander parallelen Ebenen liegen, aufweist.
4. Hubroboter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der diagonal verlaufende Stab ein passiver Stab ist. (Fig. 14)
5. Hubroboter nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Stäbe aller Gelenkvierecke (15, 16) als auch jeder diagonal verlaufende Stab als Aktuator ausgebildet sind.
6. Hubroboter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Querstab (17) als Aktuator ausgebildet ist. (Fig. 18)
7. Hubroboter nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die am Objektträger (3) ausgebildeten Schenkel (13, 18) der Gelenkvierecke (15, 16) windschief zueinander angeordnet sind, das heißt in Draufsicht auf die Ebenen der Gelenkvierecke einen von Null und von 180° verschiedenen Winkel zueinander aufweisen.

NACHGEZEICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC⁸:
B25J 11/00

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA:
B25J 11/00

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B25J

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **11. Oktober 2004** eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	WO 2003/004223 A2 (MICRODEXTERITY SYSTEMS), 16. Jänner 2003 (16.01.2003) Seite 4, Figur 8	1 - 4
Y	WO 03059581 A1 (ABB AB), 24. Juli 2003 (24.07.2003) Seite 24, Figur 6	1 - 4

Datum der Beendigung der Recherche:
13. Mai 2005

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Mag. PAVDI

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem **Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E Dokument, das von **besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.