

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 289/2009
(22) Anmeldetag: 20.02.2009
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2011

(51) Int. Cl. : **B25J 5/00** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 102007016662A1

(73) Patentinhaber:
TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ
A-8010 GRAZ (AT)

(72) Erfinder:
HOFBAUR MICHAEL DIPL.ING. DR.TECHN.
GRAZ (AT)
JANTSCHER SIMON DIPL.ING.
STATTEGG (AT)
SCHÖRGHUBER CHRISTOPH DIPL.ING.
ST. PETER IN DER AU (AT)

(54) MODULARES ROBOTERFAHRWERK

(57) Die Erfindung betrifft ein Fahrwerksmodul (1) zum Aufbau eines Fahrwerks eines mobilen Roboters (10), gekennzeichnet durch ein Gestell (2), das zumindest über einen Teil seiner Höhe ein gerades Prisma mit regelmäßiger polygonaler Grundfläche aufspannt und an dessen Unterseite zumindest ein angetriebenes und/oder um eine Achse normal zur Grundfläche des Prismas in seiner Vortriebsrichtung einstellbares bzw. verschwenkbares Fahrelement (3) angeordnet ist sowie Halteelemente und/oder Andockelemente (7), die im Bereich zumindest einer der Mantelflächen des Prismas zur Verbindung mit weiteren Fahrwerksmodulen (1) vorgesehen sind.

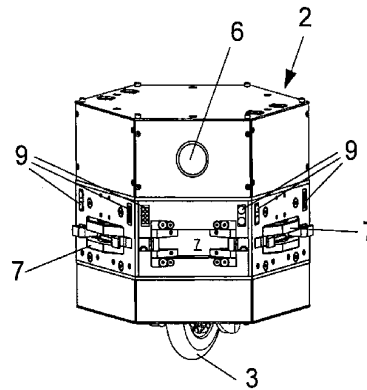


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrwerksmodul gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Erfindungsgemäße Fahrwerksmodule werden zum Aufbau von mobilen Robotern, insbesondere Industrierobotern, verwendet.

[0003] Nach dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von mobilen Robotern bekannt, deren Fahrwerke auf unterschiedlichste Weise aufgebaut sind.

[0004] Die deutsche Patentanmeldung DE 102007016662 A1 betrifft omnidirektionales Fahrzeug, ein Fahrmodul und einen mobilen Industrieroboter. Das omnidirektionale Fahrzeug weist omnidirektionale Räder und einen Fahrzeugkörper auf, an dem wenigstens eines der omnidirektionalen Räder mittels einer Einzelradaufhängung befestigt ist.

[0005] Die wesentliche Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Fahrwerk für einen Roboter in möglichst kurzer Zeit zu erstellen, wobei eine Anpassung des Fahrwerks an die jeweiligen Anforderungen des aufzubauenden Roboters vorzunehmen ist. Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, den mechanischen wie auch den elektrischen Aufbau bzw. die mechanische und elektrische Konfiguration des Fahrwerks eines mobilen Roboters in möglichst kurzer Zeit vorzunehmen, wobei neben der Flexibilität und Variabilität des Aufbaus der einzelnen Roboter zusätzlich ein hoher Grad an Wiederverwendbarkeit der einzelnen für den Aufbau eines Roboters verwendeten Fahrwerksmodule erzielt werden soll. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es, mit einer möglichst geringen Anzahl von eigenständigen und möglichst gleichartigen Komponenten eine möglichst große Vielzahl von Fahrwerkskonfigurationen zu erreichen.

[0006] Ein weiterer bevorzugter Aspekt der Erfindung besteht darin, einen Roboter während des Betriebs insbesondere automatisiert zu rekonfigurieren, also dessen Form und Aufbau im laufenden Betrieb abzuändern. Dies kann entweder dadurch erreicht werden, dass einzelne Roboter während des Betriebs zu einem einzigen zusammengesetzten Roboter zusammengefügt werden, oder aber dass ein Roboter während des Betriebs geteilt wird. So könnte eine typische Aufgabenstellung der Erfindung darin liegen, mehrere Einzelteile auf kleinen Robotern zu transportieren und nach erfolgreicher Zusammenfügung der Einzelteile auch die den nunmehr aus den Einzelteilen zusammengesetzten Gesamtteil transportierenden Roboter mechanisch und gegebenenfalls auch elektrisch miteinander zu verbinden.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgabe bei einem Fahrwerksmodul der eingangs angegebenen Art mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 1.

[0008] Besondere Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Fahrwerksmoduls werden in den Ansprüchen 2 bis 7 dargestellt.

[0009] Ferner löst die Erfindung eine vergleichbare Aufgabe bei einem mobilen Roboter mit den Merkmalen des Kennzeichens eines der Ansprüche 8 oder 10. Besondere Ausführungsformen eines mobilen Roboters sind in den Ansprüchen 9, 10 und 12 angegeben.

[0010] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Fahrwerksmoduls besteht darin, dass das Fahrwerksmodul mit einem weiteren Fahrwerksmodul gleicher Bauart und Form auf einfache Art und Weise zusammengefügt und wieder getrennt werden kann. Durch die besondere Ausgestaltung des Gestells des Fahrwerksmoduls wird erreicht, dass jedes Fahrwerksmodul an ein baugleiches Fahrwerksmodul mittels der Halte- oder Andockelemente gekoppelt werden kann. Ferner wird durch das Fahrelement an der Unterseite des Gestells ein sehr großer Bewegungsspielraum erreicht. Weiters erlaubt ein Fahrwerksmodul einen äußerst flexiblen Aufbau eines mobilen Roboters mit einer sehr geringen Anzahl von Fahrwerksmodulen. So ermöglicht die sechseckige Bauform den Aufbau eines dreirädrigen Roboters mit drei gleichartig aufgebauten Fahrwerksmodulen.

[0011] Mit den Merkmalen der Kennzeichen der Ansprüche 2 und 4 können die erforderlichen Funktionalitäten mobiler Roboter direkt in die Fahrwerksmodule integriert werden.

[0012] Ein Fahrwerksmodul mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 4 ermöglicht auf einfache Art und Weise die gemeinsame Steuerung einer Vielzahl von miteinander gekoppelten Fahrwerksmodulen, insbesondere bei Abtrennung oder Hinzufügung einzelner Fahrwerksmodule von oder zu einem mobilen Roboter.

[0013] Mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 5 wird das Anbringen standardisierter Module im Bereich der Mantelflächen ermöglicht.

[0014] Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des Fahrelements wird mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 6 bzw. des Anspruchs 7 erzielt.

[0015] Ein mobiler Roboter mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 8 kann einfach hergestellt und aufgebaut werden, wobei dessen Form an eine Vielzahl von Anforderungen angepasst werden kann. Mobile Roboter gemäß Anspruch 8 können mit weiteren mobilen Robotern gemäß Anspruch 8 verbunden werden oder in eine Anzahl von selbstständigen Robotern gemäß Anspruch 8 geteilt werden, sofern diese die nötige Eigenstabilität aufweisen. Dies ermöglicht insbesondere eine automatisierte Zusammenstellung unterschiedlicher Roboter aus einer Anzahl von gleichartig aufgebauten Fahrwerksmodulen, wobei diese Anordnung automatisiert und ohne menschliches Zutun bewirkt werden kann. Ferner ist für den Testbetrieb, für experimentelle Zwecke oder für Rapid-Prototyping-Anwendungen eine äußerst schnelle und einfache Verbindung eines erfindungsgemäßen mobilen Roboters mit weiteren erfindungsgemäßen mobilen Robotern oder einzelnen Fahrwerksmodulen einfach möglich.

[0016] Ein mobiler Roboter gemäß Anspruch 9 weist zusätzlich den Vorteil auf, dass eine von der mechanischen Kopplung der Fahrwerksmodule unabhängige elektrische Kopplung derselben nicht getrennt erfolgen muss und somit der Verkabelungs- und Verschaltungsaufwand wesentlich verringert wird und ferner ein automatischer Aufbau von mobilen Robotern erleichtert wird.

[0017] Mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 10 wird ein mobiler Roboter erstellt, der weniger als drei angetriebene Fahrwerksmodule aufweist, wobei dessen Stabilität durch zumindest ein antriebsloses, drehbar gelagertes und/oder bezüglich einer normal zur Grundfläche des Gestells stehenden Achse entweder starr stehendes oder frei schwenkbares Rad gewährleistet ist. Dies hat den wesentlichen Vorteil, dass damit kostengünstige Roboter mit lediglich einem erfindungsgemäßen Fahrwerksmodul oder mit zwei erfindungsgemäßen Fahrwerksmodulen erzielt werden können. Zusätzlich wird zumindest ein nicht angetriebenes Stabilitätsmodul verwendet, das lediglich die Stabilität des mobilen Roboters gewährleistet, jedoch selbst nicht angetrieben ist.

[0018] Mit den Merkmalen des Anspruchs 11 wird der Aufbau größerer Roboter ermöglicht und die Anzahl der zum Aufbau dieses Roboters benötigten Fahrwerksmodule erheblich reduziert. Insbesondere bei sehr großen Robotern, deren Fläche einem Vielfachen der Grundfläche des Prismas eines einzelnen Fahrwerksmoduls des mobilen Roboters entspricht, würde ein mobiler Roboter, der ausschließlich aus erfindungsgemäßen Fahrwerksmodulen zusammengesetzt ist, hohe Kosten verursachen. Durch die Zwischenelemente wird erreicht, dass Roboter mit einer größeren Grundfläche kostengünstig aufgebaut werden können.

[0019] Mit einem Roboter mit den Merkmalen des Kennzeichens des Anspruchs 12 können gerade Berandungen bzw. eine konvexe Außenform des gesamten mobilen Roboters erzielt werden.

[0020] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Fahrwerksmodul.

[0021] Fig. 2 zeigt schematisch einen mobilen Roboter mit einem Antriebsmodul und einem Stabilitätsmodul.

[0022] Fig. 3 zeigt einen mobilen Roboter, umfassend drei Fahrwerksmodule in Dreieckskonfiguration.

[0023] Fig. 4 zeigt schematisch einen mobilen Roboter, umfassend acht Fahrwerksmodule in rechteckiger Konfiguration sowie neun Zwischenelemente.

- [0024] Fig. 5 zeigt ein erfindungsgemäßes Fahrwerksmodul in Vorderansicht.
- [0025] Fig. 6 zeigt ein erfindungsgemäßes Fahrwerksmodul in Seitansicht.
- [0026] Fig. 7 schematisch einen mobilen Roboter, umfassend vier Fahrwerksmodule in rechteckiger Konfiguration mit einem Zwischenelement und zwei Zwischenelemente mit symmetrisch halbiertes Grundfläche.
- [0027] Fig. 8 zeigt schematisch ein Fahrwerkelement in Draufsicht mit sechs Modulen wobei zwei Module in ausgebauter Form dargestellt sind.
- [0028] Fig. 9 zeigt einen mobilen Roboter mit einem Zwischenelement in Schrägsicht von oben.
- [0029] Fig. 10 zeigt einen mobilen Roboter mit einem Zwischenelement in Schrägsicht von unten.
- [0030] Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Fahrwerksmodul zum Aufbau eines Fahrwerks eines mobilen Roboters. Dieses Fahrwerksmodul umfasst ein Gestell, dessen Außenform im Wesentlichen die Form eines geraden Prismas mit einer regelmäßig sechseckigen Grundfläche besitzt. An der Unterseite des Fahrwerksmoduls bzw. des Gestells ist ein angetriebenes und/oder um eine Achse, die normal zur Grundfläche des Prismas steht, in seiner Vortriebsrichtung einstellbares bzw. verschwenkbares Fahrelement 3 angeordnet. In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das an der Unterseite angeordnete Fahrelement als Rad ausgeführt, welches sowohl angetrieben als auch um eine Achse, die normal zur Grundfläche des Prismas bzw. in einer Ebene parallel zur Grundfläche verläuft, verschwenkbar ist. Das Rad ist an der Mitte der Radachse insbesondere angetrieben gelagert. Die Radachse wird in einer Ebene parallel zur Grundfläche des Prismas und um eine auf die Grundfläche des Prismas normalstehende Schwenkachse verschwenkt, wobei die Schwenkachse das Prisma am Schwerpunkt seiner Grundfläche schneidet. Der Schwenkpunkt liegt hierbei in der Mitte der Radachse und auf der Schwenkachse.
- [0031] An den dargestellten Mantelflächen des vom Gestell aufgespannten Prismas sind Halteelemente und/oder Andockelemente 7 angeordnet. Prinzipiell ist es möglich, Halte- und/oder Andockelemente 7 nicht an allen vorgegebenen Mantelflächen des vom Gestell 2 gebildeten Prismas vorzusehen, wodurch die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten der Fahrwerksmodule eingeschränkt wird. Für bestimmte Ausführungsbeispiele sowie aus Kostengründen können jedoch auch Ausführungsformen vorteilhaft sein, die nur an einzelnen Mantelflächen Halte- und/oder Andockelemente 7 aufweisen.
- [0032] Die Halte- und/oder Andockelemente 7 bieten die Möglichkeit, ein Fahrwerksmodul 1 mit weiteren Fahrwerksmodulen 1 zu verbinden. Insbesondere können diese Halteelemente 7 eine lösbare Verbindung ermöglichen, welche entweder durch manuelle Betätigung oder aber durch elektrische Betätigung erfolgen kann. Manuelle Betätigung der lösbaren Halte- und/oder Andockelemente 7 ermöglicht den schnellen und einfachen Zusammenbau von Prototypen, während das elektrisch aktivierte Verbinden und Lösen der Halteelemente 7 die automatisierte Rekonfiguration eines Roboterfahrwerks umfassend mehrere Fahrwerksmodule 1 ermöglicht. Bei flächigem und schlüssigem Aneinanderliegen zweier Fahrwerksmodule 1 greifen die Halteelemente oder Andockelemente 7 ineinander. Ferner ist es nicht erforderlich, dass sämtliche Halte- und/oder Andockelemente 7 gleichartig ausgebildet sind. Vielmehr besteht die Möglichkeit, Typen von paarweise zusammengehörigen Andockelementen vorzusehen und diese, wie in Fig. 1 dargestellt, abwechselnd an jeweils benachbarten Mantelflächen des das Gestell 2 bildenden Prismas anzuordnen. Dies verringert die Anzahl der möglichen Kombinationen bzw. Konfigurationen von mobilen Robotern, die durch die einzelnen Fahrwerksmodule 1 gebildet werden können, nicht oder nur unwesentlich und ermöglicht einen einfacheren Verschlussmechanismus.
- [0033] Die Anordnung der Halteelemente 7 bzw. der Andockelemente 7 erfolgt vorteilhaft symmetrisch bezüglich einer Teilungslinie der Mantelfläche des Prismas, wobei diese Teilungslinie parallel zu den Seitenkanten des Prismas verläuft und wobei die Teilungslinie die jeweilige

Mantelfläche in der Hälfte teilt. Die Halteelemente oder Andockelemente sind jeweils in derselben Höhe angeordnet.

[0034] Im Rahmen dieser Erfindung ist es nicht erforderlich, dass das gesamte Gestell des Fahrwerksmoduls 2 eine Außenform aufweist, die einem geraden Prisma entspricht. Es ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung lediglich erforderlich, dass das Gestell 2 über einen Teil seiner Höhe ein gerades Prisma mit regelmäßiger polygonaler Grundfläche aufspannt. Bildet man beispielsweise die konvexe Hülle eines Teils des Gestells, so ist es durchaus ausreichend, dass die konvexe Hülle über einem Teil der Höhe die Form eines gleichseitigen geraden Prismas aufweist. Die konvexe Hüllenoperation bestimmt für eine Anzahl von Punkten, in dessen Fall, den Punkten des Gestells, einen konvexen Raum, der sämtliche dieser Punkte umfasst.

[0035] Im Bereich der Mantelflächen des durch das Gestell 2 aufgespannten geraden Prismas sind gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung elektrische Interfaces 9 zur Stromversorgung und/oder zum Datenaustausch angeordnet. Dies ermöglicht die elektrische Kommunikation zwischen den einzelnen Fahrwerksmodulen 1, die für den Betrieb eines mobilen Roboters 10 mit mehreren miteinander verbundenen Fahrwerksmodulen erforderlich ist. Ferner wird durch die elektrischen Interfaces eine gemeinsame Spannungsversorgung aller miteinander verschalteter Fahrwerksmodule 1 erzielt. Die Datenübertragung erfolgt insbesondere mittels eines gemeinsamen Datenbusses, der durch die Verbindung der einzelnen Fahrwerksmodule über ihre elektrischen Interfaces für den die einzelnen Fahrwerksmodule umfassenden mobilen Roboter erstellt ist. Somit ist grundsätzlich gewährleistet, dass alle miteinander verbundenen Fahrwerksmodule 1 über eine gemeinsame Busleitung miteinander verbunden sind und somit in der Lage sind, dezentralisiert untereinander Nachrichten in Form elektrischer Signale auszutauschen. Dies betrifft insbesondere die Ansteuerung der Fahrelemente 3 der einzelnen Fahrwerksmodule 1, vorzugsweise deren Vortrieb sowie deren Verschwenkung gegenüber den einzelnen Fahrwerksmodulen, die Weitergabe von mittels Sensoren 6 aufgenommenen Daten sowie die Übertragung gemeinsam und/oder dezentralisiert verarbeiteter und verwalteter Daten.

[0036] Im Bereich der Mantelflächen des geraden Prismas können ferner Bedienelemente wie Displays, LEDs Taster und Schalter angeordnet sein, über die Befehle eines menschlichen Benutzers an den mobilen Roboter gegeben werden können. Die Taster und Schalter werden dazu verwendet, eine im Fahrelement 3 befindliche Steuerschaltung mit Steuerbefehlen zu versorgen und somit ein geändertes Betriebsverhalten des Fahrwerksmoduls 1 bzw. bei Ankoppelung einer Vielzahl von Fahrwerksmodulen 1 an einem gemeinsamen Datenbus eine Steuerung sämtlicher Fahrelemente des gesamten mobilen Roboters 10 zu bewirken. Ferner können LEDs bzw. Displayeinheiten dazu verwendet werden, den Betriebszustand des Fahrwerksmoduls 1 sowie gegebenenfalls des gesamten mobilen Roboters 10 darzustellen.

[0037] Eine besondere Ausführungsform der Erfindung ermöglicht es, einen modularen und flexiblen Aufbau der einzelnen Fahrwerksmodule 1 zu erreichen. Hierbei ist, wie in Fig. 8 schematisch dargestellt, vorgesehen, dass im Bereich der Mantelflächen des geraden Prismas Halterungen 12 vorgesehen sind, mit denen Halteelemente 7, Sensoren, elektrische Interfaces und/oder Bauelemente gehalten werden oder verbunden sind, die in Form von Modulen 11 ausgebildet sind. Die Halterungen 12 sind vorteilhafterweise als Profilverteile ausgebildet, die die Module 11 tragen. Die Module 11 sind vorteilhafterweise als Blechteile ausgebildet, die die Außenform des Prismas bilden. Die Blechteile der Module 11 sind insbesondere in Form von rechteckigen Platten ausgebildet, in deren, vorzugsweise mittigen, Bereich sich die jeweiligen Halteelemente 7, Sensoren, elektrische Interfaces und/oder Bedienelemente befinden. Diese Module 11 werden mit den Halterungen 12 verbunden und gegebenenfalls an die Steuerschaltung des Fahrwerksmoduls 1 angeschlossen. Auf diese Art ist es möglich, einfach und zeitsparend Komponenten eines Roboters auszuwechseln und Roboter rasch zu rekonfigurieren.

[0038] Im unteren Bereich des Fahrwerkselements 1 ist, wie in den Fig. 5 und 6 dargestellt, ein Fahrelement 3 vorgesehen, das in Form eines verschwenkbaren Rades ausgebildet ist. Auch

Fig. 10 kann ein derartiges Fahrelement 3 entnommen werden. Kennzeichnend für dieses Fahrelement 3 ist, dass es ein angetriebenes und verschwenkbar gelagertes Rad umfasst. Bei einem mobilen Roboter mit mehreren Fahrwerksmodulen 1 sind die Fahrelemente 3 bezüglich der Fahrwerksmodule 1 gleich angeordnet.

[0039] Der Antrieb bzw. die Verschwenkung des Rades wird durch zwei Motoren ermöglicht, wobei ein erster Motor das Fahrelement 3 antreibt und ein zweiter Motor das Fahrelement 3 um eine normal zur Grundfläche des Prismas stehende Achse verschwenkt. Beide Motoren sind an eine gemeinsame Steuereinrichtung, die sich im Inneren des Fahrwerkselements 1 befindet, angeschlossen, die die beiden Motoren ansteuert. Ein erfindungsgemäßes Fahrelement verfügt über eine gegenüber dem Gestell des Fahrelements 1 bezüglich einer Drehachse verschwenkbare Radaufhängung. Diese Verschwenkachse steht normal zur Grundfläche des durch das Gestell des Fahrwerksmoduls 1 aufgespannten Prismas. Die Drehachse des Fahrelements 3, nämlich eines Rades, liegt parallel zur Grundfläche dieses Prismas. Der zweite Motor verschwenkt die Radaufhängung gegenüber dem Gestell 2 des Fahrwerksmoduls 1. Zum einen besteht die Möglichkeit, dass der erste Motor direkt auf der Radaufhängung angeordnet ist und sein Drehmoment auf das Rad überträgt. Zum anderen besteht auch die Möglichkeit, dass der erste Motor fest mit dem Fahrwerksmodul 1 bzw. dessen Gestell verbunden ist und eine Übertragung des Drehmoments des Motors auf das Rad über ein Getriebe erfolgt.

[0040] Die Erfindung betrifft ferner den Zusammenbau einer Vielzahl von zumindest zwei, vorzugsweise zumindest drei Fahrwerksmodulen 1, die mittels der an ihren Seitenflächen angeordneten Halteelemente und/oder Andockelemente 7 miteinander, insbesondere unmittelbar, flächig und starr verbunden sind. Mögliche Konfigurationen und Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen mobilen Roboters 10 sind schematisch in den Figuren 3 und 4 dargestellt. Fig. 3 zeigt einen erfindungsgemäßen Roboter 10 umfassend drei Fahrwerksmodule 1. Diese Fahrwerksmodule 1 sind mittels der an ihren Seitenflächen angeordneten Halteelemente 7 miteinander flächig, unmittelbar und starr verbunden. Durch die Auflagepunkte der Räder der Fahrwerkelemente 1 des mobilen Roboters 10 wird ein gleichseitiges Dreieck aufgespannt, was bei einer Konfiguration mit drei Fahrelementen 3 optimale Stabilität und Kippfestigkeit bietet. Wie bereits erwähnt, ist es besonders vorteilhaft, dass die einzelnen elektrischen Interfaces der miteinander verbundenen mechanisch gekoppelten Fahrwerksmodule 1 elektrisch miteinander verbunden sind. Dies ermöglicht eine einfache Datenverbindung und Verteilung der erforderlichen Versorgungsspannung über den gesamten mobilen Roboter 10.

[0041] Fig. 2 zeigt einen mobilen Roboter 10, der durch ein Fahrwerksmodul 1 sowie ein Stabilitätsmodul 4 gekennzeichnet ist. Das Stabilitätsmodul 4 umfasst ein Gestell, das zumindest über einen Teil seiner Höhe ein gerades Prisma mit regelmäßiger polygonaler Grundfläche, insbesondere durch seine konvexe Hülle aufspannt, wobei das Gestell des Stabilitätsmoduls 4 dem Gestell des Fahrwerksmoduls 1 entspricht. Das Stabilitätsmodul 4 umfasst hierbei an der Unterseite seines Gestells 2 zwei antriebslose und bezüglich einer normal zur Grundfläche des Gestells 2 stehenden Achse starr stehende bzw. nicht verschwenkbare Räder 5. Erfindungsgemäß ist es jedoch auch möglich, dass lediglich ein, bezüglich einer normal zur Grundfläche des Gestells 2 stehenden Achse starr stehend oder verschwenkbar ausgeführtes, Rad 5 an der Unterseite des Gestells des Stabilitätsmoduls 4 vorgesehen ist. Für eine derartige Roboterkonfiguration mit einem Fahrwerksmodul 1 sowie einem Stabilitätsmodul 4 mit lediglich einem Rad 5 sind zusätzliche stabilisierende Maßnahmen erforderlich, da lediglich zwei Auflagepunkte der Räder vorhanden sind. Roboterkonfigurationen mit einem Fahrwerksmodul 1 und mindestens zwei Stabilitätsmodulen 4 mit jeweils einem Rad 5 realisieren einen kippstabilen Roboter.

[0042] Bei der in Fig. 2 dargestellten Ausführungsform der Erfindung sind die Auflagepunkte der Räder in Form eines gleichschenkeligen Dreiecks angeordnet, was bezüglich der Stabilität weniger vorteilhaft ist als in der in Fig. 3 dargestellten Ausführungsform der Erfindung. Eine Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist jedoch kostengünstiger herzustellen und ermöglicht den Aufbau eines mobilen Roboters mit lediglich einem Fahrwerksmodul 1 sowie einem, wesentlich kostengünstiger herzustellenden Stabilitätsmodul 4. Das Stabilitätsmodul 4 ist dabei so ausgebildet, dass an zumindest einer der Mantelflächen des Gestells 2 des Stabilitätselements 4 ein

Halteelement oder Andockelement 7 zur Verbindung mit dem Fahrwerksmodul 1 vorgesehen ist. Dieses Halteelement oder Andockelement 7 ist vorzugsweise identisch zu den auf dem Fahrwerksmodul 1 angeordneten Halteelementen oder Andockelementen 7.

[0043] Das Fahrwerksmodul 1 und das Stabilitätselement 4 sind mittels der an ihren Mantelflächen angeordneten Halteelemente oder Andockelemente 7 miteinander starr, flächig, lösbar und unmittelbar verbunden.

[0044] Eine besondere Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das Stabilitätsmodul 4 über zumindest ein elektrisches Interface verfügt und die elektrischen Interfaces 9 des Fahrwerksmoduls 1 mit dem elektrischen Interface des Stabilitätsmoduls 4 verbunden sind.

[0045] Eine weitere Ausführungsform eines mobilen Roboters ist in Fig. 4 dargestellt. Ein derartiger mobiler Roboter umfasst neben einer Anzahl von zumindest zwei, vorteilhafterweise zumindest drei Fahrwerksmodulen 1 eine Anzahl von antriebslosen Zwischenelementen 8 ohne Fahrelemente 3, die zwischen den einzelnen Fahrwerksmodulen 1 angeordnet sind. Das Gestell dieser Zwischenelemente 8 verfügt dabei über ähnliche geometrische Eigenschaften wie das Gestell 2 eines Stabilitätselements 4 oder eines Fahrwerksmoduls 1. Ein derartiges Gestell eines Zwischenelements 8 spannt über einen Teil seiner Höhe dieselbe geometrische Form auf wie das Gestell 2 der Fahrwerksmodule 1 oder das Gestell der Stabilitätsmodule 4.

[0046] Die Zwischenelemente 8 verfügen an ihren Mantelflächen über Halteelemente und/oder Andockelemente 7 und sind mittels dieser mit den Fahrwerksmodulen 1 sowie gegebenenfalls mit Stabilitätsmodulen 4 verbunden. Auch die Zwischenelemente 8 können gegebenenfalls über elektrische Interfaces verfügen, wobei diese mit den elektrischen Interfaces der Fahrwerksmodule 1 und der Stabilitätselemente 4 elektrisch verbunden sind. Durch diese Zwischenelemente 8 können wesentlich größere mobile Roboter 10 realisiert werden. Eine Verbindung der Fahrwerksmodule 1 mit den Zwischenelementen 8 mittels der Verbindungselemente 7 ermöglicht darüber hinaus eine Teilung eines Roboters 10 in mehrere Roboter 10 mit einer geringeren Anzahl von Fahrwerksmodulen 1 und Zwischenelementen 8. So kann zum Beispiel der in Fig. 4 dargestellte Roboter 10 in zwei Roboter mit jeweils vier Fahrwerksmodulen 1 je nach Art der Teilung mit vier bzw. fünf Zwischenelementen 8 geteilt werden. Zwischenelemente 8 reichen in einer Anordnung niemals bis zum Boden und sind zum Boden durch die benachbarten Fahrwerksmodule beabstandet gehalten.

[0047] Von besonderem Vorteil ist, dass zwischen den einzelnen Fahrwerksmodulen 1 bzw. den Stabilitätselementen 4 weitere Zwischenelemente 8 angeordnet sind, wobei diese Zwischenelemente 8 ein Gestell aufweisen, das dieselbe geometrische Form eines Prismas aufspannt wie das Gestell 2 der Fahrwerksmodule. Es ist jedoch vorgesehen, dass nicht die von den Zwischenelementen 8 bzw. den Fahrwerksmodulen 1 aufgespannten Prismas identische Form aufweisen, sondern lediglich identische Grundflächen aufweisen. Somit kann ein Zwischenelement 8 derart aufgebaut werden, wobei die Grundfläche eines vom Gestell des Zwischenelements 8 aufgespannten Prismas mit der Grundfläche des von einem Fahrwerksmodul 1 oder einem Stabilitätselement 4 aufgespannten Prismas übereinstimmt.

[0048] Eine derartige Ausführungsform ist in Fig. 10 dargestellt. Die Höhe der Fahrwerksmodule 1 ist hierbei nicht gleich der Höhe der Zwischenelemente 8.

[0049] Betreffend die Anordnung, Abmessung bzw. Ausgestaltung des Gestells, des vom Gestell aufgespannten Prismas, die Halteelemente 7, die elektrischen Interfaces 9, die Bedienelemente, die Sensorelemente, die Displays und LEDs gelten für die Zwischenelemente 8 und die Stabilitätselemente 4 dieselben erfindungsgemäßen Anforderungen und Einschränkungen wie für Fahrwerksmodule 1.

[0050] Ferner besteht die Möglichkeit, dass die Grundfläche eines vom Gestell eines Zwischenelements 8' aufgespannten Prismas einem durch symmetrische Teilung enthaltenen Teil vorzugsweise der Hälfte der Grundfläche des durch das Gestell der Fahrwerksmodule 1 oder der Stabilitätselemente 4 aufgespannten Prismas entspricht. Fig. 7 zeigt einen mobilen Roboter

mit vier Fahrwerksmodulen 1, einem Zwischenelement 8 sowie zwei Zwischenelementen 8', deren Grundfläche der symmetrischen halbierten Grundfläche der Fahrwerksmodule 1 entspricht. Eine derartige Ausführungsform ist insbesondere dann von Vorteil, wenn der mobile Roboter entlang seiner Seitenflächen eben bzw. gerade berandet sein soll. Die Zwischenelemente 8' erhöhen darüber hinaus die mechanische Festigkeit des Gesamtaufbaues.

Patentansprüche

1. Fahrwerksmodul (1) zum Aufbau eines Fahrwerks eines mobilen Roboters (10), umfassend
 - ein Gestell (2), das zumindest über einen Teil seiner Höhe, insbesondere durch seine konvexe Hülle, ein gerades Prisma mit regelmäßiger polygonaler Grundfläche aufspannt und an dessen Unterseite zumindest ein angetriebenes und/oder um eine Achse normal zur Grundfläche des Prismas in seiner Vortriebsrichtung einstellbares bzw. verschwenkbares Fahrelement (3) angeordnet ist sowie
 - Halteelemente und/oder Andockelemente (7), die im Bereich zumindest einer der Mantelflächen des Prismas zur, insbesondere lösbaren, Verbindung mit weiteren Fahrwerksmodulen (1) vorgesehen sind,**dadurch gekennzeichnet**,
dass das gerade Prisma eine regelmäßig sechseckige Grundfläche besitzt und/oder das Gestell (2) ein regelmäßig sechseckiges Prisma aufspannt.
2. Fahrwerksmodul gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Mantelflächen des geraden Prismas Sensorelemente (6) angeordnet sind.
3. Fahrwerksmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Halteelemente und/oder Andockelemente (7) elektrische Interfaces (9) zur Stromversorgung und/oder zur Datenübertragung angeordnet sind, insbesondere zur gemeinsamen Spannungsversorgung oder zur Verbindung eines gemeinsamen Datenbusses mit weiteren, mit dem Fahrwerksmodul (1) verbundenen Fahrwerksmodulen.
4. Fahrwerksmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich der Mantelflächen des geraden Prismas Bedienelemente, insbesondere Displays, Leds, Taster und/oder Schalter, angeordnet sind, die den Fahrtrieb oder eine das Fahrwerksmodul steuernde Steuerschaltung ansteuern oder den Betriebszustand des Fahrwerksmoduls anzeigen bzw. darstellen.
5. Fahrwerksmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** insbesondere im Bereich der Mantelflächen des geraden Prismas befindlichen Halterungen (12), mit welchen Halteelemente, Sensoren, elektrische Interfaces und/oder Bedienelemente, die in Form von Modulen (11) ausgebildet sind, im Bereich der Mantelflächen des geraden Prismas gehalten werden.
6. Fahrwerksmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
 - dass das Fahrelement (3) von einem angetriebenen und verschwenkbar gelagerten Rad gebildet ist,
 - wobei die Drehachse des Rades parallel zur Grundfläche des Prismas liegt und
 - wobei das Rad, insbesondere dessen Radachse, um eine normal zur Grundfläche des Prismas stehende, insbesondere den Schwerpunkt der Grundfläche des Prismas schneidende, vorzugsweise das Rad und/oder die Mitte der Radachse schneidende, Achse verschwenkbar gelagert ist.
7. Fahrwerksmodul gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, **gekennzeichnet durch**
 - einen ersten Motor, der das Fahrelement (3) antreibt, und/oder
 - einen zweiten Motor, der das Fahrelement (3) um eine normal zur Grundfläche des Prismas stehende Achse, insbesondere den Schwerpunkt der Grundfläche des Prismas schneidende, vorzugsweise das Rad und/oder die Mitte der Radachse schneidende Achse, verschwenkt, und
 - gegebenenfalls eine Steuereinrichtung, die den ersten Motor und/oder den zweiten Motor ansteuert.

8. Mobiler Roboter, **gekennzeichnet durch** eine Anzahl von zumindest zwei, vorzugsweise zumindest drei, Fahrwerksmodulen (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Fahrwerksmodule (1) mittels der an ihren Mantelflächen angeordneten Halteelemente und/oder Andockelemente (7) miteinander, insbesondere unmittelbar, flächig und starr, verbunden sind.
9. Mobiler Roboter nach Anspruch 8, gebildet mit Fahrwerksmodulen (1) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektrischen Interfaces (9) von miteinander unmittelbar mechanisch gekoppelten Fahrwerksmodulen elektrisch verbunden sind.
10. Mobiler Roboter **gekennzeichnet durch**
 - a) zumindest ein Fahrwerksmodul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7 sowie
 - b) zumindest ein Stabilitätsmodul (4), umfassend ein Gestell, das zumindest über einen Teil seiner Höhe, insbesondere durch seine konvexe Hülle, ein gerades Prisma mit regelmäßiger polygonaler Grundfläche aufspannt, wobei das Gestell vorzugsweise dem Gestell (2) des Fahrwerksmoduls (1) entspricht,
 - wobei an der Unterseite des Gestells (2) zumindest ein antriebsloses und/oder bezüglich einer normal zur Grundfläche des Gestells (2) stehenden, insbesondere den Schwerpunkt der Grundfläche des Prismas schneidenden, vorzugsweise das Rad und/oder die Mitte der Radachse schneidenden, Achse entweder starr stehendes oder bezüglich dieser Achse frei verschwenkbares Rad (5) angeordnet ist,
 - wobei an zumindest einer der Mantelflächen des Gestells (2) des Stabilitätselements (4) ein Halteelement oder Andockelement (7) zur Verbindung mit dem Fahrwerksmodul (1) vorgesehen ist,
 - wobei das Fahrwerksmodul (1) und das Stabilitätselement (4) mittels der an ihren Mantelflächen angeordneten Halteelemente und/oder Andockelemente (7) miteinander, insbesondere starr, flächig, lösbar und/oder unmittelbar, verbunden sind, und
 - wobei gegebenenfalls das Stabilitätsmodul (4) über ein elektrisches Interface verfügt und die elektrischen Interfaces (9) des Fahrwerksmoduls (1) und des Stabilitätselements (4) miteinander elektrisch verbunden sind.
11. Mobiler Roboter nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den einzelnen Fahrwerksmodulen (1) und/oder Stabilitätsmodulen (4) Zwischenelemente (8) angeordnet sind, deren Gestell über einen Teil seiner Höhe, dieselbe geometrische Form aufspannt wie das Gestell (2) der Fahrwerksmodule (1) und/oder das Gestell der Stabilitätsmodule, insbesondere ein Prisma mit identischer Grundfläche aufspannt,
 - wobei die Zwischenelemente (8) an ihren Mantelflächen Halteelemente und/oder Andockelemente (7) aufweisen und mittels dieser mit den Fahrwerksmodulen (1) und/oder Stabilitätselementen (4) verbunden sind, und
 - wobei gegebenenfalls die Zwischenelemente (8) über elektrische Interfaces verfügen und diese mit den elektrischen Interfaces (9) der Fahrwerksmodule (1) und der Stabilitätselemente (4) elektrisch verbunden sind.
12. Mobiler Roboter nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den einzelnen Fahrwerksmodulen (1) und/oder Stabilitätselementen (4) weitere Zwischenelemente (8') angeordnet sind, und
 - dass diese Zwischenelemente (8') ein Gestell aufweisen, das dieselbe geometrische Form eines Prismas aufspannt wie das Gestell (2) der Fahrwerksmodule (1) oder
 - dass die Grundfläche eines vom Gestell aufgespannten Prismas gegebenenfalls einem, insbesondere durch symmetrische Teilung erhaltenen, Teil, vorzugsweise der Hälfte, der Grundfläche des durch das Gestell (2) der Fahrwerksmodule (1) und/oder der Stabilitätsmodule (4) aufgespannten Prismas entspricht.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen

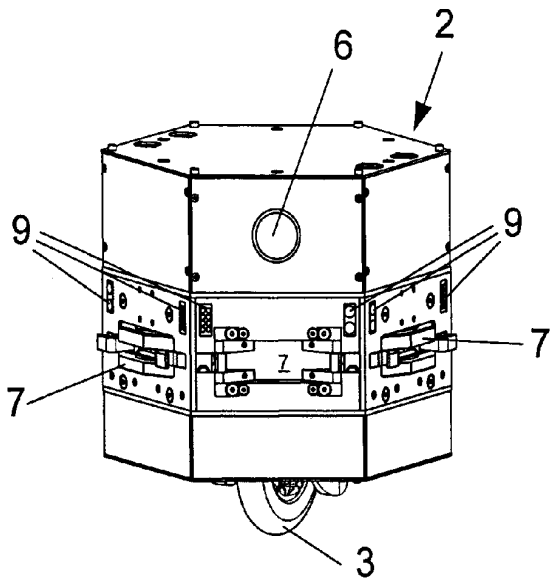


Fig. 1

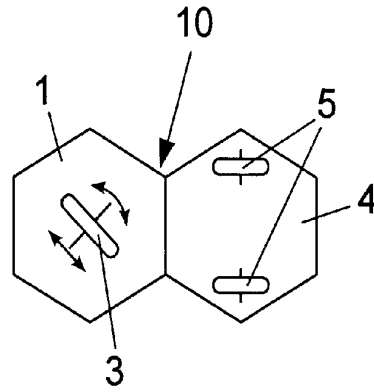


Fig. 2

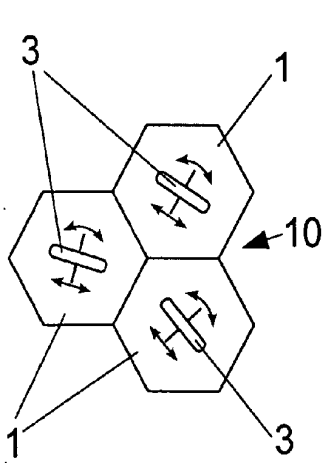


Fig. 3

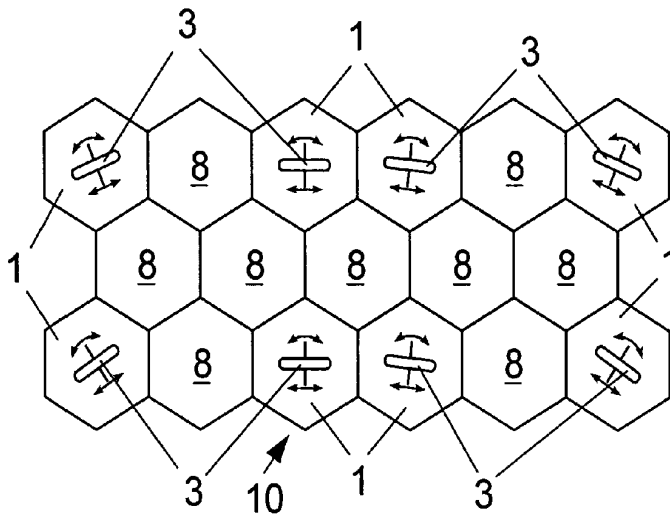


Fig. 4

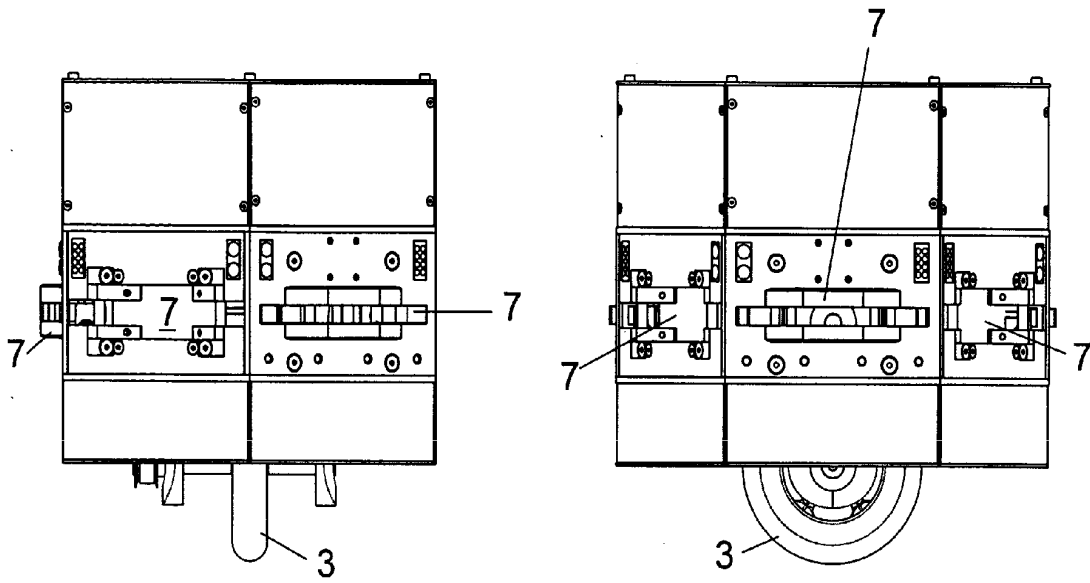


Fig. 5

Fig. 6

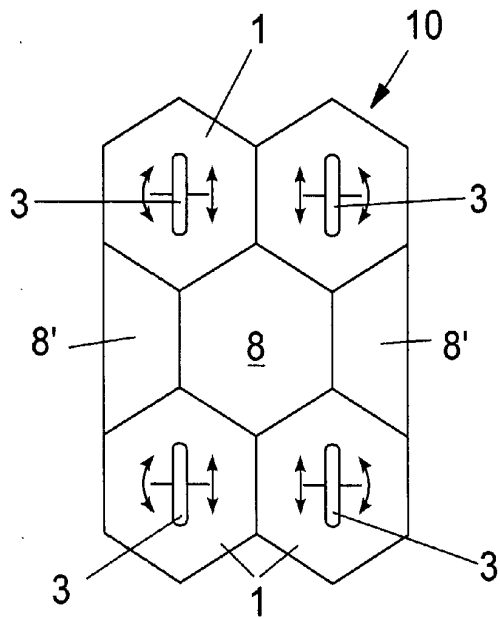


Fig. 7

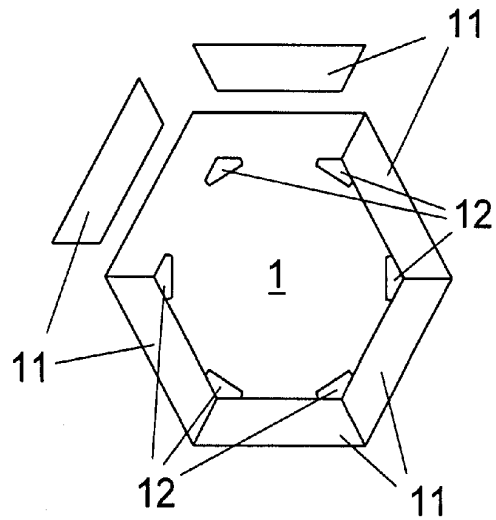


Fig. 8

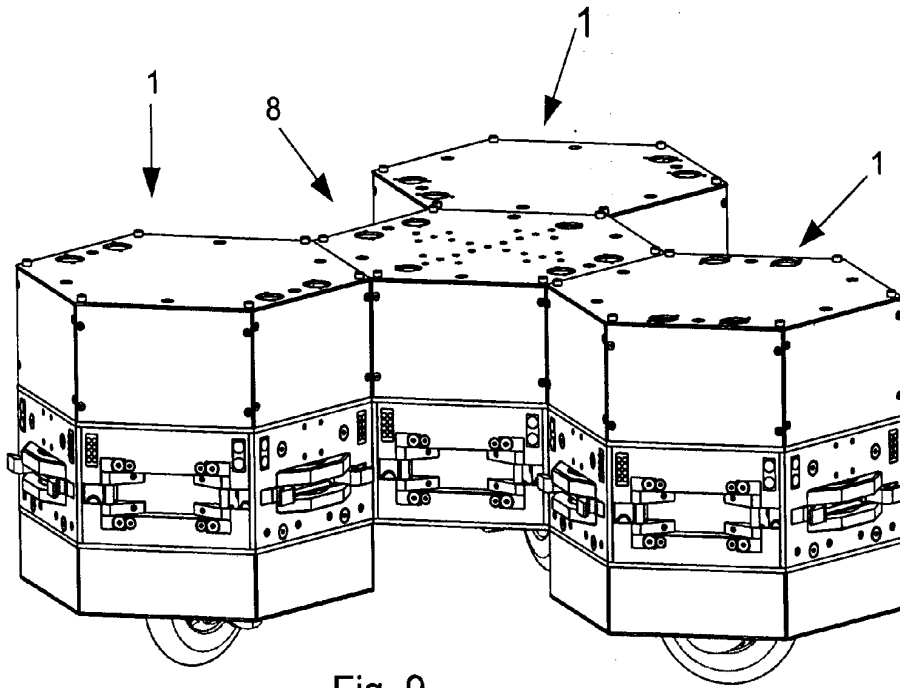


Fig. 9

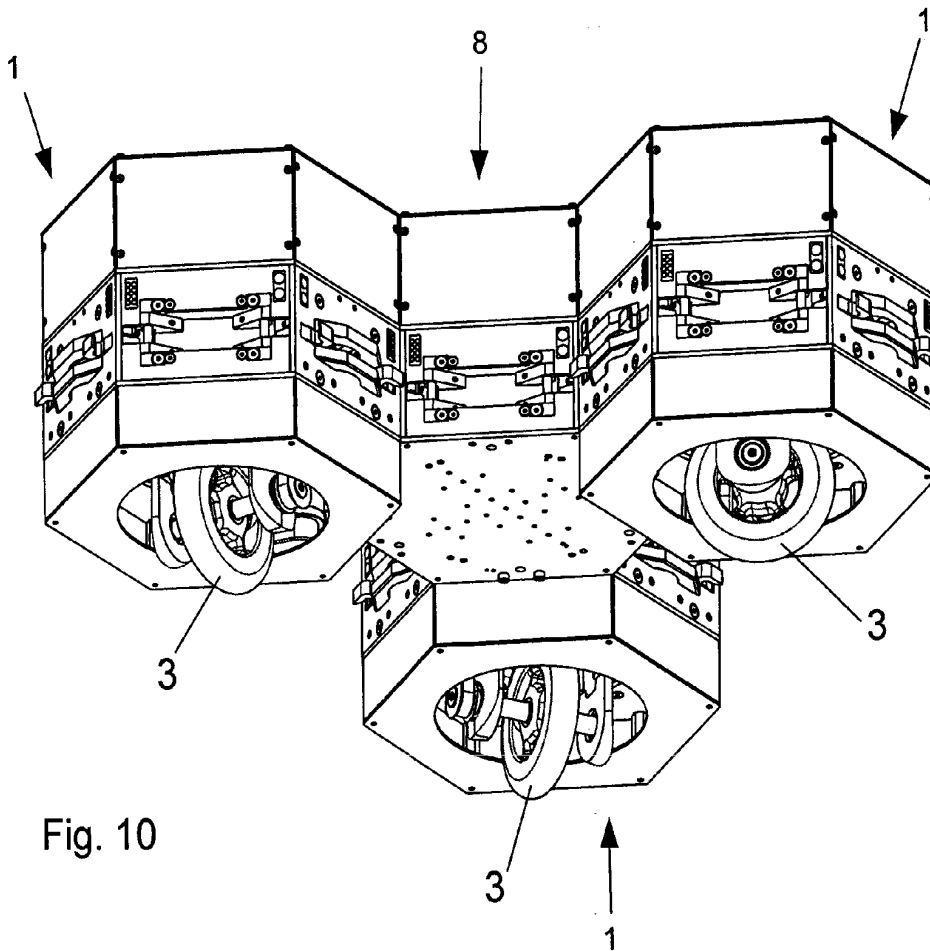


Fig. 10