



(10) **DE 10 2012 003 690 A1** 2013.08.29

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 003 690.6**
(22) Anmeldetag: **23.02.2012**
(43) Offenlegungstag: **29.08.2013**

(51) Int Cl.: **B62D 57/00 (2012.01)**
B60B 19/12 (2012.01)
B60S 9/02 (2012.01)
B25J 5/00 (2012.01)

(71) Anmelder:
Kuka Roboter GmbH, 86165, Augsburg, DE

(74) Vertreter:
Funk & Böss GbR, 80538, München, DE

(72) Erfinder:
Buchstab, Alois, 86391, Stadtbergen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2007 016 662 A1
DE 10 2008 002 274 A1
DE 10 2009 039 812 A1
DE 10 2010 027 280 A1
US 2010 / 0 224 427 A1
US 2011 / 0 214 586 A1

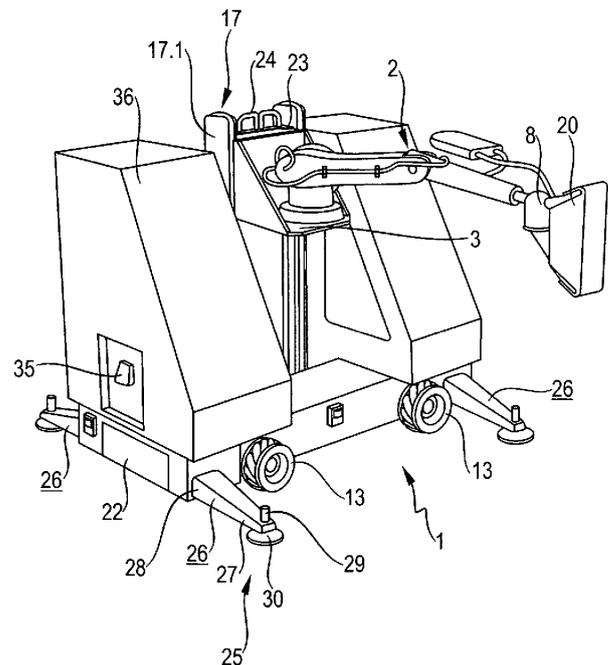
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Mobiler Roboter**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen mobilen Roboter, aufweisend

- ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug (1) mit mehreren Omnidirektional-Rädern (13) und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder (13),
- einen Roboterarm (2), der mehrere, hintereinander angeordnete Glieder (3–7) und Antriebe zum Bewegen der Glieder (3–7) aufweist, und
- eine Lagervorrichtung (17), die ausgebildet ist, den Roboterarm (2) relativ zum Trägerfahrzeug (1) automatisch verfahrbar am Trägerfahrzeug (1) zu lagern und einen der Lagervorrichtung (17) zugeordneten Antrieb zum Bewegen des Roboterarms (2) relativ zum Trägerfahrzeug (1).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen mobilen Roboter, aufweisend ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug mit mehreren Omnidirektional-Rädern und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder, sowie einen Roboterarm, der mehrere, hintereinander angeordnete Glieder und Antriebe zum Bewegen der Glieder aufweist.

[0002] Roboter sind Arbeitsmaschinen, die zur automatischen Handhabung und/oder Bearbeitung von Objekten mit Werkzeugen ausgerüstet werden können und in mehreren Bewegungsachsen beispielsweise hinsichtlich Orientierung, Position und Arbeitsablauf programmierbar sind. Roboter weisen üblicherweise einen Roboterarm mit mehreren über Gelenke verbundene Glieder und programmierbare Steuerungen (Steuervorrichtungen) auf, die während des Betriebs die Bewegungsabläufe des Roboters steuern bzw. regeln. Die Glieder werden über Antriebe, insbesondere elektrische Antriebe, die von der Steuervorrichtung angesteuert werden, insbesondere bezüglich der Bewegungsachsen bewegt.

[0003] Die US 2010/0224427 A1 offenbart einen mobilen Roboter, welcher einen Industrieroboter und ein omnidirektionales Trägerfahrzeug aufweist, auf dem der Industrieroboter befestigt ist. Das omnidirektionale Trägerfahrzeug umfasst omnidirektionale Räder und Antriebe zum Bewegen der omnidirektionalen Räder. Der Industrieroboter umfasst einen Roboterarm mit mehreren, hintereinander angeordneten Gliedern und einen Steuerrechner zum Bewegen des Roboterarms.

[0004] Aufgabe der Erfindung ist es, einen verbesserten mobilen Roboter anzugeben.

[0005] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch einen mobiler Roboter, aufweisend

- ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug mit mehreren Omnidirektional-Rädern und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder,
- einen Roboterarm, der mehrere, hintereinander angeordnete Glieder und Antriebe zum Bewegen der Glieder aufweist, und
- eine Lagervorrichtung, die ausgebildet ist, den Roboterarm relativ zum Trägerfahrzeug automatisch verfahrbar am Trägerfahrzeug zu lagern und einen der Lagervorrichtung zugeordneten Antrieb zum Bewegen des Roboterarms relativ zum Trägerfahrzeug.

[0006] Unter einem omnidirektional fahrbaren Trägerfahrzeug mit mehreren Omnidirektional-Rädern und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder kann insbesondere ein Fahrzeug verstanden werden, das sich insbesondere auf geraden Wegen in beliebigen Richtungen auf einem Untergrund, d. h.

in einer Fahrebene bewegen kann, ohne dass es einer Lenkbewegung von lenkbar gelagerten Rädern bedarf. Die Omnidirektional-Räder können insbesondere ausschließlich in ihren Raddrehachsen drehbar, im Übrigen jedoch starr an dem Trägerfahrzeug gelagert sein. Eine gewünschte Fahrtrichtung oder eine gewünschte Drehung des Trägerfahrzeugs kann ausschließlich durch eine Differenz von Drehzahlen der Omnidirektional-Räder erreicht werden. Bei den Omnidirektional-Rädern kann es sich somit beispielsweise um Mecanum-Räder handeln.

[0007] Die Lagervorrichtung weist Antrieb auf, mittels derer der auf der Lagervorrichtung befestigte Roboterarm aktiv bewegt werden kann. Die Lagervorrichtung befestigt also den Roboterarm nicht starr an dem Trägerfahrzeug, sondern ermöglicht eine automatische Bewegung des Roboterarms auf dem Trägerfahrzeug bzw. bezüglich des Trägerfahrzeugs.

[0008] Die Lagervorrichtung kann ausgebildet sein, den Roboterarm in einer vertikalen und/oder horizontalen Richtung zu verfahren. Die Lagervorrichtung kann den Roboterarm beispielsweise in einer reinen vertikalen Richtung bewegen, so dass der gesamte Roboterarm bezüglich des Trägerfahrzeugs angehoben und/oder abgesenkt werden kann. Die Lagervorrichtung kann den Roboterarm aber auch in einer reinen horizontalen Richtung bewegen, so dass der gesamte Roboterarm bezüglich des Trägerfahrzeugs in einer gleich bleibenden Höhe hin und her bzw. vor und zurück bewegt werden kann. Die Lagervorrichtung kann in speziellen Ausführungen auch ausgebildet sein, den Roboterarm in einer überlagerten vertikalen und horizontalen Richtung zu verfahren. So kann beispielsweise eine linear verfahrbare Lagervorrichtung schräg, windschief und/oder diagonal im Raum verfahrbar ausgebildet bzw. ausgerichtet sein.

[0009] In einer Ausführungsform kann das Trägerfahrzeug eine vertikal verfahrende Lagervorrichtung aufweisen, welche insbesondere an einem Fahrzeuggrundkörper des Trägerfahrzeugs befestigt ist. An der vom Fahrzeuggrundkörper abgewandten Seite der Lagervorrichtung kann ein Tragboden befestigt sein, dessen Höhe mittels der Lagervorrichtung automatisch verstellt werden kann. An dem Tragboden kann eine weitere, horizontal verfahrende Lagervorrichtung angeordnet sein. Auf der weiteren, horizontal verfahrenden Lagervorrichtung kann der Roboterarm mit seinem Gestell befestigt sein, so dass der Roboterarm mittels der vertikal verfahrenden Lagervorrichtung angehoben und/oder abgesenkt werden kann und mittels der weiteren, horizontal verfahrenden Lagervorrichtung auf einer linearen Bahn in einer horizontalen Ebene bewegt werden kann.

[0010] Der vertikal verfahrenden Lagervorrichtung und der horizontal verfahrenden Lagervorrichtung ist jeweils ein Antrieb zugeordnet, welcher insbesondere

mit einer Steuervorrichtung für den Roboterarm verbunden ist. Somit ist es der Steuervorrichtung ermöglicht, die beiden Lagervorrichtungen und den Roboterarm zw. dessen Gestell vertikal und/oder horizontal automatisch zu verstellen.

[0011] Die Lagervorrichtung kann wenigstens eine an dem Trägerfahrzeug befestigte Längsschiene aufweisen, auf welcher der Roboterarm linear fahrbar gelagert ist.

[0012] In einer weiteren Ausführungsform kann also unmittelbar an dem Trägerfahrzeug eine aufgrund der Längsschiene vertikal verfahrbare Lagervorrichtung ausgebildet sein. Die vertikal verfahrbare Lagervorrichtung weist in dieser Ausführungsform wenigstens eine starr mit dem Trägerfahrzeug verbundene Längsschiene auf, an der ein Schlitten höhenverstellbar, d. h. linear verschiebbar gelagert ist. Auf dem Schlitten ist das Gestell des Roboterarms befestigt, so dass bei einem Heben und/oder Senken des Schlittens der gesamte Roboterarm gehoben bzw. gesenkt wird. Der Schlitten kann über Umlenkketten mit einem Gegengewicht verbunden sein. Der Lagervorrichtung kann ein weiterer Antrieb zugeordnet sein, mittels dem der Roboterarm bzw. dessen Gestell entlang der Längsschiene automatisch vertikal gehoben und/oder gesenkt werden kann. Auch dieser Antrieb kann insbesondere mit der Steuervorrichtung für den Roboterarm verbunden sein, sodass es der Steuervorrichtung ermöglicht ist, den Roboterarm, d. h. dessen Gestell automatisch zu Heben und/oder zu Senken. Die Lagervorrichtung realisiert in dieser Ausführungsform somit eine vertikal ausgerichtete Linearachse, bezüglich derer der Roboterarm in Höhenrichtung verfahrbar ist.

[0013] Der mobile Roboter kann generell eine Hubvorrichtung aufweisen, die ausgebildet ist, das Trägerfahrzeug anzuheben, derart, dass die Omnidirektional-Räder vom Eigengewicht des mobilen Roboters zumindest überwiegend oder vollständig entlastet sind. Der Hubvorrichtung sind dabei Antriebe zum Bewegen der Hubvorrichtung zugeordnet. Die Hubvorrichtung kann insbesondere wenigstens drei, insbesondere vier automatisch verstellbare Hub-Beine und Antriebe zum Heben und Senken der Hub-Beine aufweisen.

[0014] Die Hubvorrichtung kann beispielsweise vier automatisch verstellbare Hub-Beine aufweisen. Hierbei ist jedem von vier Omnidirektional-Rädern ein eigenes Hub-Bein zugeordnet. Jedem Hub-Bein kann ein Antrieb zum Heben und Senken des Hub-Beins zugeordnet sein. Jedes Hub-Bein kann beispielsweise einen Ausleger aufweisen, der entweder starr mit dem Trägerfahrzeug verbunden sein kann oder der ausfahrbar und einfahrbar am Trägerfahrzeug gelagert ist. Im eingefahrenen Zustand können dabei die Ausleger nicht mehr oder allenfalls nur noch gering-

fällig über die Außenkontur des Trägerfahrzeugs hinaus stehen, so dass die Ausleger beim Fahren des Trägerfahrzeugs keine Störkontur bilden. In einer ersten Ausführung kann eine Höhenverstellung dadurch erfolgen, dass der Ausleger selbst höhenverstellbar an dem Trägerfahrzeug gelagert ist. In einer anderen Ausführung können die Ausleger ohne eine Höhenverstellung mit ihren Trägerfahrzeugseitigen Enden an dem Trägerfahrzeug gelagert sein und eine Höhenverstellung durch Heben und/oder Senken eines an einem freien Ende des Auslegers gelagerten Standfußes erreicht werden.

[0015] Eine Hubsteuervorrichtung für die Hubvorrichtung kann eingerichtet sein, die Antriebe der Hubvorrichtung, insbesondere die Antriebe der Hub-Beine derart anzusteuern, sodass die Omnidirektional-Räder vom Eigengewicht des mobilen Roboters zumindest überwiegend oder vollständig entlastet sind und das Trägerfahrzeug derart ausgerichtet ist, dass das Gestell des Roboterarms eine vorbestimmte Orientierung im Raum einnimmt. In einer Ausführung kann die vorbestimmte Orientierung beispielsweise durch eine genau horizontale Ausrichtung des Trägerfahrzeugs, insbesondere dessen ebener Transportauflageboden bzw. durch eine genau lotrechte Ausrichtung der Lagervorrichtung bestimmt sein. Generell kann die vorbestimmte Orientierung durch drei programmierte Raumorientierungen eines Basisbezugskoordinatensystems des Roboterarms bestimmt sein. Das Basisbezugskoordinatensystem kann beispielsweise bezüglich des Gestells festgelegt sein.

[0016] In allen Ausführungen kann der mobile Roboter eine Einhausung aufweisen, welche den sich in der Nähe des mobilen Roboters befindliche Personen einen Eingriff in das Innere des mobilen Roboters zumindest teilweise verwehren können. Im Inneren der Einhausung können die Steuervorrichtung und die Hubsteuervorrichtung angeordnet sein.

[0017] In einer speziellen Ausführungsform der Erfindung kann der mobiler Roboter, aufweisen:

- wenigstens ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug mit mehreren Omnidirektional-Rädern und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder,
- wenigstens ein weiteres omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug mit mehreren Omnidirektional-Rädern und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder, und
- einen das Trägerfahrzeug mit dem weiteren Trägerfahrzeug starr verbindenden Brückenträger, welcher die Lagervorrichtung und/oder den Roboterarm trägt.

[0018] In einer solchen Ausführungsform weist der mobile Roboter ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug mit mehreren Omnidirektional-Rädern und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder

auf. Außerdem weist ein solcher mobiler Roboter ein weiteres omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug mit mehreren Omnidirektional-Rädern und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder auf. Dabei ist das eine Trägerfahrzeug mit dem weiteren Trägerfahrzeug durch einen Brückenträger starr verbunden. Der Brückenträger kann eine erste Tragsäule und eine zweite Tragsäule aufweisen. Die erste Tragsäule kann starr mit dem Trägerfahrzeug verbunden und die zweite Tragsäule kann starr mit dem anderen Trägerfahrzeug verbunden sein. Die beiden vertikalen Tragsäulen können von den Trägerfahrzeugen ausgehend senkrecht nach oben ragen. Die oberen Enden der beiden Tragsäulen können durch einen horizontal ausgerichteten Tragbalken derart verbunden sein, dass die beiden Trägerfahrzeuge in einem festen Abstand voneinander angeordnet sind. Mittels der beiden Trägerfahrzeuge, die den Brückenträger halten, ist der Brückenträger auf einem Boden, d. h. auf einer Fahrbahn oder einem Fahruntergrund verfahrbar.

[0019] Der Brückenträger kann eine Lagervorrichtung aufweisen. Die Lagervorrichtung kann insoweit starr an dem Brückenträger bzw. an dem Tragbalken des Brückenträgers befestigt sein. Die Lagervorrichtung für den Brückenträger kann wie eine der Lagervorrichtung ausgebildet sein, wie sie im Zusammenhang mit den anderen Ausführungsformen der Erfindung beschrieben sind. Die horizontal verfahrbare Lagervorrichtung kann wenigstens eine starr mit dem Brückenträger bzw. starr mit dem Tragbalken verbundene Längsschiene aufweisen, an der ein Schlitten auf einer gleich bleibenden Höhe verstellbar, d. h. linear hin und her verschiebbar gelagert ist. Auf dem Schlitten kann beispielsweise das Gestell des Roboterarms befestigt sein, so dass bei einem Hin- und Herbewegen des Schlittens der gesamte Roboterarm hin- und herbewegt wird. Der Lagervorrichtung ist ein weiterer, nicht näher dargestellter Antrieb zugeordnet, mittels dem der Roboterarm bzw. dessen Gestell entlang der Längsschiene automatisch hin- und herbewegt werden kann. Auch dieser Antrieb kann mit der Steuervorrichtung für den Roboterarm verbunden sein, sodass es der Steuervorrichtung ermöglicht ist, den Roboterarm, d. h. dessen Gestell automatisch hin- und herzubewegen. Die Lagervorrichtung realisiert in dieser Ausführungsform somit eine Roboter-Portalanlage, bezüglich derer der Roboterarm in einer horizontalen Ebene verfahrbar ist.

[0020] In allen Ausführungsformen kann die Lagervorrichtung ausgebildet sein, die weitere Lagervorrichtung in einer horizontalen Richtung, insbesondere linear zu bewegen. In allen Ausführungsformen kann alternativ oder ergänzend die weitere Lagervorrichtung ausgebildet sein, den Roboterarm in einer vertikalen Richtung, insbesondere linear zu bewegen.

[0021] In einer weiterbildenden Ausführungsform kann eine Lagervorrichtung an dem Brückenträger befestigt sein und eine weitere Lagervorrichtung vorgesehen sein, die automatisch verfahrbar an der Lagervorrichtung gelagert ist, wobei die weitere Lagervorrichtung ausgebildet ist, den Roboterarm relativ zur Lagervorrichtung automatisch verfahrbar zu lagern. Die weitere Lagervorrichtung ist dabei automatisch verfahrbar an der Lagervorrichtung gelagert, wobei die weitere Lagervorrichtung ausgebildet ist, den Roboterarm relativ zur Lagervorrichtung automatisch verfahrbar zu lagern. In einer speziellen Ausführung ist die Bewegungsrichtung der Lagervorrichtung senkrecht zur Bewegungsrichtung der Lagervorrichtung ausgeführt. Die Lagervorrichtung ist dabei ausgebildet, die weitere Lagervorrichtung in einer horizontalen linearen Richtung zu bewegen und die weitere Lagervorrichtung ist ausgebildet, den Roboterarm in einer vertikalen linearen Richtung zu bewegen. Mittels der Lagervorrichtung kann der Roboterarm also in dieser Ausführung hin- und herbewegt werden und mittels der Lagervorrichtung kann der Roboterarm angehoben und/oder abgesenkt werden. Die Lagervorrichtung und die Lagervorrichtung realisieren zusammen mit dem Brückenträger in dieser Ausführungsform somit eine zweiachsige Roboter-Portalanlage, bezüglich derer der Roboterarm in einer horizontalen Ebene und in vertikaler Richtung verfahrbar ist.

[0022] In allen Ausführungsformen kann der mobile Roboter, bzw. das eine oder die zwei oder mehreren Trägerfahrzeuge wenigstens einen Lithium-Ionen-Akkumulator aufweisen, der eingerichtet ist, die Antriebe des Trägerfahrzeugs, des Roboterarms, der Lagervorrichtungen, der Hubvorrichtung, der Steuervorrichtung, der weiteren Steuervorrichtung und/oder der Hubsteuervorrichtung mit elektrischer Energie zu versorgen. Der Lithium-Ionen-Akkumulator kann entnehmbar in oder an dem Trägerfahrzeug gelagert, insbesondere befestigt sein.

[0023] Zusammenfassen weist der mobile Roboter demnach wenigstens ein Trägerfahrzeug und wenigstens einen Roboterarm auf, der am Trägerfahrzeug befestigt ist. Es können also auch zwei oder mehrere Roboterarme an einem gemeinsamen Trägerfahrzeug gelagert sein. Mittels des Trägerfahrzeugs kann somit der wenigstens eine Roboterarm als solches fortbewegt werden. Das Trägerfahrzeug wird z. B. mittels einer Batterie, insbesondere eines Lithium-Ionen-Akkumulators mit elektrischer Energie versorgt. Das wenigstens eine Trägerfahrzeug kann ein Spurführungssystem aufweisen. Spurführungssysteme sind dem Fachmann allgemein bekannt und können beispielsweise optische Sensoren umfassen, welche beispielsweise am Trägerfahrzeug angebracht sind und mit Markierungen auf dem Fahrboden des Trägerfahrzeugs zusammenwirken, derart, dass die Längs- und/oder Querbewegungen des Träger-

fahrzeugs automatisiert gesteuert werden können. Im Falle von zwei oder mehreren Trägerfahrzeugen können die Trägerfahrzeuge steuerungstechnisch gekoppelt sein, d. h. neben ihrer mechanischen Kopplung über einen Brückenträger können die Antriebe der zwei oder mehreren Trägerfahrzeuge durch eine gemeinsame Steuervorrichtung synchron angesteuert werden, derart, dass die zwei oder mehreren Trägerfahrzeuge synchrone Bewegungen ausführen. Am Roboterarm kann ein Werkzeug befestigt sein, insbesondere an der Befestigungsvorrichtung bzw. dem Flansch des Roboterarms, sodass mittels des mobilen Roboters ein Werkstück automatisiert bearbeitet werden kann. Aufgrund des Trägerfahrzeugs ist es möglich, den erfindungsgemäßen mobilen Roboter an das Werkstück für dessen Bearbeitung insbesondere automatisch heran zu fahren. Insbesondere ist es vorgesehen, dass der mobile Roboter automatisch an eine vorgegebene Position an das Werkstück heranfährt, dort anhält und mit der Bearbeitung des Werkstücks beginnt. Vorzugsweise hält der mobile Roboter an der vorgegebenen Position in einer vorgegebenen Orientierung. Das Werkstück kann beispielsweise ein Rotorblatt eines Windkraftwerks oder ein Flügel eines Flugzeugs sein.

[0024] Ist das wenigstens eine Trägerfahrzeug an der vorgegebenen Position in einer vorgegebenen Orientierung angekommen, so kann das wenigstens eine Trägerfahrzeug mittels der Hubvorrichtung angehoben werden. Das Trägerfahrzeug oder die Trägerfahrzeuge sind dann starr auf dem Fahrgrund bzw. Fahrboden abgestellt und können bei ausgefahrenen Hubvorrichtungen nicht mehr vom Platz bewegt werden. Der wenigstens eine Roboterarm kann nun sein Roboterprogramm ausführen, d. h. mittels des Werkzeugs das Werkstück bearbeiten. Ist der Arbeitsraum des Roboterarms für eine gewünschte Bearbeitung des Werkstücks nicht ausreichend, so kann aufgrund der Lagervorrichtung der gesamte Roboterarm bewegt, insbesondere umpositioniert werden, wodurch sich der Arbeitsraum des Roboterarms erweitern lässt, ohne dass das Trägerfahrzeug bewegt werden muss. Es können auch zwei oder mehrere Roboterarme durch eine gemeinsame Lagervorrichtung simultan bewegt werden. Es können auch zwei oder mehrere Roboterarme durch jeweils eine separate, d. h. eigene Lagervorrichtung bewegt werden. In diesem Falle können die zwei oder mehrere Roboterarme unabhängig voneinander auf dem Trägerfahrzeug bewegt werden, ohne das Trägerfahrzeug bewegen zu müssen.

[0025] Der Roboterarm bzw. dessen Antriebe, die vorzugsweise als elektrische Antriebe, insbesondere als geregelte elektrische Antriebe ausgebildet sind, kann mittels der Steuervorrichtung derart angesteuert werden, dass der Roboterarm nach dem Heranfahren an das Werkstück automatisch das Werkstück mittels des Werkzeugs bearbeitet. Dazu läuft z. B.

auf der Steuervorrichtung ein geeignetes Rechenprogramm, sodass die Steuervorrichtung z. B. basierend auf dem in der Steuervorrichtung gespeicherten mathematischen Modell das Werkstück bearbeiten kann. Das mathematische Modell vom Werkstück wurde beispielsweise aufgrund von dem Werkstück zugeordneten CAD-Daten erstellt.

[0026] Damit das Trägerfahrzeug sich automatisch bewegen kann, kann die Steuervorrichtung für den Roboterarm auch eingerichtet sein, die Antriebe des Trägerfahrzeugs derart anzusteuern, sodass dieses eine vorgegebene Bewegung ausführt. Es ist aber auch möglich, dass der erfindungsgemäße mobile Roboter eine weitere Steuervorrichtung aufweist, welche mit der Steuervorrichtung kommuniziert und eingerichtet ist, die Antriebe des Trägerfahrzeugs derart anzusteuern, sodass dieses eine vorgegebene Bewegung ausführt.

[0027] Um die Mobilität des erfindungsgemäßen mobilen Roboters zu erhöhen, sind die Räder als omnidirektionale Räder ausgeführt. Ein Beispiel eines omnidirektionalen Rades ist ein Mecanum-Rad. In diesem Fall handelt es sich bei dem Trägerfahrzeug um ein omnidirektionales Trägerfahrzeug, welches im Wesentlichen in alle Richtungen frei bewegbar ist. Mecanum-Räder sind dem Fachmann im Prinzip bekannt. Diese umfassen z. B. zwei starr miteinander verbundene Radscheiben, zwischen denen mehrere Rollkörper bezüglich ihrer Längsachsen drehbar gelagert sind. Die beiden Radscheiben können bezüglich einer Drehachse drehbar gelagert sein und mittels einer der Antriebe des Trägerfahrzeugs derart angetrieben werden, dass sich die beiden Radscheiben bezüglich der Drehachse drehen. Die Rollkörper sind vorzugsweise gleichmäßig zueinander beabstandet und derart an den Radscheiben gelagert, dass ihre Rollflächen über den Umfang der Radscheiben herausragen. Außerdem sind die Rollkörper vorzugsweise derart an den Radscheiben gelagert, dass ihre Längsachsen mit der Drehachse einen Winkel von beispielsweise 45° aufweisen.

[0028] Ein Vorteil des als omnidirektionales Trägerfahrzeug ausgebildeten Trägerfahrzeugs ist die erhöhte Flexibilität des erfindungsgemäßen mobilen Roboters. Durch den Einsatz eines solchen mobilen Roboters ist es möglich, gezielt den mobilen Roboter an das Werkstück, z. B. einem Rotorblatt, zu bringen, ohne dass das Werkstück bzw. das Rotorblatt transportiert und in eine spezielle Station gebracht werden muss. Mit dem erfindungsgemäßen mobilen Roboter könnte das Werkstück bzw. das Rotorblatt stationsweise bearbeitet werden, beispielsweise sowohl Vorder- als auch Rückseite des Rotorblatts. Zudem kann man durch den Einsatz eines zweiten erfindungsgemäßen mobilen Roboters die Taktzeit halbieren, bzw. andere Bearbeitungsschritte damit erledigen. Es kann sogar sein, den erfindungsgemä-

ßen mobilen Roboter zwischen verschiedenen Fertigungshallen zu verfahren. Durch die Manövrierbarkeit des Trägerfahrzeugs mit omnidirektionalen Rädern ist es möglich, den Roboterarm entlang des Werkstück bzw. des Rotorblattes zu verfahren und pro Station z. B. über ein im Boden befindliches Andocksyste m den Roboter inklusive der Prozesstechnik mit der notwendigen Energie zu versorgen. Es wären damit keine Stahl-, Beton- oder Fundamentarbeiten notwendig, welche zum einen sehr kostenintensiv und die Flexibilität der Anlage einschränken.

[0029] Verschiedene Ausführungsbeispiele der Erfindung sind exemplarisch in den beigefügten schematischen Zeichnungen dargestellt. Es zeigen:

[0030] [Fig. 1](#) eine erste Ausführungsform eines mobilen Roboters mit einem Omnidirektional-Räder aufweisenden Trägerfahrzeug und einem am Trägerfahrzeug mittel einer Lagervorrichtung verfahrbar gelagerten Roboterarm,

[0031] [Fig. 2](#) den Roboterarm des mobilen Roboters,

[0032] [Fig. 3](#) ein omnidirektionales Rad,

[0033] [Fig. 4](#) eine zweite Ausführungsform eines mobilen Roboters mit einer Hubvorrichtung und dem Roboterarm in einer oberen Position,

[0034] [Fig. 5](#) die zweite Ausführungsform des mobilen Roboters gemäß mit der Hubvorrichtung gemäß [Fig. 4](#) und dem Roboterarm in einer unteren Position,

[0035] [Fig. 6](#) eine dritte Ausführungsform eines mobilen Roboters mit zwei Trägerfahrzeugen, einem diese Trägerfahrzeuge verbindenden Brückenträger, der eine horizontal verfahrbare Lagervorrichtung aufweist, und

[0036] [Fig. 7](#) eine vierte Ausführungsform eines mobilen Roboters mit zwei Trägerfahrzeugen, einem diese Trägerfahrzeuge verbindenden Brückenträger, der eine horizontal verfahrbare und eine vertikal verfahrbare Lagervorrichtung aufweist.

[0037] Die [Fig. 1](#) zeigt einen mobilen Roboter, welcher ein Trägerfahrzeug **1** und einen am Trägerfahrzeug **1** befestigten Roboterarm **2** aufweist. Die [Fig. 2](#) zeigt in einer perspektivischen Darstellung den Roboterarm **2**.

[0038] Der Roboterarm **2** umfasst im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels mehrere, nacheinander angeordnete und mittels Gelenke verbundene Glieder. Bei den Gliedern handelt es sich insbesondere um ein Gestell **3** und ein relativ zum Gestell **3** um eine vertikal verlaufende Achse **A1** drehbar gelagertes Karussell **4**. Weitere Glieder des Roboter-

arms **2** sind im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels eine Schwinge **5**, ein Ausleger **6** und eine vorzugsweise mehrachsige Roboterhand **7** mit einer als Flansch **8** ausgeführten Befestigungsvorrichtung zum Befestigen eines nicht näher dargestellten Endeffektors. Die Schwinge **5** ist am unteren Ende z. B. an einem nicht näher dargestellten Schwingenlagerkopf auf dem Karussell **4** um eine vorzugsweise horizontale Drehachse **A2** schwenkbar gelagert. Am oberen Ende der Schwinge **5** ist wiederum um eine ebenfalls vorzugsweise horizontale Achse **A3** der Ausleger **6** schwenkbar gelagert. Dieser trägt endseitig die Roboterhand **7** mit ihren vorzugsweise drei Drehachsen **A4**, **A5**, **A6**.

[0039] Im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 1](#) ist der mobile Roboter als ein autonomer mobiler Roboter ausgebildet, sodass die Steuervorrichtung **21** des Trägerfahrzeugs **1** die Antriebe für die Omnidirektional-Räder **13** derart ansteuert, sodass sich der mobile Roboter auf einer vorgegebenen bzw. vorgebbaren Strecke bzw. Bahn bewegt.

[0040] Der mobile Roboter umfasst eine Steuervorrichtung **9**, um den Roboterarm **2** zu bewegen. Die Steuervorrichtung **9** ist mit Antrieben des Roboterarms **2** verbunden. Die Antriebe sind im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels elektrische Antriebe, insbesondere geregelte elektrische Antriebe. In der [Fig. 2](#) sind nur einige der elektrischen Motoren **10**, **11** dieser Antriebe gezeigt. Der Roboterarm **2** und die Steuervorrichtung **9** sind insbesondere als Standard-Industrieroboter ausgeführt, der auf dem Trägerfahrzeug **1** über die Lagervorrichtung **17** relativ zum Trägerfahrzeug **1** automatisch verfahrbar gelagert ist.

[0041] Das Trägerfahrzeug **1** weist im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 1](#) einen Fahrzeuggrundkörper **12** auf, an dem mehrere Omnidirektional-Räder **13** drehbar angeordnet sind. Wenigstens eines der Omnidirektional-Räder **13**, vorzugsweise alle Omnidirektional-Räder **13** wird bzw. werden mit einem oder mehreren Antrieben angetrieben. Die nicht näher dargestellten Antriebe sind vorzugsweise elektrische Antriebe, insbesondere geregelte elektrische Antriebe und sind mit der beispielsweise im oder am Fahrzeuggrundkörper **12** angeordneten Steuervorrichtung **21** verbunden, welche eingerichtet ist, das Trägerfahrzeug **1** durch entsprechendes Ansteuern der Antriebe für die Omnidirektional-Räder **13** automatisch zu bewegen. Die Steuervorrichtung **21** des Trägerfahrzeugs **1** ist insbesondere mit der Steuervorrichtung **9** für den Roboterarm **2** verbunden, sodass diese miteinander kommunizieren können. Es kann aber auch eine gemeinsame Steuervorrichtung für die Antriebe der Omnidirektional-Räder **13** und des Roboterarms **2** vorgesehen sein.

[0042] Ein Beispiel eines Omnidirektional-Rades **13** ist das sogenannte Mecanum-Rad. Ein solches Mecanum-Rad ist in der [Fig. 3](#) als Frontansicht gezeigt.

[0043] Das als omnidirektionales bzw. Mecanum-Rad ausgebildete Omnidirektional-Rad **13** weist im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels zwei starr miteinander verbundene Radscheiben **31** auf, zwischen denen mehrere Rollkörper **32** bezüglich ihrer Längsachsen **33** drehbar gelagert sind. Die beiden Radscheiben **31** können bezüglich einer Drehachse **34** drehbar gelagert sein und mittels einer der Antriebe des Trägerfahrzeugs **1** derart angetrieben werden, dass sich die beiden Radscheiben **31** bezüglich der Drehachse **34** drehen.

[0044] Im Falle des vorliegenden Ausführungsbeispiels sind die Rollkörper **32** gleichmäßig zueinander beabstandet und derart an den Radscheiben **31** gelagert, dass ihre Rollflächen über den Umfang der Radscheiben **31** herausragen. Außerdem sind die Rollkörper **32** derart an den Radscheiben **31** gelagert, dass ihre Längsachsen **33** mit der Drehachse **34** einen Winkel α von beispielsweise 45° aufweisen.

[0045] Im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 1](#) umfasst das Trägerfahrzeug **1** eine vertikal verfahrenende Lagervorrichtung **17a**, welche insbesondere am Fahrzeuggrundkörper **12** befestigt ist. An der vom Fahrzeuggrundkörper **12** abgewandten Seite der Lagervorrichtung **17a** ist ein Tragboden **15** befestigt, deren Höhe mittels der Lagervorrichtung **17a** automatisch verstellt werden kann. An dem Tragboden **15** ist eine weitere, horizontal verfahrenende Lagervorrichtung **17b** angeordnet. Auf der weiteren, horizontal verfahrenenden Lagervorrichtung **17b** ist der Roboterarm **2** mit seinem Gestell **3** befestigt, so dass der Roboterarm **2** mittels der vertikal verfahrenenden Lagervorrichtung **17a** angehoben und/oder abgesenkt werden kann und mittels der weiteren, horizontal verfahrenenden Lagervorrichtung **17b** auf einer linearen Bahn in einer horizontalen Ebene bewegt werden kann.

[0046] Der vertikal verfahrenenden Lagervorrichtung **17a** und der horizontal verfahrenenden Lagervorrichtung **17b** ist jeweils ein nicht näher dargestellter Antrieb zugeordnet, welcher insbesondere mit der Steuervorrichtung **9** für den Roboterarm **2** verbunden ist. Somit ist es der Steuervorrichtung **9** ermöglicht, die beiden Lagervorrichtungen **17a**, **17b** und somit den Roboterarm **2**, d. h. dessen Gestell **3** vertikal in Richtung des Doppelpfeils **16** und/oder horizontal in Richtung des Doppelpfeils **18** automatisch zu verstellen.

[0047] Im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß [Fig. 4](#) ist unmittelbar an dem Trägerfahrzeug **1** eine vertikal verfahrbare Lagervorrichtung **17** ausgebildet. Die vertikal verfahrbare Lagervorrichtung **17** weist wenigstens eine starr mit dem Trägerfahrzeug **1**

verbundene Längsschiene **17.1** auf, an der ein Schlitten **23** höhenverstellbar, d. h. linear verschiebbar gelagert ist. Auf dem Schlitten **23** ist das Gestell **3** des Roboterarms **2** befestigt, so dass bei einem Heben und/oder Senken des Schlittens **23** der gesamte Roboterarm **2** gehoben bzw. gesenkt wird. Der Schlitten **23** kann, wie im dargestellten Ausführungsbeispiel gezeigt, über Umlenkketten **24** mit einem nicht näher dargestellten Gegengewicht verbunden sein. Der Lagervorrichtung **17** ist ein weiterer, nicht näher dargestellter Antrieb zugeordnet, mittels dem der Roboterarm **2** bzw. dessen Gestell **3** entlang der Längsschiene **17.1** automatisch vertikal gehoben und/oder gesenkt werden kann. Dieser Antrieb ist insbesondere mit der Steuervorrichtung **9** für den Roboterarm **2** verbunden, sodass es der Steuervorrichtung **9** ermöglicht ist, den Roboterarm **2**, d. h. dessen Gestell **3** automatisch zu Heben und/oder zu Senken. Die Lagervorrichtung **17** realisiert in dieser Ausführungsform somit eine vertikal ausgerichtete Linearachse, bezüglich derer der Roboterarm **2** in Höhenrichtung verfahrbar ist.

[0048] Der mobile Roboter gemäß [Fig. 4](#) weist außerdem eine Hubvorrichtung **25** auf, die ausgebildet ist, das Trägerfahrzeug **1** anzuheben, derart, dass die im vorliegenden Ausführungsbeispiel vier Omnidirektional-Räder **13** vom Eigengewicht des mobilen Roboters zumindest überwiegend oder vollständig entlastet sind. Im Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 4](#) weist die Hubvorrichtung **25** vier automatisch verstellbare Hub-Beine **26** auf. Hierbei ist jedem Omnidirektional-Rad **13** ein eigenes Hub-Bein **26** zugeordnet. Jedem Hub-Bein **26** ist ein Antrieb zum Heben und Senken des Hub-Beins **26** zugeordnet. Jedes Hub-Bein **26** kann beispielsweise einen Ausleger **27** aufweisen, der entweder starr mit dem Trägerfahrzeug **1** verbunden sein kann oder der ausfahrbar und einfahrbar am Trägerfahrzeug **1** gelagert ist. Im eingefahrenen Zustand würden dabei die Ausleger **27** nicht mehr oder allenfalls nur noch geringfügig über die Außenkontur des Trägerfahrzeugs **1** hinaus stehen. In einer ersten Ausführung kann eine Höhenverstellung dadurch erfolgen, dass der Ausleger **27** selbst höhenverstellbar an dem Trägerfahrzeug **1** gelagert ist. In einer anderen Ausführung können die Ausleger **27** ohne eine Höhenverstellung mit ihren Trägerfahrzeug-seitigen Enden **28** an dem Trägerfahrzeug **1** gelagert sein und eine Höhenverstellung durch Heben und/oder Senken eines an einem freien Ende **29** des Auslegers **27** gelagerten Standfußes **30** erreicht werden.

[0049] Die Hubvorrichtung **25** weist nicht näher dargestellte Antriebe zum Bewegen der Hubvorrichtung auf. Jedem Hub-Bein **26** kann ein eigener Antrieb zum Heben und Senken zugeordnet sein.

[0050] Der mobile Roboter weist im Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 4](#) eine Hubsteuervorrichtung **35** auf,

die eingerichtet ist, die Antriebe der Hubvorrichtung **25**, insbesondere die Antriebe der Hub-Beine **26** derart anzusteuern, sodass die Omnidirektional-Räder **13** vom Eigengewicht des mobilen Roboters zumindest überwiegend oder vollständig entlastet sind und das Trägerfahrzeug **1** derart ausgerichtet ist, dass das Gestell **3** des Roboterarms **2** eine vorbestimmte Orientierung im Raum einnimmt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel kann die vorbestimmte Orientierung durch eine genau horizontale Ausrichtung des Trägerfahrzeugs **1**, bzw. durch eine genau lotrechte Ausrichtung der Lagervorrichtung **17** bestimmt sein. Generell kann die vorbestimmte Orientierung durch drei programmierte Raumorientierungen eines Basisbezugskordinatensystems des Roboterarms **2** bestimmt sein. Das Basisbezugskordinatensystem kann beispielsweise bezüglich des Gestells **3** festgelegt sein.

[0051] Im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 4** umfasst der mobile Roboter nach wenigstens einen wieder aufladbaren Lithium-Ionen-Akkumulator **22** als elektrische Energieversorgung. Der Lithium-Ionen-Akkumulator **22** kann entnehmbar in oder an dem Trägerfahrzeug **1** gelagert, insbesondere befestigt sein.

[0052] Des Weiteren umfasst der mobile Roboter gemäß **Fig. 4** eine Einhausung **36**, welche sich in der Nähe des mobilen Roboters befindliche Personen einen Eingriff in das Innere des mobilen Roboters zumindest teilweise verwehren können. Im Inneren der Einhausung **36** kann die Steuervorrichtung **9**, **21** und die Hubsteuervorrichtung **35** angeordnet sein.

[0053] Im Falle der vorliegenden Ausführungsbeispiele ist der mobile Roboter vorgesehen, ein Werkstück **19** automatisiert zu bearbeiten. Bei dem Werkstück **19** handelt es sich z. B. um ein Rotorblatt eines Windkraftwerks oder um einen Flügel eines Flugzeugs. Ein mittels des mobilen Roboters durchgeführter Bearbeitungsschritt des Werkstücks **19** ist z. B. ein Konturschleifen und/oder ein Trimmen von Kanten, das so genannte Besäumen, des Werkstücks **19**. Um diesen Bearbeitungsschritt automatisiert durchzuführen, ist an der als Flansch **8** ausgeführten Befestigungsvorrichtung des Roboterarms **2** ein entsprechendes Werkzeug **20** befestigt.

[0054] Mittel der Lagervorrichtung **17** kann der gesamte Roboterarm **2** zwischen einer unteren, wie in **Fig. 4** dargestellten Position und einer oberen, in **Fig. 5** dargestellten Position hin und her bewegt werden. Durch eine solche Höhenverstellbarkeit des gesamten Roboterarm **2** ist der Arbeitsbereich in dem das Werkzeug **20** durch den Roboterarm **2** bewegt werden kann gegenüber einer starren Befestigung des Roboterarms **2** an dem Trägerfahrzeug **1** vergrößert.

[0055] Im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 6** weist der mobile Roboter ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug **1a** mit mehreren Omnidirektional-Rädern **13a** und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder **13a** auf. Außerdem weist der mobile Roboter ein weiteres omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug **1b** mit mehreren Omnidirektional-Rädern **13b** und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder **13b** auf. Dabei ist das eine Trägerfahrzeug **1a** mit dem weiteren Trägerfahrzeug **1b** durch einen Brückenträger **37** starr verbunden. Der Brückenträger **37** weist im dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 6** eine erste Tragsäule **38** und eine zweite Tragsäule **39** auf. Die erste Tragsäule **38** ist starr mit dem Trägerfahrzeug **1a** verbunden und die zweite Tragsäule **39** ist starr mit dem anderen Trägerfahrzeug **1b** verbunden. Die beiden vertikalen Tragsäulen **38**, **39** ragen von den Trägerfahrzeugen **1a**, **1b** ausgehend senkrecht nach oben. Die oberen Enden der beiden Tragsäulen **38**, **39** sind durch einen horizontal ausgerichteten Tragbalken **40** derart verbunden, dass die beiden Trägerfahrzeuge **1a**, **1b** in einem festen Abstand voneinander angeordnet sind. Mittels der beiden Trägerfahrzeuge **1a**, **1b**, die den Brückenträger **37** halten, ist der Brückenträger **37** auf einem Boden **41** verfahrbar.

[0056] Der Brückenträger **37** weist im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 6** eine Lagervorrichtung **17** auf. Die Lagervorrichtung **17** ist insoweit starr an dem Brückenträger **37** bzw. an dem Tragbalken **40** des Brückenträgers **37** befestigt. Diese horizontal verfahrbare Lagervorrichtung **17** weist wenigstens eine starr mit dem Brückenträger **37** bzw. starr mit dem Tragbalken **40** verbundene Längsschiene **17.1** auf, an der ein Schlitten **23** auf einer gleich bleibenden Höhe verstellbar, d. h. linear hin und her verschiebbar gelagert ist. Auf dem Schlitten **23** ist das Gestell **3** des Roboterarms **2** befestigt, so dass bei einem Hin- und Herbewegen des Schlittens **23** der gesamte Roboterarm **2** hin- und herbewegt wird. Der Lagervorrichtung **17** ist ein weiterer, nicht näher dargestellter Antrieb zugeordnet, mittels dem der Roboterarm **2** bzw. dessen Gestell **3** entlang der Längsschiene **17.1** automatisch hin- und herbewegt werden kann. Dieser Antrieb ist insbesondere mit der Steuervorrichtung **9** für den Roboterarm **2** verbunden, sodass es der Steuervorrichtung **9** ermöglicht ist, den Roboterarm **2**, d. h. dessen Gestell **3** automatisch hin- und herzubewegen. Die Lagervorrichtung **17** realisiert in dieser Ausführungsform somit eine Roboter-Portalanlage, bezüglich derer der Roboterarm **2** in einer horizontalen Ebene verfahrbar ist.

[0057] Im Falle des Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 7** weist der mobile Roboter neben der Lagervorrichtung **17a**, die analog der Lagervorrichtung **17** gemäß **Fig. 6** ausgeführt sein kann, eine weitere Lagervorrichtung **17b** auf. Die weitere Lagervorrichtung **17b** ist automatisch verfahrbar an der Lagervorrich-

tung **17a** gelagert, wobei die weitere Lagervorrichtung **17b** ausgebildet ist, den Roboterarm **2** relativ zur Lagervorrichtung **17a** automatisch verfahrbar zu lagern. Die Bewegungsrichtung der Lagervorrichtung **17b** ist senkrecht zur Bewegungsrichtung der Lagervorrichtung **17a** ausgeführt. Die Lagervorrichtung **17a** ist dabei ausgebildet, die weitere Lagervorrichtung **17b** in einer horizontalen linearen Richtung zu bewegen und die weitere Lagervorrichtung **17b** ist ausgebildet, den Roboterarm **2** in einer vertikalen linearen Richtung zu bewegen. Mittels der Lagervorrichtung **17a** kann der Roboterarm **2** also hin- und herbewegt werden und mittels der Lagervorrichtung **17b** kann der Roboterarm **2** angehoben und/oder abgesenkt werden. Die Lagervorrichtung **17a** und die Lagervorrichtung **17b** realisieren zusammen mit dem Brückenträger **37** in dieser Ausführungsform somit eine zweiachsige Roboter-Portalanlage, bezüglich derer der Roboterarm **2** in einer horizontalen Ebene und in vertikaler Richtung verfahrbar ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2010/0224427 A1 [\[0003\]](#)

Patentansprüche

1. Mobiler Roboter, aufweisend

- ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug (1) mit mehreren Omnidirektional-Rädern (13) und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder (13),
- einen Roboterarm (2), der mehrere, hintereinander angeordnete Glieder (3–7) und Antriebe zum Bewegen der Glieder (3–7) aufweist, und
- eine Lagervorrichtung (17), die ausgebildet ist, den Roboterarm (2) relativ zum Trägerfahrzeug (1) automatisch verfahrbar am Trägerfahrzeug (1) zu lagern und einen der Lagervorrichtung (17) zugeordneten Antrieb zum Bewegen des Roboterarms (2) relativ zum Trägerfahrzeug (1).

2. Mobiler Roboter nach Anspruch 1, bei dem die Lagervorrichtung (17) ausgebildet ist, den Roboterarm (2) in einer vertikalen und/oder horizontalen Richtung zu verfahren.

3. Mobiler Roboter nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die Lagervorrichtung (17) wenigstens eine an dem Trägerfahrzeug (1) befestigte Längsschiene (17.1) aufweist, auf welcher der Roboterarm (2) linear fahrbar gelagert ist.

4. Mobiler Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Omnidirektional-Räder (13) Mecanum-Räder sind.

5. Mobiler Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, aufweisend eine Hubvorrichtung (25), die ausgebildet ist, das Trägerfahrzeug (1) anzuheben, derart, dass die Omnidirektional-Räder (13) vom Eigengewicht des mobilen Roboters zumindest überwiegend oder vollständig entlastet sind und Antriebe zum Bewegen der Hubvorrichtung (25).

6. Mobiler Roboter nach Anspruch 5, bei dem die Hubvorrichtung (25) wenigstens drei, insbesondere vier automatisch verstellbare Hub-Beine (26) und Antriebe zum Heben und Senken der Hub-Beine (26) aufweist.

7. Mobiler Roboter nach Anspruch 5 oder 6, bei dem der Roboterarm (2) ein mit der Lagervorrichtung (17) verbundenes Gestell (3) aufweist, und der mobile Roboter eine Hubsteuervorrichtung (35) aufweist, die eingerichtet ist, die Antriebe der Hubvorrichtung (25), insbesondere die Antriebe der Hub-Beine (26) derart anzusteuern, sodass das Trägerfahrzeug (1) ausgerichtet ist, derart, dass das Gestell (3) des Roboterarms (2) eine vorbestimmte Orientierung im Raum einnimmt.

8. Mobiler Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, aufweisend

- wenigstens ein omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug (1a) mit mehreren Omnidirektional-Rädern (13a) und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder (13a),
- wenigstens ein weiteres omnidirektional fahrbares Trägerfahrzeug (1b) mit mehreren Omnidirektional-Rädern (13b) und Antrieben zum Antreiben der Omnidirektional-Räder (13b), und
- einen das Trägerfahrzeug (1a) mit dem weiteren Trägerfahrzeug (1b) starr verbindenden Brückenträger (37), welcher die Lagervorrichtung (17) und/oder den Roboterarm (2) trägt.

9. Mobiler Roboter nach Anspruch 8, bei dem die Lagervorrichtung (17a), an dem Brückenträger (37) befestigt ist und eine weitere Lagervorrichtung (17b) vorgesehen ist, die automatisch verfahrbar an der Lagervorrichtung (17a) gelagert ist, wobei die weitere Lagervorrichtung (17b) ausgebildet ist, den Roboterarm (2) relativ zur Lagervorrichtung (17a) automatisch verfahrbar zu lagern.

10. Mobiler Roboter nach Anspruch 9, bei dem die Lagervorrichtung (17a) ausgebildet ist, die weitere Lagervorrichtung (17b) in einer horizontalen Richtung, insbesondere linear zu bewegen.

11. Mobiler Roboter nach Anspruch 9 oder 10, bei dem die weitere Lagervorrichtung (17b) ausgebildet ist, den Roboterarm (2) in einer vertikalen Richtung, insbesondere linear zu bewegen.

12. Mobiler Roboter nach einem der Ansprüche 1 bis 11, aufweisend wenigstens einen Lithium-Ionen-Akkumulator (22), der eingerichtet ist, die Antriebe des Trägerfahrzeugs (1), des Roboterarms (2), der Lagervorrichtungen (17, 17a, 17b), der Hubvorrichtung (25), der Steuervorrichtung (9), der weiteren Steuervorrichtung (21) und/oder der Hubsteuervorrichtung (35) mit elektrischer Energie zu versorgen.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

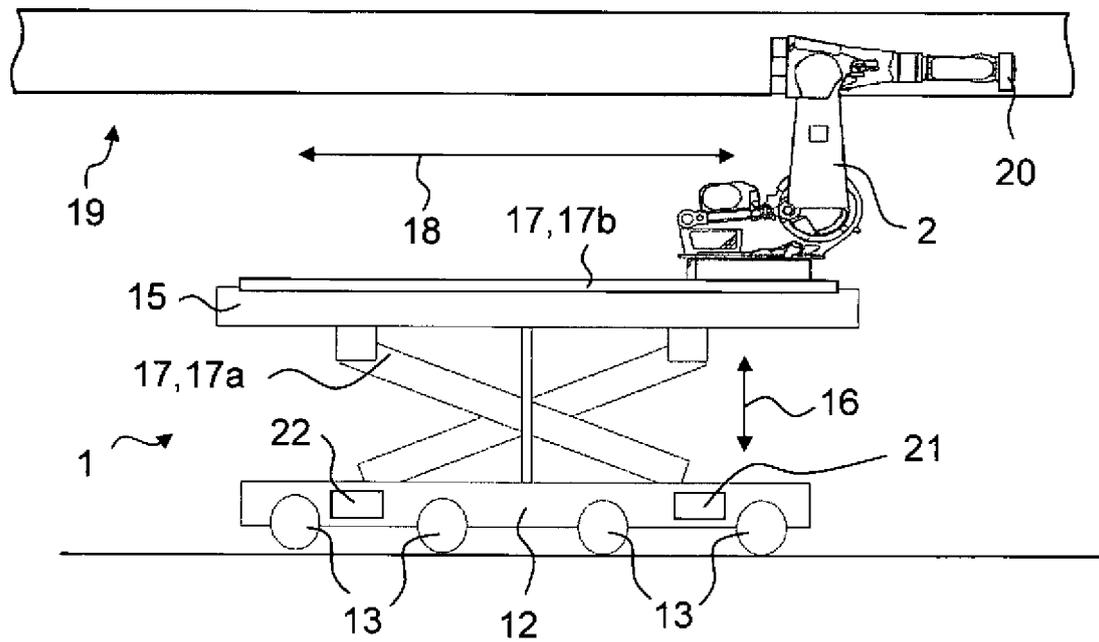


FIG. 1

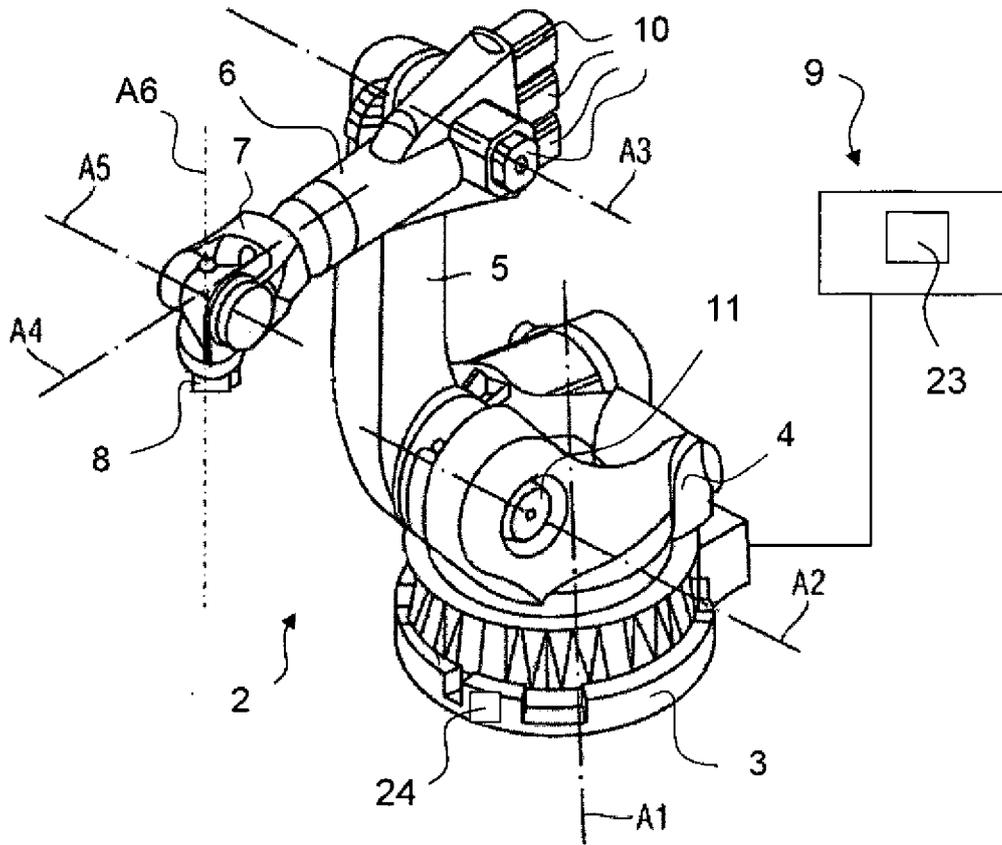


FIG. 2

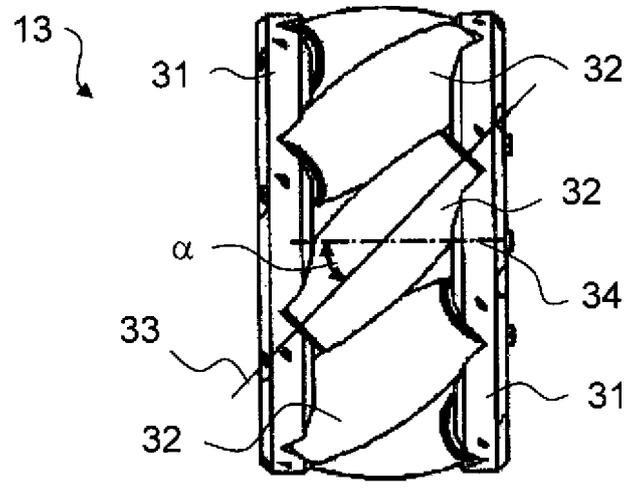


FIG. 3

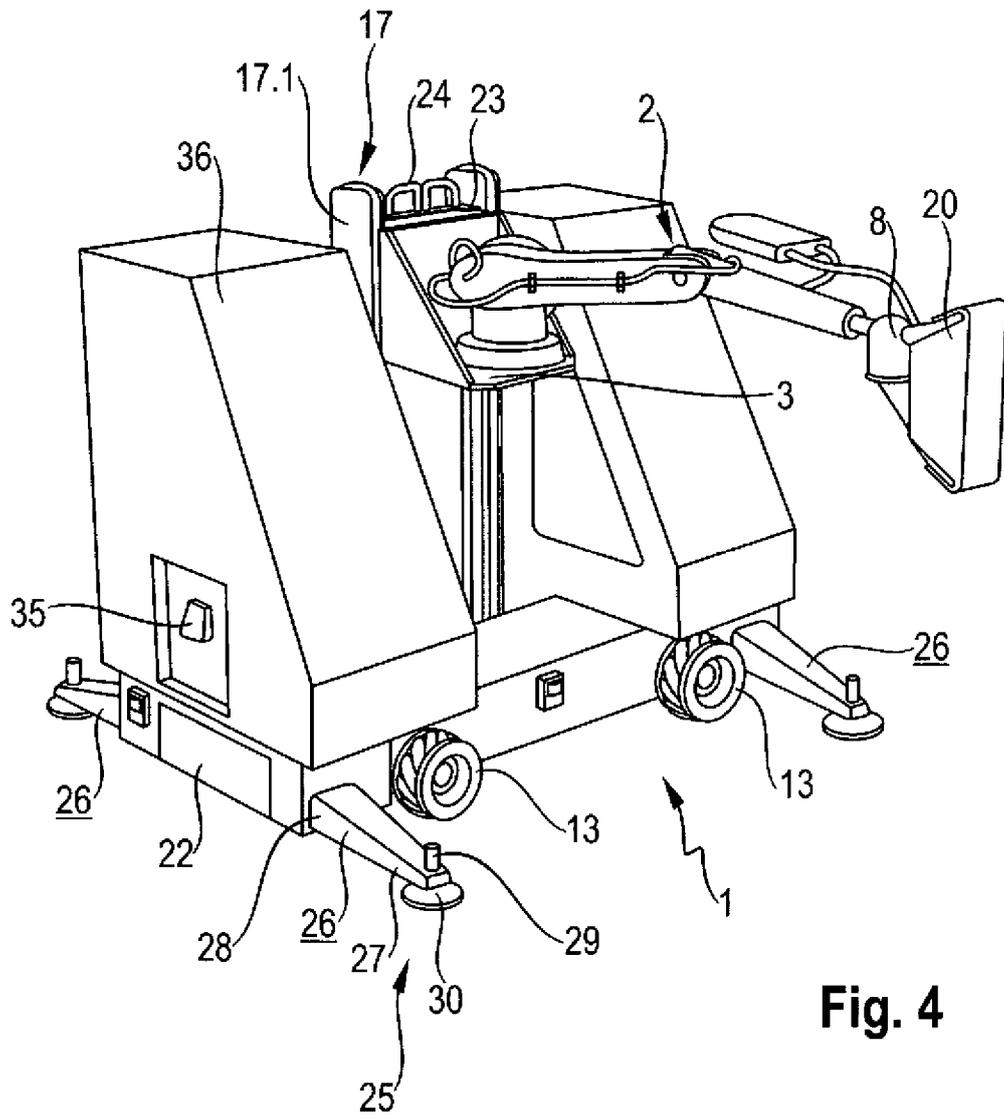


Fig. 4

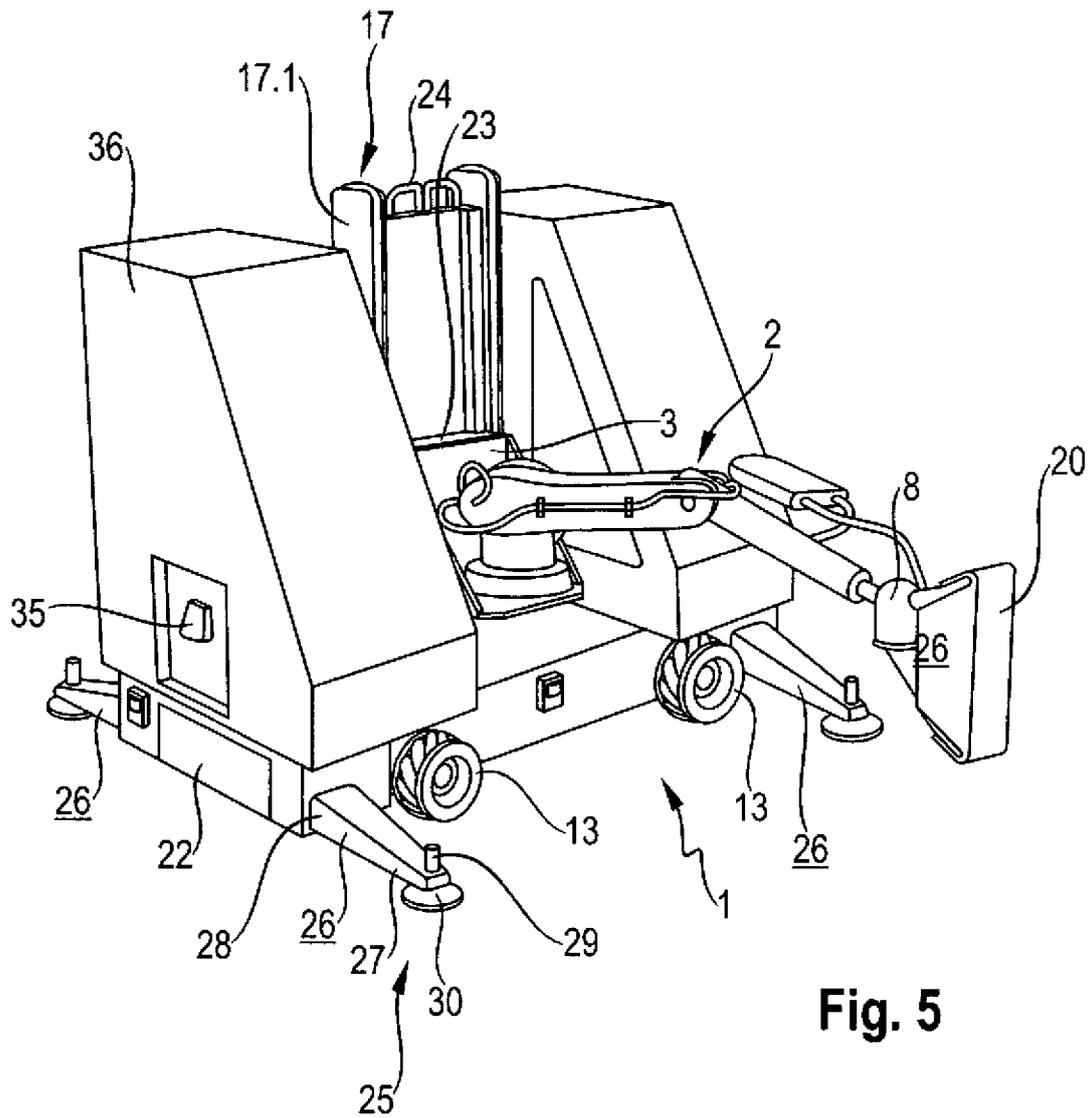


Fig. 5

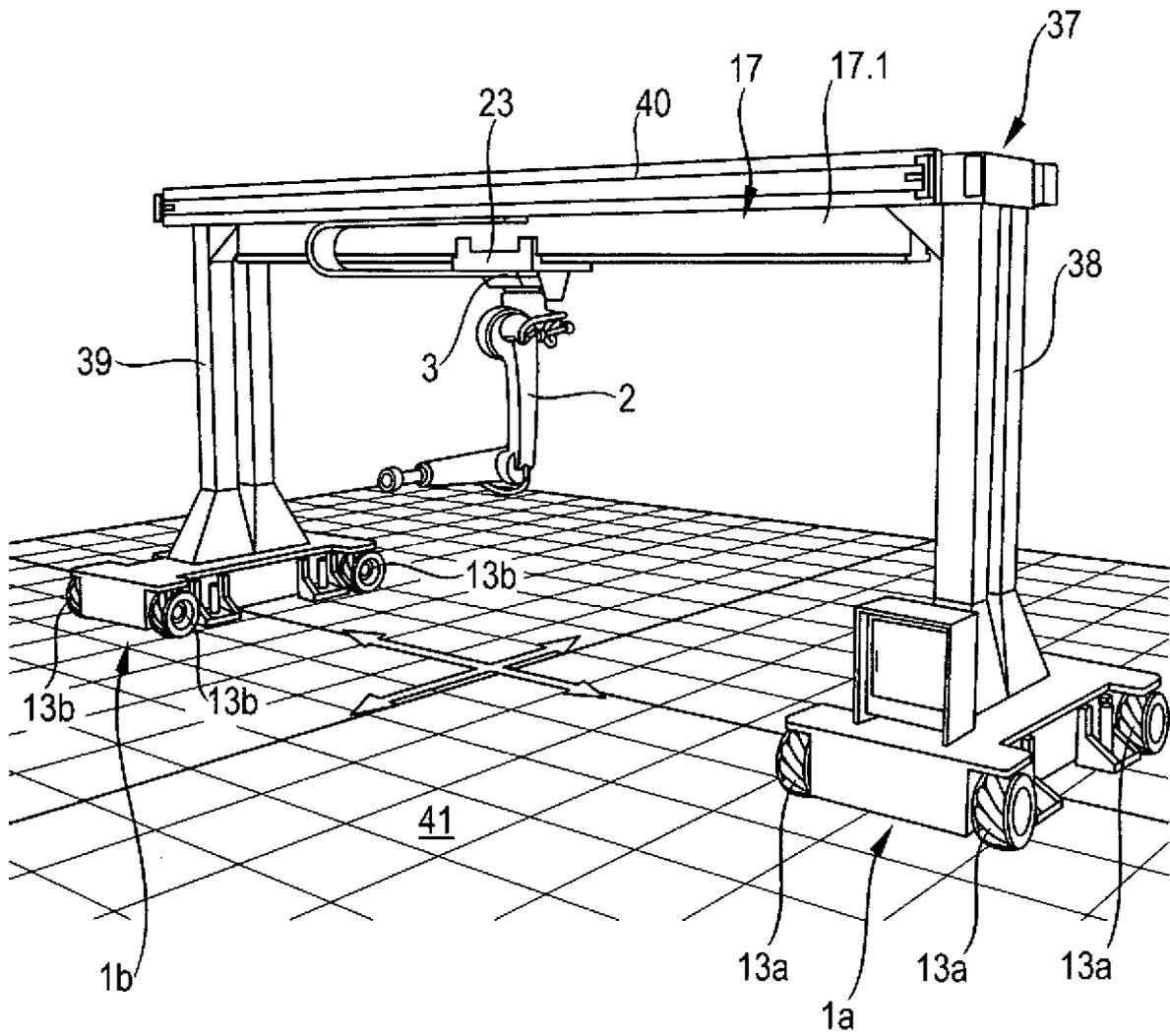


Fig. 6

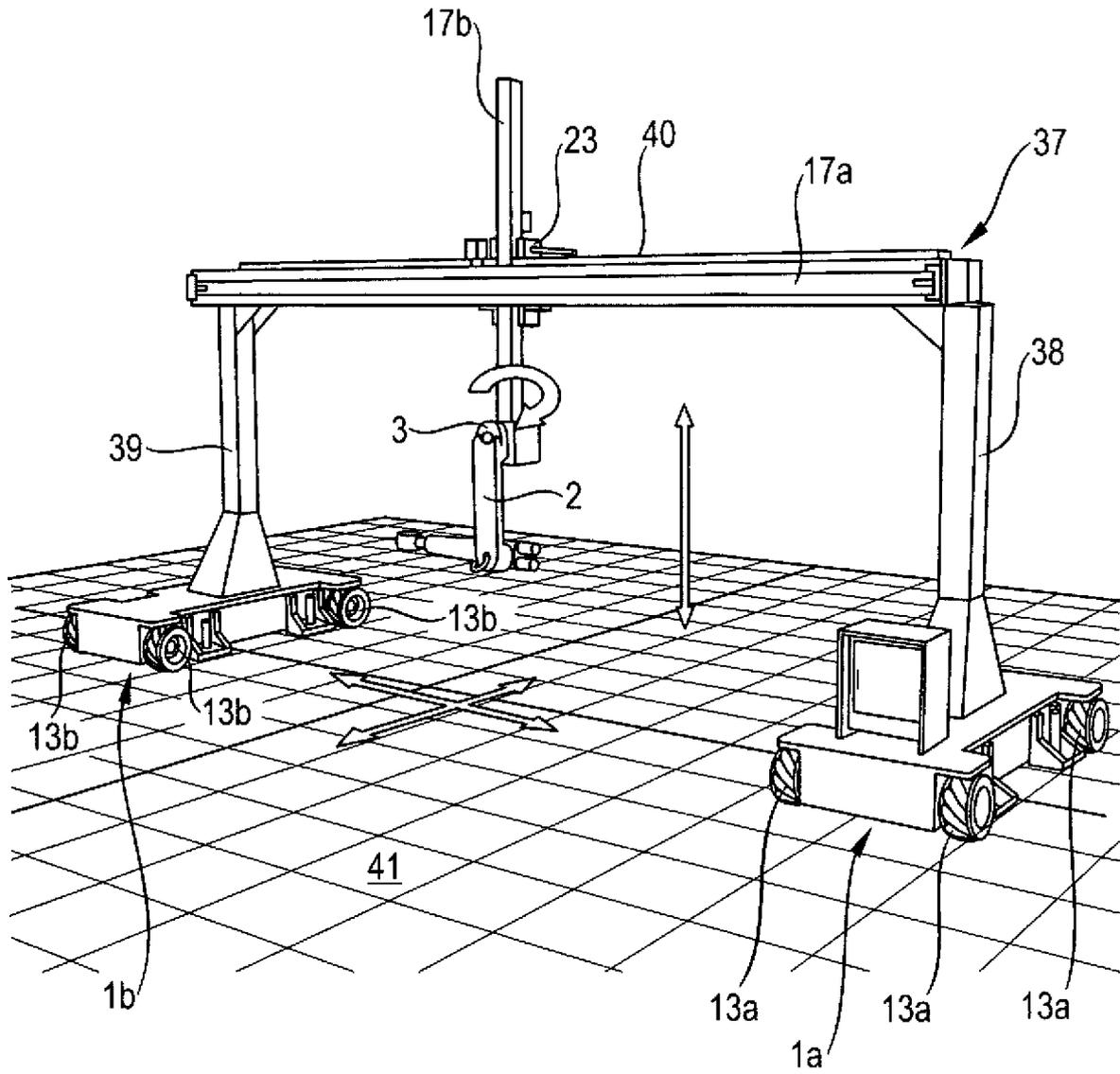


Fig. 7