(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2021 006 090 T5** 2023.10.19

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/176095**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 006 090.2**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/006083**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.02.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **25.08.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **19.10.2023**

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

(71) Anmelder:
Hitachi High-Tech Corporation, Tokyo, JP

(74) Vertreter:
Manitz Finsterwald Patent- und Rechtsanwaltspartnerschaft mbB, 80336 München, DE

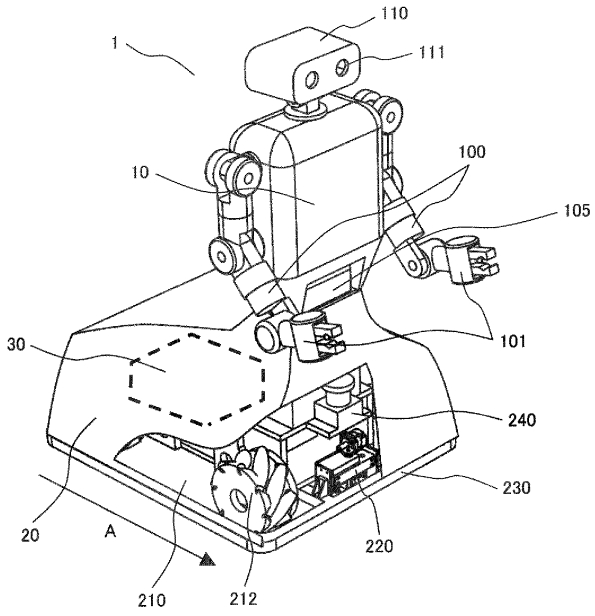
(72) Erfinder:
Mitsuyama, Toshifumi, Tokyo, JP; Kanai, Yoshiki, Tokyo, JP; Shibata, Toru, Tokyo, JP; Okada, Yuuko, Tokyo, JP; Takahashi, Hiroki, Tokyo, JP; Inoue, Tomohiro, Tokyo, JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **MOBILER ROBOTER**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung stellt einen mobilen Roboter zur Verfügung, der gleichzeitig einen Stoß absorbieren kann, der von einer unebenen Straßenoberfläche empfangen wird, während er sich bewegt, und die Position oder Orientierung des mobilen Roboters abschätzen kann, während er funktioniert. Der mobile Roboter gemäß der vorliegenden Erfindung hat einen Betriebsmechanismus mit einem Mehrgelenkarm und einen Bewegungsmechanismus, der den Betriebsmechanismus in Bewegung versetzt, wobei der mobile Roboter dadurch gekennzeichnet ist, dass: der Bewegungsmechanismus ein erstes Stützteil und ein zweites Stützteil hat, die das Gewicht des Bewegungsmechanismus stützen; und das zweite Stützteil an einer Position installiert ist, die in Bezug auf die Bewegungsrichtung des Bewegungsmechanismus näher an einem äußeren Umfangsbereich ist als die Installationsposition des ersten Stützteils.



Beschreibung

Technischer Bereich

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen mobilen Roboter mit einem an einem Bewegungsmechanismus (z.B. einem Wagen) montierten Gelenkarm. Insbesondere bezieht sich die vorliegende Erfindung auf einen mobilen Roboter, der ein Arbeitsziel ergreift, sich zu einem Arbeitsplatz (z.B. einer Werkbank) bewegt und verschiedene Arbeiten durchführt.

Stand der Technik

[0002] In den letzten Jahren wurden ein Zweiarm-Roboter mit einem Gelenkarm und ein mobiler Roboter, bei dem ein einzelner Roboterarm auf einem Wagen montiert ist, der sich autonom bewegen kann, erforscht und entwickelt. Der mobile Roboter kann ein Arbeitsziel tragen, sich zu einer Werkbank bewegen, verschiedene Werkzeuge auf der Werkbank benutzen und automatisch verschiedene Arbeiten durchführen.

[0003] JP2017-94470A (im Folgenden als PTL 1 bezeichnet) ist ein Hintergrundwissen auf einem solchen technischen Gebiet.

[0004] In PTL 1 wird ein Roboter beschrieben, der leicht bewegt und installiert werden kann, der Abweichungen in der Position und Ausrichtung des Roboters verhindern kann, der eine Vielzahl von Bewegungsbereichen zum Bewegen des Roboters und einen Betätigungsbereich hat und der einen Fixierbereich hat, der den Roboter von einer Bodenoberfläche trennt, indem mindestens einer der Vielzahl von Bewegungsbereichen durch Betätigen des Betätigungsbereichs bewegt wird (siehe die Zusammenfassung von PTL 1).

Zitierliste

Patentliteratur

[0005] PTL 1: JP2017-94470A

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0006] PTL 1 beschreibt einen Roboter (mobiler Roboter) mit dem Fixierbereich, das den Roboter von der Bodenoberfläche trennt. Mit anderen Worten, der in PTL 1 beschriebene mobile Roboter verhindert eine Verschiebung des mobilen Roboters, wenn der Gelenkarm in Betrieb ist, durch den Fixierbereich, um eine Verschiebung der Position und Ausrichtung des mobilen Roboters zu verhindern, wenn der Gelenkarm in Betrieb ist.

[0007] Da sich ein mobiler Roboter auf einer unebenen Fahrbahn bewegen kann, ist es im Allgemeinen notwendig, die Steifigkeit einer Struktur zu verringern, die ein Rad stützt, einen von der unebenen Fahrbahn erhaltenen Stoß zu absorbieren, wenn sich der mobile Roboter bewegt, und eine Ausrichtungsänderung des mobilen Roboters beim Bewegen zu verhindern.

[0008] Ein mobiler Roboter mit einem Gelenkarm verlagert einen Schwerpunkt auf einen Wagen, wenn der Gelenkarm in Betrieb ist. Daher ist es notwendig, die Steifigkeit einer Struktur, die ein Rad trägt, zu erhöhen und eine Ausrichtungsänderung des mobilen Roboters zu verhindern, wenn der mobile Roboter in Betrieb ist, damit sich Position und Ausrichtung des mobilen Roboters nicht verändern, wenn der Gelenkarm in Betrieb ist.

[0009] So wird bei einem mobilen Roboter mit Gelenkarm die Steifigkeit der Struktur, die das Rad trägt, entsprechend der Bewegung des mobilen Roboters und dem Betrieb des Gelenkarms eingestellt.

[0010] Beispielsweise muss ein mobiler Roboter, der eine Flüssigkeit als Arbeitsziel transportiert, sich zu einer Werkbank bewegt und auf der Werkbank präzise Dosier- und Rührarbeiten durchführt, einen von einer unebenen Fahrbahnoberfläche ausgehenden Stoß abfangen, damit der mobile Roboter die Flüssigkeit während der Bewegung nicht verschüttet, und die Position und Ausrichtung des Roboters beibehalten, d. h. eine Veränderung der Ausrichtung verhindern, damit der Roboter während des Betriebs präzise Dosier- und Rührarbeiten durchführen kann.

[0011] Anders ausgedrückt muss ein solcher mobiler Roboter gleichzeitig einen Stoß von einer unebenen Straßenoberfläche absorbieren, während er sich bewegt, und die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters während des Betriebs beibehalten.

[0012] In PTL 1 wird jedoch kein mobiler Roboter beschrieben, der gleichzeitig einen Stoß von einer unebenen Fahrbahnoberfläche während der Bewegung absorbiert und die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters während des Betriebs beibehält.

[0013] Dementsprechend stellt die vorliegende Erfindung einen mobilen Roboter zur Verfügung, der gleichzeitig einen Stoß von einer unebenen Straßenoberfläche während der Bewegung absorbiert und die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters während des Betriebs beibehält.

Lösung des Problems

[0014] Um das oben beschriebene Problem zu lösen, ist ein mobiler Roboter der vorliegenden Erfindung ein mobiler Roboter, der einen Arbeitsmechanismus mit einem Gelenkarm und einen Bewegungsmechanismus zum Bewegen des Arbeitsmechanismus aufweist, wobei der Bewegungsmechanismus einen ersten Stützbereich und einen zweiten Stützbereich zum Abstützen eines Gewichts des mobilen Roboters aufweist, und der zweite Stützbereich an einer Position installiert ist, die näher an einem Außenrandbereich liegt als eine Installationsposition des ersten Stützbereichs in Bezug auf eine Bewegungsrichtung des Bewegungsmechanismus.

Vorteilhafte Auswirkungen der Erfindung

[0015] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, einen mobilen Roboter zur Verfügung zu stellen, der gleichzeitig einen Stoß von einer unebenen Fahrbahnoberfläche während der Bewegung absorbiert und die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters während des Betriebs beibehält.

[0016] Andere als die oben beschriebenen Probleme, Konfigurationen und Wirkungen werden durch die Beschreibung von Beispielen im Folgenden verdeutlicht.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[**Fig.** 1] **Fig.** 1 ist ein erklärendes Diagramm zur Veranschaulichung des Aussehens eines mobilen Roboters 1, der in einem ersten Beispiel beschrieben wird.

[**Fig.** 2] **Fig.** 2 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung einer Struktur eines Bewegungsmechanismus 20 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1.

[**Fig.** 3] **Fig.** 3 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung einer Struktur eines zweiten Stützbereichs 220 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1.

[**Fig.** 4] **Fig.** 4 ist ein erklärendes Diagramm zur Veranschaulichung eines Zustands des mobilen Roboters 1 während der im ersten Beispiel beschriebenen Bewegung.

[**Fig.** 5] **Fig.** 5 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Trägerstruktur des mobilen Roboters 1 bei der im ersten Beispiel beschriebenen Bewegung.

[**Fig.** 6] **Fig.** 6 ist ein erläuterndes Diagramm zur Veranschaulichung eines Zustands, in dem sich der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 zu einer Werkbank 50 bewegt und angehalten hat.

[**Fig.** 7] **Fig.** 7 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Trägerstruktur, wenn der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 zur Werkbank 50 gefahren und stehen geblieben ist.

[**Fig.** 8] **Fig.** 8 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung der zeitlichen Übergänge einer Last N11F, die auf einen vorderen ersten Stützbereich 210 wirkt, und einer Last N21, die auf den zweiten Stützbereich 220 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 wirkt.

[**Fig.** 9] **Fig.** 9 ist ein erläuterndes Diagramm zur Veranschaulichung eines Zustands, in dem der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 an der Werkbank 50 arbeitet.

[**Fig.** 10] **Fig.** 10 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung der im ersten Beispiel beschriebenen Trägerstruktur des mobilen Roboters 1, wenn der Roboter auf der Werkbank 50 arbeitet.

[**Fig.** 11] **Fig.** 11 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung der zeitlichen Übergänge einer Last N12F, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210 wirkt, und einer Last N22, die auf den zweiten Stützbereich 220 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 wirkt.

[**Fig.** 12] **Fig.** 12 ist ein erklärendes Diagramm zur Veranschaulichung einer Struktur eines Bewegungsmechanismus 20 eines mobilen Roboters 1, der in einem zweiten Beispiel beschrieben ist.

[**Fig.** 13] **Fig.** 13 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung einer in einem dritten Beispiel beschriebenen Struktur eines Bewegungsmechanismus 20 eines mobilen Roboters 1.

[**Fig.** 14] **Fig.** 14 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung einer vergrößerten Ansicht der Umgebung eines zweiten Stützbereichs 220 des im dritten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0017] Beispiele der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Im Wesentlichen funktionsgleiche oder ähnliche Konfigurationen sind mit denselben Bezugsziffern gekennzeichnet, so dass eine redundante Beschreibung entfallen kann.

Erstes Beispiel

[0018] Zunächst wird das Aussehen eines mobilen Roboters 1 in einem ersten Beispiel beschrieben.

[0019] **Fig.** 1 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung des Aussehens des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1. In **Fig.** 1 ist ein Teil einer Abdeckung eines Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 entfernt, so dass eine innere Struktur zu sehen ist, um die innere Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 leicht zu verstehen.

[0020] Der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 hat einen Arbeitsmechanismus (im Folgenden als Zweiarm-Roboter 10 bezeichnet) mit Gelenkarmen 100 und einem Kopfbereich 110. Der mobile Roboter 1 ist hierauf jedoch nicht beschränkt. So kann der mobile Roboter 1 beispielsweise eine Kombination aus zwei Robotern sein, einem rechtsarmigen einarmigen Roboter und einem linksarmigen einarmigen Roboter. Bei den beiden Robotern kann es sich um verschiedene Arten von Robotern handeln. Der Roboter kann auch nur aus einem einzigen Arm bestehen und ist nicht durch die Anzahl der Arme begrenzt.

[0021] Dann bewegt sich der mobile Roboter 1 beim Schätzen der Position des Roboters autonom, behält Position und Ausrichtung des Roboters bei, und kann auf Rädern stabil auf einer unebenen Fahrbahnoberfläche fahren.

[0022] Der mobile Roboter 1 führt verschiedene Arbeiten aus und umfasst den Zweiarm-Roboter 10 mit den Gelenkarmen 100, den Bewegungsmechanismus 20 zum Bewegen des Zweiarm-Roboters 10 und eine Steuerungseinheit 30 zum Steuern seiner Arbeitsabläufe.

[0023] Der Zweiarm-Roboter 10 verfügt über zwei (linke und rechte) Gelenkarme 100 mit jeweils eingebauten Aktuatoren in jedem Gelenk, und eine Hand (Greifer) 101 zum Greifen eines Arbeitsziels und Ausführen verschiedener Arbeiten (Manipulationen) ist an einer Spitze des Gelenkarms 100 installiert.

[0024] Der Zweiarm-Roboter 10 hat auch einen Kopfbereich 110, und eine Stereokameraeinheit 111 mit zwei Abbildungselementen und zwei Linseneinheiten ist innerhalb des Kopfbereichs 110 installiert (eingebaut). Als solche kann die binokulare Stereokameraeinheit 111 eine Entfernung zu einer Werkbank und eine Entfernung zu einem Zielpunkt auf der Werkbank messen, und die Position und Ausrichtung kann durch Beobachtung des Arbeitsziels oder der Zielmarkierung korrigiert werden.

[0025] Der Zweiarm-Roboter 10 wird vor (in einer Arbeitsrichtung) dem Bewegungsmechanismus 20 installiert. Das heißt, der Zweiarm-Roboter 10 wird an einer Position (Installationsposition des Zweiarm-Roboters 10) in Bezug auf den Bewegungsmechanismus 20 installiert, die in Richtung einer vorderen Bewegungsrichtung (Pfeilrichtung A in **Fig.** 1) des mobilen Roboters 1 ausgerichtet ist. Mit einer solchen Installationsposition des Zweiarm-Roboters 10 kann der Zweiarm-Roboter 10 näher an die Werkbank herangeführt werden.

[0026] Der Zweiarm-Roboter 10 ist so installiert, dass er in Bezug auf den Bewegungsmechanismus 20 nach vorne (in eine Arbeitsrichtung) gekippt ist. Das heißt, der Zweiarm-Roboter 10 ist so installiert, dass ein Taillenbereich des Roboters in einer Bewegungsrichtung (die Pfeilrichtung A in **Fig.** 1) des mobilen Roboters 1 nach vorne gekippt ist. Dabei weist der Zweiarm-Roboter 10 einen Taillenbereich 105 auf, der in Arbeitsrichtung (Pfeil A-Richtung in **Fig.** 1) gekippt werden kann. Das heißt, der Zweiarm-Roboter 10 kann durch Kippen des Taillenbereichs 105 vor den mobilen Roboter 1 gekippt werden (in Pfeilrichtung A in **Fig.** 1).

[0027] Indem der Taillenbereich 105 des Zweiarm-Roboters 10 nach vorne gekippt wird, kann die Bearbeitbarkeit der Werkbank verbessert werden.

[0028] Der Bewegungsmechanismus 20 besitzt einen Drehantrieb (nicht dargestellt), der durch einen Fahrbefehl der Steuerungseinheit 30 angetrieben wird. Die Leistung des Drehantriebs wird über verschiedene Kraftübertragungsmittel auf ein Rad 212, z. B. aus Kunststoff, übertragen, und der mobile Roboter 1 bewegt sich durch Drehen des Rades 212.

[0029] Im Bewegungsmechanismus 20 wird das Rad 212 als Mecanum Rad bezeichnet und hat ein tonnenförmiges Element, dessen Oberfläche (an einem Umfang) um 45° gegenüber einer Achse geneigt ist. Alle Räder 212 haben Drehantriebe für jedes Rad 212, so dass sie unabhängig voneinander angetrieben werden können. Durch Einstellen und Steuern der Drehrichtung und -geschwindigkeit jedes Drehantriebs ist es möglich, translatorische Bewegungen nach vorne, hinten, links und rechts auszuführen und auf der Stelle zu drehen.

[0030] Der Bewegungsmechanismus 20 umfasst einen Laservermesser 240, der eine Entfernung zwischen einem Hindernis wie einer Wand oder einem Zielobjekt wie einer Werkbank und der Position des Roboters misst, während sich der mobile Roboter 1 bewegt, und eine Stoßstange 230, die einen Stoß beim Zusammenstoß mit einem Hindernis absorbiert. Da der Laservermesser 240 Hindernisse erkennen kann, während sich der mobile Roboter 1 bewegt, kann sich der mobile Roboter 1 autonom bewegen.

[0031] So umfasst der mobile Roboter 1 Positionserfassungsmittel zur Messung einer Entfernung der Stereokameraeinheit 111 und des Laservermessers 240 sowie die Steuerungseinheit 30 zur Berechnung

der durch die Positionserfassungsmittel ermittelten Position (Positionsdaten) des Roboters.

[0032] Der Bewegungsmechanismus 20 umfasst auch einen ersten Stützbereich 210 und einen zweiten Stützbereich 220.

[0033] So umfasst der mobile Roboter 1 den Zweiarm-Roboter 10 mit den Gelenkarmen 100 und den Bewegungsmechanismus 20 mit dem ersten Stützbereich 210 und dem zweiten Stützbereich 220, die das Gewicht des mobilen Roboters 1 tragen. Auf diese Weise absorbiert der mobile Roboter 1 gleichzeitig (Stoßabsorption von der Straßenoberfläche während der Bewegung) den Stoß, den er während der Bewegung von der unebenen Straßenoberfläche erhält, und hält die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters während der Operationen (Präzisionsoperationen), die Präzision erfordern.

[0034] Im mobilen Roboter 1, der Flüssigkeiten wie Reagenzien und Proben als Arbeitsziele transportiert und präzise Dosier- und Rührarbeiten auf der Werkbank durchführt, absorbiert der Roboter den Stoß von der unebenen Fahrbahn, damit die Flüssigkeit während der Bewegung nicht verschüttet wird, und hält die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters 1, um präzise Dosier- und Rührarbeiten während der Bewegung durchzuführen.

[0035] Anders ausgedrückt kann ein solcher mobiler Roboter 1 gleichzeitig die Absorption des Stoßes, der von einer unebenen Straßenoberfläche während der Bewegung empfangen wird, und die Aufrechterhaltung der Position und Ausrichtung des mobilen Roboters 1 während des Betriebs vollziehen.

[0036] Als nächstes wird eine Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 beschrieben.

[0037] Fig. 2 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung der Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1. In **Fig.** 2 ist eine Abdeckung des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 entfernt, so dass eine innere Struktur zu sehen ist, um die innere Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 leicht zu verstehen.

[0038] Der Bewegungsmechanismus 20 hat einen Fahrzeugkörper 250, der ein Fahrzeugkörper des Bewegungsmechanismus 20 ist, den ersten Stützbereich 210, und den zweiten Stützbereich 220.

[0039] Der erste Stützbereich 210 ist ein Bauteil, das das Gewicht des mobilen Roboters 1 zu jeder Zeit trägt. Der erste Stützbereich 210 umfasst vier vordere, hintere, linke und rechte Schwenkbereiche 211, die um vier Schwenkachsen 211 in der vorderen, hinteren, linken und rechten Seite schwingen und verschiebbar sein können, vier vordere, hintere, linke und rechte Räder 212, die drehbar an den Enden der vier Schwenkbereiche 211 angebracht sind und durch die Kraft von Drehantrieben (nicht dargestellt) angetrieben werden, und vier verschiebbare vordere, hintere, linke und rechte Elastikbereiche 213, die Vorspannkräfte aufbringen, um die vier Räder 212 in ständigen Kontakt mit einer Bodenoberfläche (z.B. einem Boden) zu bringen und eine zuverlässige Antriebskraft in den vier Rädern 212 zu erzeugen. So sind die ersten Stützbereiche 210 an vier Stellen vorne, hinten, links und rechts des Bewegungsmechanismus 20 angebracht.

[0040] Im ersten Beispiel hat der schwingende Bereich 211 eine L-Form. Eine Schwenkachse 211s ist am gebogenen Bereich der L-Form ausgebildet, ein elastischer Bereich 213 ist an der Spitze einer Seite der L-Form installiert, und eine Mittenachse des Rades 212 ist an der Spitze der anderen Seite der L-Form installiert.

[0041] Das eine Ende des Elastikbereichs 213 ist mit dem Schwenkbereich 211 und das andere Ende mit dem Fahrzeugkörper 250 verbunden. Der Elastikbereich 213 ist z. B. eine Schraubenfeder, die sich in Druckrichtung verformt und eine elastische Kraft erzeugt.

[0042] Wenn der erste Stützbereich 210 das Gewicht des mobilen Roboters 1 trägt, schwingt der Schwenkbereich 211 in Richtung des Pfeils M in **Fig.** 2 um die Schwenkachsen 211s. Durch die Schwenkbewegung wird der Elastikbereich 213 verformt und eine Federkraft wirkt, um das Gewicht des mobilen Roboters 1 abzustützen. Der Elastikbereich 213 kann Dämpfungseigenschaften haben.

[0043] Als nächstes wird eine Struktur des zweiten Stützbereichs 220 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 beschrieben.

[0044] Fig. 3 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung der Struktur des zweiten Stützbereichs 220 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1.

[0045] Der zweite Stützbereich 220 ist ein Betätigungsmechanismus (Linearantrieb), der einen Zustand ändert, wenn sich der mobile Roboter 1 bewegt und wenn der mobile Roboter 1 in Betrieb ist. Der zweite Stützbereich 220 umfasst einen Linearbewegungsbereich 222, einen beweglichen Körper 223, der sich durch den Linearbewegungsbereich 222 auf- und abbewegt, einen Kontaktbereich 221, der an einem beweglichen Körper 223 angebracht ist, der sich durch einen Linearantrieb (Linearbewegungsbereich 222) auf- und abbewegt, mit der Bodenoberfläche in Kontakt kommt, wenn er ausge-

fahren ist (während des Betriebs), und sich von der Bodenoberfläche trennt, wenn er zusammengezogen ist (während der Bewegung), einen Fotounterbrecher 224, der eine übermäßige Bewegung des beweglichen Bereichs 223 erkennt, und einen Rahmen 225, der den gesamten zweiten Stützbereich 220 hält.

[0046] So verfügt der zweite Stützbereich 220 über einen Linearantrieb, der den beweglichen Körper 223 vertikal bewegt, und der Linearantrieb bewirkt, dass sich der Kontaktbereich 221 über den beweglichen Körper 223 vertikal bewegt.

[0047] Der Linearbewegungsbereich 222 hat einen Drehmotor 2220, ein Schneckengetriebe 2221 und einen Schraubmechanismus 2222.

[0048] Im Linearbewegungsbereich 222 dreht sich eine rotierende Welle des Drehmotors 2220, deren Drehkraft über das Schneckengetriebe 2221 auf den Schraubmechanismus 2222 übertragen wird, und der Schraubmechanismus 2222 dreht sich.

[0049] Der Drehmotor 2220 verfügt über eine Lastdrehmoment-Erfassungseinrichtung zur Erfassung des auf ihn wirkenden Lastdrehmoments. Die Lastdrehmoment-Erfassungseinrichtung legt z. B. eine konstante Spannung an den Drehmotor 2220 an und erfasst einen Stromwert, der sich in Abhängigkeit von der Last des Drehmotors 2220 ändert.

[0050] Das Schneckengetriebe 2221 kann eine Drehung der rotierenden Welle des Drehmotors 2220 verhindern. Wenn im Schraubmechanismus 2222 eine Schubkraft in einer Schubrichtung erzeugt wird, neigt der Schraubmechanismus 2222 dazu, sich in einer Drehrichtung zu drehen. Daher wird das Schneckengetriebe 2221 zwischen dem Schraubmechanismus 2222 und dem Drehmotor 2220 eingebaut, und das Schneckengetriebe 2221 verhindert eine Rückdrehung der rotierenden Welle des Drehmotors 2220.

[0051] Der bewegliche Körper 223 bewegt sich durch den Linearbewegungsbereich 222 und hat einen Mutterbereich (nicht dargestellt) in einem Bereich, durch den der Schraubmechanismus 2222 hindurchgeht, und der Schraubmechanismus 2222 ist an dem Mutterbereich befestigt. Durch Drehen des Schraubmechanismus 2222 bewegt sich der bewegliche Körper 223 in Pfeil-Y-Richtung (vertikale Richtung) in **Fig.** 3.

[0052] Der bewegliche Körper 223 hat einen Mutterbereich, mit dem der Schraubmechanismus 2222 befestigt ist, und eine Translationsführung (nicht dargestellt), die die Bewegung des beweglichen Körpers 223 führt. Das heißt, der bewegliche Körper 223 ist im Schraubmechanismus 2222 am Mutterbereich befestigt und bewegt sich innerhalb des Rahmens 225 in Richtung des Pfeils Y in **Fig.** 3 über die Translationsführung.

[0053] Im ersten Beispiel hat der bewegliche Körper 223 eine im Wesentlichen rechteckige Parallelepipedform, und der Mutterbereich ist im Wesentlichen in der Mitte eines horizontalen Querschnitts des beweglichen Körpers 223 ausgebildet, um in Pfeil-Y-Richtung in **Fig.** 3 einzudringen, so dass eine Drehkraft des Schraubmechanismus 2222 gleichmäßig auf den beweglichen Körper 223 wirkt.

[0054] Im ersten Beispiel sind die Translationsführungen an den linken und rechten Endflächen des beweglichen Körpers 223 in Längsrichtung angebracht, so dass sich der bewegliche Körper 223 stabil in Richtung des Pfeils Y in **Fig.** 3 bewegen kann. Die Translationsführungen können auf der linken und rechten Seite innerhalb des Rahmens 225 angebracht werden.

[0055] Der bewegliche Körper 223 ist mit dem Kontaktbereich 221 versehen, der über ein Kugellager 227 mit der Bodenoberfläche in Berührung kommt.

[0056] Das Kugellager 227 ist so angebracht, dass eine Endfläche des Kontaktbereichs 221 mit der Bodenoberfläche in Berührung kommt, damit die Endfläche (Fläche, an der der Kontaktbereich 221 mit der Bodenoberfläche in Berührung kommt) des Kontaktbereichs 221 der Bodenoberfläche folgt, auch wenn die Bodenoberfläche geneigt ist.

[0057] Da der zweite Stützbereich 220 z. B. das Kugellager 227 aufweist, kann die Endfläche des Kontaktbereichs 221 auch bei geneigter Bodenoberfläche mit der Bodenoberfläche in Berührung kommen, so dass die Endfläche des Kontaktbereichs 221 der Bodenoberfläche folgt.

[0058] Während sich der bewegliche Körper 223 absenkt, kommt der Kontaktbereich 221 mit der Bodenoberfläche in Berührung. Der bewegliche Körper 223 senkt sich ab, und die Lastdrehmoment-Erfassungseinrichtung erkennt (Änderungen des Last-(Strom-)Wertes des Drehmotors 2220) den Last-(Strom-)Wert des Drehmotors 2220, wenn der Kontaktbereich 221 mit der Bodenoberfläche in Kontakt kommt, so dass die Steuerungseinheit 30 feststellt, dass der Kontaktbereich 221 mit der Bodenoberfläche in Kontakt kommt, den Drehmotor 2220 anhält und den beweglichen Körper 223 anhält.

[0059] Wenn der Kontaktbereich 221 aufgrund eines Zustands der Bodenoberfläche nicht mit der Bodenoberfläche in Berührung kommt, erkennt der Fotounterbrecher 224 eine übermäßige Bewegung des beweglichen Bereichs 223, hält den Drehmotor 2220 an und stoppt den beweglichen Körper 223.

Der bewegliche Körper 223 wird daran gehindert, unter eine vorbestimmte Position zu fallen.

[0060] Im ersten Beispiel sind zwei Kontaktbereiche 221, die auf dem beweglichen Körper 223 installiert sind, fast gleichmäßig auf der linken und rechten Seite des Schraubmechanismus 2222 installiert, um die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabil zu halten.

[0061] Befestigungsbauteile 226 werden jeweils an der linken und rechten Außenseite des Rahmens 225 angebracht. Die Befestigungsbauteile 226 sichern den zweiten Stützbereich 220 zur Befestigung am Fahrzeugkörper 250.

[0062] Im Folgenden werden die Merkmale des ersten Stützbereichs 210 und des zweiten Stützbereichs 220 beschrieben.

[0063] Wie in **Fig.** 2 dargestellt, ist das Rad 212 im ersten Stützbereich 210 durch den Elastikbereich 213 immer in Kontakt mit der Bodenoberfläche, so dass der erste Stützbereich 210 immer das Gewicht des mobilen Roboters 1 trägt. Der Elastikbereich 213 hat eine optimale vorgegebene Federkonstante, um den Stoß des Rades 212 auf die unebene Fahrbahn abzufangen (passives Abpuffern einer äußeren Kraft, die von der unebenen Fahrbahn ausgeht).

[0064] Andererseits wird, wie in **Fig.** 3 dargestellt, im zweiten Stützbereich 220 der Kontaktbereich 221 durch den Linearbewegungsbereich 222 über den Bewegungsbereich 223 vertikal bewegt. Das heißt, der Kontaktbereich 221, der Bewegungsbereich 223 und der Linearbewegungsbereich 221 können das Gewicht des mobilen Roboters 1 bei Bedarf tragen.

[0065] Der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 hat eine höhere Steifigkeit als der Elastikbereich 213 des ersten Stützbereichs 210. Dadurch ist es möglich, gleichzeitig den Stoß der unebenen Fahrbahn während der Bewegung stabil abzufangen und die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters 1 während des Betriebs beizubehalten.

[0066] Der Linearbewegungsbereich 222 im zweiten Stützbereich 220 hat eine höhere Steifigkeit als der Elastikbereich 213 im ersten Stützbereich 210.

[0067] Im mobilen Roboter 1 ist mindestens ein zweiter Stützbereich 220 außerhalb (Vorderseite in der Bewegungsrichtung des mobilen Roboters 1) der Bewegungsrichtung (gleichbedeutend mit der Bewegungsrichtung des Bewegungsmechanismus 20) des mobilen Roboters 1 von einer Einbauposition (Vorderseite) des ersten Stützbereichs 210 an einer Einbauposition (Einbauposition in Pfeilrichtung A in **Fig.** 1: Einbauposition des Zweiarm-Roboters 10) Seite des Zweiarm-Roboters 10 unter den vier an der vorderen, hinteren, linken und rechten Seite des Bewegungsmechanismus 20 angebrachten ersten Stützbereichen 210 installiert.

[0068] Insbesondere wird der zweite Stützbereich 220 in der Bewegungsrichtung des mobilen Roboters 1 von den Mittenachsen der beiden vorderen Räder 212 des ersten Stützbereichs 210 aus nach vorne installiert. Die Einbauposition des zweiten Stützbereichs 220 kann in Abhängigkeit von der Einsatzart des Zweiarm-Roboters 10 festgelegt werden und kann weiter außen (näher am Außenrandbereich) liegen als die Einbauposition des ersten Stützbereichs 210 in Bezug auf die Bewegungsrichtung des Zweiarm-Roboters 10.

[0069] Im ersten Beispiel wird nur ein zweiter Stützbereich 220 zwischen den vorderen beiden Rädern 212 und vor den Mittelachsen der vorderen beiden Räder 212 installiert. Somit ist im ersten Beispiel ein zweiter Stützbereich 220 außerhalb der Installationsposition des ersten Stützbereichs 210 in der vorderen Bewegungsrichtung des Zweiarm-Roboters 10 installiert.

[0070] Als nächstes wird ein Zustand während der Bewegung des mobilen Roboters 1 aus dem ersten Beispiel beschrieben.

[0071] **Fig.** 4 ist ein erläuterndes Diagramm zur Veranschaulichung des Zustands des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1, wenn sich der Roboter bewegt.

[0072] Der mobile Roboter 1 bewegt sich aus einer Ausgangsposition zu einer Werkbank 50, um dort Dosier- und Rührarbeiten durchzuführen. Der mobile Roboter 1 kann auch Behälter, Behälterschalen und dergleichen transportieren, in denen Flüssigkeiten wie Reagenzien und Proben als Arbeitsziele gelagert werden.

[0073] Auf der Werkbank 50 sind ein Testrohr 501, das eine Flüssigkeit wie ein Reagenz oder eine Probe als Arbeitsziel enthält, eine Pipette 502 zum Ansaugen oder Abgeben einer vorbestimmten Flüssigkeitsmenge und dergleichen installiert.

[0074] Während der Bewegung des mobilen Roboters 1 zieht sich der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 durch den Linearbewegungsbereich 222 nach oben zurück und wird von der Bodenoberfläche getrennt. Hierbei trägt der mobile Roboter 1 ein Gewicht des Roboters nur mit dem ersten Stützbereich 210.

[0075] Beim Anfahren der Werkbank 50 misst die im Kopfbereich 110 des Zweiarm-Roboters 10 installierte Stereokameraeinheit 111 die Entfernung zur Werkbank 50, und der im Bewegungsmechanismus

20 installierte Laservermesser 240 misst die Entfernung zur Werkbank 50.

[0076] Als nächstes wird eine Trägerstruktur des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 beim Bewegen beschrieben.

[0077] Fig. 5 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung der Trägerstruktur des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 im Fahrbetrieb.

[0078] Während der Bewegung des mobilen Roboters 1 ist der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 von der Bodenoberfläche getrennt, und ein Gewicht W des mobilen Roboters 1 wird nur vom ersten Stützbereich 210 getragen.

[0079] Wenn angenommen wird, dass eine Last (Kraft), die auf einen vorderen ersten Stützbereich 210F (Rad 212) wirkt, N10F und eine Last (Kraft), die auf einen hinteren ersten Stützbereich 210R (Rad 212) wirkt, N10R ist, ist W = N10R + N10F erfüllt.

[0080] Die Größe der Vorspannkraft des ersten Stützbereichs 210 ist so eingestellt, dass sich das Rad 212 nicht durch Ausdehnung und Zusammenziehen des Elastikbereichs 213 von der Bodenoberfläche löst, wenn das Rad 212 auf einem konvexen Bereich reitet oder in einen konkaven Bereich fällt.

[0081] Daher kann der mobile Roboter 1, selbst wenn er sich auf einer unebenen Fahrbahn bewegt, den von der unebenen Fahrbahn ausgehenden Stoß absorbieren, so dass sich der mobile Roboter 1 auf der unebenen Fahrbahn stabil bewegen kann. So ist es möglich, die Ausrichtungsänderung des mobilen Roboters 1 während der Fahrt zu verhindern.

[0082] Als Nächstes wird ein Zustand beschrieben, in dem sich der mobile Roboter 1 aus dem ersten Beispiel zur Werkbank 50 bewegt und angehalten hat.

[0083] Fig. 6 ist ein erläuterndes Diagramm, das einen Zustand zeigt, in dem sich der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 zur Werkbank 50 bewegt und angehalten hat.

[0084] Der mobile Roboter 1 nähert sich der Werkbank 50 innerhalb einer bestimmten Entfernung und hält an.

[0085] Bei Annäherung an die Werkbank 50 misst die im Kopfbereich 110 des Zweiarm-Roboters 10 installierte Stereokameraeinheit 111 die Entfernung zur Werkbank 50, und der im Bewegungsmechanismus 20 installierte Laservermesser 240 misst die Entfernung zur Werkbank 50.

[0086] Die Entfernungsmessung mit der Stereokameraeinheit 111 und dem Laservermesser 240 wird von der im mobilen Roboter 1 installierten Steuerungseinheit 30 gesteuert.

[0087] Wenn der mobile Roboter 1 den Abschluss der Bewegung erkennt, hält der mobile Roboter 1 an und bringt den zweiten Stützbereich 220 mit der Bodenoberfläche in Kontakt. Dann wird durch ein von der Steuerungseinheit 30 übertragenes Signal der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 abgesenkt, der Kontaktbereich 221 kommt mit der Bodenoberfläche in Kontakt, und die Position und Ausrichtung des mobilen Roboters 1 (insbesondere des Bewegungsmechanismus 20) werden fixiert.

[0088] Auch hier kann z.B. mit den Positionserfassungsmitteln der Stereokameraeinheit 111 oder des Laservermessers 240 die Entfernung zur Werkbank 50 gemessen werden und mit Hilfe einer vorab erstellten Karte oder z.B. mit GPS o.ä. die Position des Roboters berechnet und dann eine Abweichung der Position von einer vorgegebenen Betriebsposition korrigiert werden. Die Berechnung der Position wird von der Steuerungseinheit 30 durchgeführt.

[0089] Wenn die Halteposition von einer geplanten Position abweicht, indem die Position des Roboters detektiert wird, ist es möglich, eine Trajektorie des Gelenkarms 100 in verschiedenen, später durchzuführenden Arbeiten zu korrigieren. Die Trajektorienkorrektur wird vorzugsweise durchgeführt, während der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 in Kontakt mit der Bodenoberfläche kommt, d.h. die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 (insbesondere des Bewegungsmechanismus 20) stabilisiert wird.

[0090] Als nächstes wird die Trägerstruktur beschrieben, in der sich der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 zur Werkbank 50 bewegt hat und stehen geblieben ist.

[0091] Fig. 7 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung einer Trägerstruktur, in der sich der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 zur Werkbank 50 bewegt und angehalten hat.

[0092] Wenn der mobile Roboter 1 anhält und der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 mit der Bodenoberfläche in Berührung kommt, sind der erste Stützbereich 210 und der zweite Stützbereich 220 parallel angeordnet, um das Gewicht des mobilen Roboters 1 gleichzeitig abzustützen. Dann wird ein Teil des Gewichts W des mobilen Roboters 1, der während der Bewegung nur vom ersten Stützbereich 210 getragen wurde, auch vom zweiten Stützbereich 220 getragen.

[0093] Wenn man davon ausgeht, dass eine Last (Kraft), die auf den vorderen ersten Stützbereich 210F (Rad 212) wirkt, N11F ist, eine Last (Kraft), die auf den hinteren ersten Stützbereich 210R (Rad 212) wirkt, N11R ist und eine Last (Kraft), die auf den zweiten Stützbereich 220 (Kontaktbereich 221) wirkt, N21 ist, ist W = N11R + N11F + N21 erfüllt. Das heißt, wenn der Zweiarm-Roboter 10 arbeitet, kommen der Kontaktbereich 221 im zweiten Stützbereich 220 und das Rad 212 im ersten Stützbereich 210 mit der Bodenoberfläche in Berührung.

[0094] Dabei sind der erste Stützbereich 210 und der zweite Stützbereich 220 parallel angeordnet, um das Gewicht des mobilen Roboters 1 gleichzeitig abzustützen, so dass die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 (insbesondere der Bewegungsmechanismus 20) stabilisiert werden kann.

[0095] Als nächstes werden die im ersten Beispiel beschriebenen zeitlichen Übergänge des auf den vorderen ersten Stützbereich 210 des mobilen Roboters 1 wirkenden Last N11F und des auf den zweiten Stützbereich 220 wirkenden Last N21 beschrieben. Dabei wird der Betrieb des zweiten Stützbereichs bei angehaltenem Roboter unter Bezugnahme auf **Fig.** 8 beschrieben.

[0096] Fig. 8 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung der zeitlichen Übergänge der Last N11F, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210 wirkt, und der Last N21, die auf den zweiten Stützbereich 220 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 wirkt.

[0097] In **Fig.** 8 zeigt eine horizontale Achse die Zeit und eine vertikale Achse eine wirkende Kraft (Last) an, die die Last N11F darstellt, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210F wirkt.

[0098] Nach einer Zeit (t1), in der der mobile Roboter 1 anhält und der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 mit der Bodenoberfläche in Berührung kommt, nimmt die auf den vorderen ersten Stützbereich 210 wirkende Last N11F allmählich ab und die auf den zweiten Stützbereich 220 wirkende Last N21 allmählich zu. Dann, nach einer Zeit (t2), in der der Drehmotor 2220 stillsteht, sind der erste Stützbereich 210 und der zweite Stützbereich 220 parallel angeordnet, um das Gewicht des mobilen Roboters 1 gleichzeitig zu tragen.

[0099] Das heißt, wenn die Last N21, die auf den zweiten Stützbereich 220 wirkt, einen vorgegebenen Wert erreicht, erkennt die Lastdrehmoment-Erfassungseinrichtung, dass eine Last (aktueller Wert) des Drehmotors 2220 einen eingestellten Wert überschreitet, und stoppt den Drehmotor 2220.

[0100] Nach dem Anhalten des Drehmotors 2220 wirkt die Last N21 auf den zweiten Stützbereich 220, und es wird eine Schubkraft in einer Schubrichtung im Schraubmechanismus 2222 erzeugt, der mit dem am beweglichen Körper 223 ausgebildeten Mutterbereich, der mit dem Kontaktbereich 221 verbunden ist, in Eingriff steht. Wenn die Schubkraft im Schraubmechanismus 2222 in der Schubrichtung erzeugt wird, neigt der Schraubmechanismus 2222 dazu, sich in einer Drehrichtung zu drehen. Daher wird das Schneckengetriebe 2221 zwischen dem Schraubmechanismus 2222 und dem Drehmotor 2220 eingebaut, und das Schneckengetriebe 2221 unterdrückt die Rückwärtsdrehung der rotierenden Welle des Drehmotors 2220. Dadurch wird der Drehmotor 2220 am Rückwärtsdrehen gehindert und auch die Verschiebung des zweiten Stützbereichs 220 wird verhindert.

[0101] Dabei bedeutet die gleichzeitige Abstützung des Gewichts des mobilen Roboters 1 durch den ersten Stützbereich 210 und den zweiten Stützbereich 220, dass keines der vier Räder 212 von der Bodenoberfläche getrennt ist. Daher sind alle vier Räder 212 noch in Kontakt mit der Bodenoberfläche, nachdem der Kontaktbereich 221 mit der Bodenoberfläche in Kontakt gekommen ist.

[0102] Da die Last N11F, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210 wirkt, auch einen Teil des Gewichts des mobilen Roboters 1 trägt, wird die Last N21, die auf den zweiten Stützbereich 220 wirkt, reduziert. Dadurch kann die Größe des zweiten Stützbereichs 220 reduziert werden.

[0103] Dabei ist die auf den vorderen ersten Stützbereich 210 wirkende Last N11F kleiner als die auf den zweiten Stützbereich 220 wirkende Last N21. Dadurch kann die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert werden.

[0104] Als nächstes wird ein Zustand beschrieben, in dem der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 an der Werkbank 50 arbeitet.

[0105] Fig. 9 ist ein erklärendes Diagramm zur Veranschaulichung des Zustands, in dem der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 an der Werkbank 50 arbeitet.

[0106] Der mobile Roboter 1 (Bewegungsmechanismus 20) fährt die Werkbank 50 an und hält an. Der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 wird mit der Bodenoberfläche in Kontakt gebracht.

[0107] Dabei betätigt der mobile Roboter 1 den Aktuator des Gelenkarms 100 des Zweiarm-Roboters 10, fährt den Gelenkarm 100 in eine vorgegebene Position aus und greift das Testrohr 501 oder die Pipette 502 mit einer Hand 101. Anschließend

werden auf der Werkbank 50 die Dosier- und Rührarbeiten durchgeführt.

[0108] Dabei kann der Zweiarm-Roboter 10 in Bezug auf den Bewegungsmechanismus 20 nach vorne kippen. Mit anderen Worten, der Zweiarm-Roboter 10 kann den Taillenbereich 105 in der Bewegungsrichtung (Pfeilrichtung A in **Fig.** 9) des mobilen Roboters 1 nach vorne kippen. Hierdurch kann der Zweiarm-Roboter 10 die Bearbeitbarkeit der Werkbank 50 verbessern.

[0109] Beim Greifen des Testrohrs 501 oder der Pipette 502 mit der Hand 101 kann mit der Stereokameraeinheit die Entfernung zur Werkbank 50 oder die Entfernung zu einem Zielpunkt auf der Werkbank 50 gemessen werden, und es ist auch möglich, die Position und Ausrichtung durch Beobachtung des Arbeitsziels oder einer Zielmarkierung zu korrigieren.

[0110] Nachdem der Zweiarm-Roboter 10 alle Arbeiten wie Dispensierarbeiten und Rührarbeiten abgeschlossen hat, bringt der Roboter das von der Hand 101 ergriffene Testrohr 501 und die Pipette 502 in eine vorbestimmte Position, und dann kehrt der Zweiarm-Roboter 10 in die ursprüngliche Ausrichtung zurück, trennt den Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 von der Bodenoberfläche, und kehrt durch den Bewegungsmechanismus 20 in die Ausgangsposition zurück.

[0111] Bei der Bearbeitung einer anderen Werkbank oder dem Transport eines bearbeiteten Arbeitsziels an einen anderen Ort nach Abschluss aller Arbeiten wird wiederum der Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 von der Bodenoberfläche getrennt und der mobile Roboter 1 durch den Bewegungsmechanismus 20 bewegt.

[0112] Als nächstes wird die Trägerstruktur beschrieben, in der der im ersten Beispiel beschriebene mobile Roboter 1 auf der Werkbank 50 arbeitet.

[0113] **Fig.** 10 ist eine schematische Darstellung zur Veranschaulichung der im ersten Beispiel beschriebenen Trägerstruktur des mobilen Roboters 1, wenn der Roboter auf der Werkbank 50 arbeitet.

[0114] Während des Betriebs des mobilen Roboters 1, arbeitet der Zweiarm-Roboter 10 auf der Werkbank 50, so dass der Gelenkarm 100 ausgefahren wird. Um die Bearbeitbarkeit der Werkbank 50 zu verbessern, kann der Zweiarm-Roboter 10 den Taillenbereich 105 nach vorne kippen.

[0115] Dadurch ändert sich die Lage des Schwerpunkts des auf dem Bewegungsmechanismus 20 montierten Zweiarm-Roboters 10 in Richtung des Pfeils α in **Fig.** 10. Durch die Veränderung der Lage des Schwerpunkts des Zweiarm-Roboters 10 kann ein Kraftmoment M auf den mobilen Roboter 1 in einer Richtung wirken, in der der gesamte mobile Roboter 1 nach vorne gekippt wird.

[0116] Wenn man davon ausgeht, dass eine Last (Kraft), die auf den vorderen ersten Stützbereich 210F (Rad 212) wirkt, N12F ist, eine Last (Kraft), die auf den hinteren ersten Stützbereich 210R (Rad 212) wirkt, N12R ist und eine Last (Kraft), die auf den zweiten Stützbereich 220 (Kontaktbereich 221) wirkt, N22 ist, ist W = N12R + N12F + N22 erfüllt. Das heißt, wenn der Zweiarm-Roboter 10 arbeitet, kommen der Kontaktbereich 221 im zweiten Stützbereich 220 und das Rad 212 im ersten Stützbereich 210 mit der Bodenoberfläche in Berührung.

[0117] Dabei sind der erste Stützbereich 210 und der zweite Stützbereich 220 parallel angeordnet, um das Gewicht des mobilen Roboters 1 gleichzeitig abzustützen, so dass die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert werden kann.

[0118] Da der zweite Stützbereich 220 in der vorderen Bewegungsrichtung des mobilen Roboters 1 installiert ist, kann auch bei Einwirkung eines solchen Kraftmoments M auf den mobilen Roboter 1 die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert werden.

[0119] Bei dem im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboter 1 liegt die Einbauposition des zweiten Stützbereichs 220 vor der Einbauposition des ersten Stützbereichs 210F in der Bewegungsrichtung des mobilen Roboters 1 (Pfeilrichtung A in **Fig.** 10). Bei dem im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboter 1 ist der zweite Stützbereich 220 außerhalb der Bewegungsrichtung des mobilen Roboters 1, d.h. einer Richtung, in der sich der Gelenkarm 100 des Zweiarm-Roboters 10 erstreckt, von der Installationsposition des ersten Stützbereichs 210F installiert. Dadurch kann die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert werden, während der Zweiarm-Roboter 10 in Betrieb ist.

[0120] Der mobile Roboter 1 zieht den Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 während der Bewegung zusammen, um den Kontaktbereich 221 von der Bodenoberfläche zu trennen. Der mobile Roboter 1 fährt den Kontaktbereich 221 des zweiten Stützbereichs 220 während des Betriebs aus und bringt den Kontaktbereich 221 mit der Bodenoberfläche in Kontakt. Dadurch kann der Elastikbereich 213 des ersten Stützbereichs 210 den Stoß von der unebenen Bodenoberfläche während der Bewegung absorbieren, und der zweite Stützbereich 220 kann die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 während der Bewegung stabilisieren.

[0121] Mit anderen Worten, der zweite Stützbereich 220 kommt im Betrieb mit der Bodenoberfläche in Berührung, so dass auch bei einer Bewegung des

Gelenkarms 100 in Arbeitsrichtung oder einer Neigung des Zweiarm-Roboters 10 in Arbeitsrichtung der zweite Stützbereich 220 das Gewicht des mobilen Roboters 1 stützt, die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert und Veränderungen in der Ausrichtung des mobilen Roboters 1 verhindert.

[0122] Als nächstes wird der im ersten Beispiel beschriebene zeitliche Übergang des auf den vorderen ersten Stützbereich 210 des mobilen Roboters 1 wirkenden Last N12F und des auf den zweiten Stützbereich 220 wirkenden Last N22 beschrieben.

[0123] Fig. 11 ist ein Diagramm zur Veranschaulichung der zeitlichen Übergänge der Last N12F, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210 wirkt, und der Last N22, die auf den zweiten Stützbereich 220 des im ersten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1 wirkt.

[0124] In **Fig.** 11 zeigt eine horizontale Achse die Zeit und eine vertikale Achse die wirkende Kraft (Last) und die Position des Schwerpunkts an, was die Last N12F darstellt, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210F wirkt.

[0125] Wie in **Fig.** 11 dargestellt, gibt t3 beispielsweise einen Zeitpunkt an, an dem der Gelenkarm 100 auszufahren beginnt und sich die Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10 zu verändern beginnt. t4 gibt einen Zeitpunkt an, an dem der Gelenkarm 100 das Ausfahren beendet und die Veränderung der Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10 aufhört. t5 gibt einen Zeitpunkt an, zu dem der Gelenkarm 100 zu kontrahieren beginnt und sich die Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10 zu verändern beginnt. t6 gibt einen Zeitpunkt an, zu dem der Gelenkarm 100 vollständig kontrahiert ist und die Veränderung der Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10 aufhört. Somit ändert sich die Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10.

[0126] Wenn sich die Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10 ändert, ändert sich auch die auf den zweiten Stützbereich 220 wirkende Last N22, wie in **Fig.** 11 dargestellt. Die Last N12F, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210F wirkt, ist jedoch im Wesentlichen konstant. Mit anderen Worten, der zweite Stützbereich 220 fängt die durch die Veränderung der Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10 verursachte Veränderung der Last auf. Hierdurch kann die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert werden.

[0127] Dadurch kann das durch die Veränderung der Schwerpunktlage α des Zweiarm-Roboters 10 erzeugte Kraftmoment M vom zweiten Stützbereich 220 abgestützt werden. Dann wird die Last N12F, die auf den vorderen ersten Stützbereich 210F wirkt, im Wesentlichen konstant, und somit kann die Verschiebung des vorderen ersten Stützbereichs 210F verhindert werden.

[0128] Die Last N22 wirkt auf den zweiten Stützbereich 220, und es wird eine Schubkraft in Schubrichtung im Schraubmechanismus 2222 erzeugt, der in den Mutterbereich eingreift, der an dem mit dem Kontaktbereich 221 verbundenen beweglichen Körper 223 ausgebildet ist. Wenn eine Schubkraft im Schraubmechanismus 2222 in der Schubrichtung erzeugt wird, neigt der Schraubmechanismus 2222 dazu, sich in der Drehrichtung zu drehen. Daher wird das Schneckengetriebe 2221 zwischen dem Schraubmechanismus 2222 und dem Drehmotor 2220 eingebaut, und das Schneckengetriebe 2221 verhindert die Rückwärtsdrehung der rotierenden Welle des Drehmotors 2220. Dadurch wird eine Rückwärtsdrehung des Drehmotors 2220 verhindert und auch die Verschiebung des zweiten Stützbereichs 220 wird verhindert.

Zweites Beispiel

[0129] Als nächstes wird eine Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 in einem zweiten Beispiel beschrieben.

[0130] Fig. 12 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung der Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des im zweiten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1. In **Fig.** 12 ist die Abdeckung des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 entfernt, so dass die innere Struktur sichtbar ist, um die innere Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 leicht zu verstehen.

[0131] Der im zweiten Beispiel beschriebene Bewegungsmechanismus 20 unterscheidet sich von dem im ersten Beispiel beschriebenen Bewegungsmechanismus 20. Bei dem im zweiten Beispiel beschriebenen Bewegungsmechanismus 20 ist ein zweiter Stützbereich 220 zwischen den vorderen beiden Rädern 212 und vor den Mittelachsen der vorderen beiden Räder 212 installiert, und ein zweiter Stützbereich 220 ist zwischen den hinteren beiden Rädern 212 und hinter den Mittelachsen der hinteren beiden Räder 212 installiert. Somit ist im zweiten Beispiel ein zweiter Stützbereich 220 an der vorderen Außenseite (Position näher an einem Außenrandbereich) der Installationsposition des vorderen ersten Stützbereichs 210 in Bezug auf die Bewegungsrichtung (Pfeil A-Richtung in **Fig.** 12 und Pfeil B-Richtung in **Fig.** 12) des Zweiarm-Roboters 10 in einer Vornehinten-Richtung installiert, und ein zweiter Stützbereich 220 ist an der hinteren Außenseite (Position näher an einem Außenrandbereich) der Installationsposition des hinteren ersten Stützbereichs 210 installiert.

[0132] Dadurch kann auch bei ausgefahrenem und in der Vorne-hinten-Richtung arbeitendem Gelenkarm 100 das Gewicht des mobilen Roboters 1 gestützt, die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert und die Neigung des Fahrzeugkörpers 250 verhindert werden.

Drittes Beispiel

[0133] Als nächstes wird eine Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 in einem dritten Beispiel beschrieben.

[0134] **Fig.** 13 ist eine erläuternde Darstellung zur Veranschaulichung der Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des im dritten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1. In **Fig.** 13 ist die Abdeckung des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 entfernt, so dass die innere Struktur sichtbar ist, um die innere Struktur des Bewegungsmechanismus 20 des mobilen Roboters 1 leicht zu verstehen.

[0135] Der im dritten Beispiel beschriebene Bewegungsmechanismus 20 unterscheidet sich von dem im ersten Beispiel beschriebenen Bewegungsmechanismus 20 durch die Einbaulage des zweiten Stützbereichs 220 und die schematische Konfiguration des zweiten Stützbereichs 220.

[0136] Bei dem im dritten Beispiel beschriebenen Bewegungsmechanismus 20 sind die zweiten Stützbereiche 220 an zwei Stellen, links und rechts, an den Oberseiten (Oberseiten der L-förmigen Seiten, an denen die Mittelachsen der Räder 212 angebracht sind) der Schwenkbereiche 211 auf einer Seite angebracht, an der (Einbauposition in Pfeilrichtung A in **Fig.** 13: Einbauposition des Zweiarm-Roboters 10) der Zweiarm-Roboter 10 montiert ist, unter den ersten Stützbereichen 210, die an vier Stellen an der Vorderseite, Rückseite, links und rechts des Bewegungsmechanismus 20 angebracht sind.

[0137] Insbesondere sind die zweiten Stützbereiche 220 hinter den Mittelachsen der beiden vorderen Räder 212 des ersten Stützbereichs 210 in der Bewegungsrichtung des mobilen Roboters 1 und vor den Schwenkachsen 211 (und zwei vorderen Elastikbereichen 213 des ersten Stützbereichs 210) der beiden vorderen Schwenkbereiche 211 des ersten Stützbereichs 210 in der Bewegungsrichtung des mobilen Roboters 1 angeordnet. Das heißt, die zweiten Stützbereiche 220 sind an zwei linken und rechten Orten zwischen den Mittelachsen der Räder 212 und den Schwenkachsen 211s der Schwenkbereiche 211 installiert.

[0138] So werden im dritten Beispiel zwei zweite Stützbereiche 220 vor und außerhalb der Installationspositionen der Schwenkachsen 211s der beiden vorderen Schwenkbereiche 211 des ersten Stützbereichs 210 in Bezug auf die Bewegungsrichtung des Zweiarm-Roboters 10 installiert. Hierdurch kann die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert werden.

[0139] Als nächstes wird eine Umgebung des im dritten Beispiel beschriebenen zweiten Stützbereichs 220 des mobilen Roboters 1 durch Vergrößerung der Umgebung beschrieben.

[0140] **Fig.** 14 ist eine erläuternde Darstellung zur Illustration einer vergrößerten Ansicht der Umgebung des zweiten Stützbereichs 220 des im dritten Beispiel beschriebenen mobilen Roboters 1.

[0141] Der zweite Stützbereich 220 hat einen Linearbewegungsbereich 222, einen Kontaktbereich 221, der mit einem Mutterbereich ausgebildet und am Schwenkbereich 211 befestigt ist, und einen Rahmen 225, der diese hält.

[0142] Der Linearbewegungsbereich 222 hat den Drehmotor 2220, das Schneckengetriebe 2221 und den Schraubmechanismus 2222. Im Linearbewegungsbereich 222 dreht sich die rotierende Welle des Drehmotors 2220, und die Drehkraft wird über das Schneckengetriebe 2221 auf den Schraubmechanismus 2222 übertragen, und der Schraubmechanismus 2222 dreht sich. Durch die Drehung des Schraubmechanismus 2222 bewegt sich der Kontaktbereich 221 vertikal. Durch die Bewegung des Kontaktbereichs 221 nach unten wird eine Last auf den Schwenkbereich 211 ausgeübt, wodurch die Ausrichtung des mobilen Roboters 1 stabilisiert wird.

[0143] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die oben beschriebenen Beispiele beschränkt und umfasst verschiedene Modifikationsbeispiele. Zum Beispiel sind die oben beschriebenen Beispiele speziell beschrieben, um die vorliegende Erfindung in einer leicht verständlichen Weise zu erklären, und sind nicht notwendigerweise beschränkt auf alle Konfigurationen beschrieben haben.

[0144] Ein Teil der Konfiguration eines Beispiels kann durch einen Teil der Konfiguration eines anderen Beispiels ersetzt werden. Die Konfiguration eines anderen Beispiels kann zur Konfiguration eines Beispiels hinzugefügt werden. Ein Teil der Konfiguration eines jeden Beispiels kann gelöscht, ein Teil einer anderen Konfiguration kann hinzugefügt und ein Teil einer anderen Konfiguration kann ersetzt werden.

[0145] Die beigefügten Zeichnungen, die Beispiele im Einklang mit den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung veranschaulichen, dienen dem Verständnis der vorliegenden Erfindung und sind nicht als einschränkende Interpretationen der vorliegenden Erfindung in irgendeiner Weise zu verwenden. Die Beschreibungen in der Beschreibung sind lediglich

typische Beispiele und sollen die Auslegung des Umfangs der Ansprüche in keiner Weise einschränken.

Referenz-Zeichenliste

1	mobiler Roboter
10	Zweiarm-Roboter
100	Gelenkarm
101	Hand
105	Taillenbereich
110	Kopfbereich
111	Stereokameraeinheit
20	Bewegungsmechanismus
210	erster Stützbereich
211	Schwenkbereich
211s	Schwenkachse
212	Rad
213	Elastikbereich
220	zweiter Stützbereich
221	Kontaktbereich
222	Linearbewegungsbereich
2220	Drehmotor
2221	Schneckengetriebe
2222	Schraubmechanismus
223	Beweglicher Körper
224	Fotounterbrecher
225	Rahmen
226	Befestigungsbauteil
227	Kugellager
230	Stoßstange
240	Laservermesser
250	Fahrzeugkörper
30	Steuerungseinheit
50	Werkbank
501	Testrohr
502	Pipette

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

- JP 2017094470 A [0003, 0005]

Patentansprüche

1. Mobiler Roboter, der einen Arbeitsmechanismus mit einem Gelenkarm und einen Bewegungsmechanismus zum Bewegen des Arbeitsmechanismus aufweist, wobei
der Bewegungsmechanismus einen ersten Stützbereich und einen zweiten Stützbereich zur Abstützung eines Gewichts des mobilen Roboters aufweist, und
der zweite Stützbereich an einer Position installiert wird, die näher an einem Außenrandbereich des Bewegungsmechanismus liegt als eine Installationsposition des ersten Stützbereichs.

2. Mobiler Roboter nach Anspruch 1, wobei
der erste Stützbereich einen Schwenkbereich hat, der um eine Schwenkachse schwingt, ein Rad, das auf dem Schwenkbereich installiert ist, und einen Elastikbereich, der eine Vorspannkraft anwendet, um das Rad in Kontakt mit einer Bodenoberfläche zu bringen, und
der zweite Stützbereich näher als eine Mittenachse des Rades am Außenrandbereich des Bewegungsmechanismus installiert ist.

3. Mobiler Roboter nach Anspruch 2, wobei der zweite Stützbereich einen beweglichen Körper hat, der sich durch einen Linearantrieb auf und ab bewegt, und einen Kontaktbereich, der auf dem beweglichen Körper angebracht ist und mit der Bodenoberfläche in Kontakt kommt, wenn er ausgefahren ist, und sich von der Bodenoberfläche trennt, wenn er eingezogen ist.

4. Mobiler Roboter nach Anspruch 3, wobei der Kontaktbereich des Linearantriebs und der zweite Stützbereich höhere Steifigkeit haben als der Elastikbereich des ersten Stützbereichs.

5. Mobiler Roboter nach Anspruch 3, bei dem der Kontaktbereich des zweiten Stützbereichs und das Rad des ersten Stützbereichs mit der Bodenoberfläche in Berührung kommen, wenn der Arbeitsmechanismus arbeitet.

6. Mobiler Roboter nach Anspruch 3, wobei der Linearantrieb einen Drehmotor hat, einen Linearbewegungsbereich, in dem sich eine rotierende Welle des Drehmotors dreht und ein Schraubmechanismus durch eine über ein Schneckengetriebe auf den Schraubmechanismus übertragene Drehkraft rotiert, und einen beweglichen Körper, der sich durch den Linearbewegungsbereich auf und ab bewegt.

7. Mobiler Roboter nach Anspruch 1, wobei ein zweiter Stützbereich sich in Bezug auf eine Bewegungsrichtung des Bewegungsmechanismus näher am Außenrandbereich befindet als die Einbauposition des ersten Stützbereichs, oder die zweiten Stützbereiche nacheinander an vorderen und hinteren Positionen in der Nähe des Außenrandbereichs in Bezug auf eine Vorne-hinten-Richtung des Bewegungsmechanismus eingebaut werden.

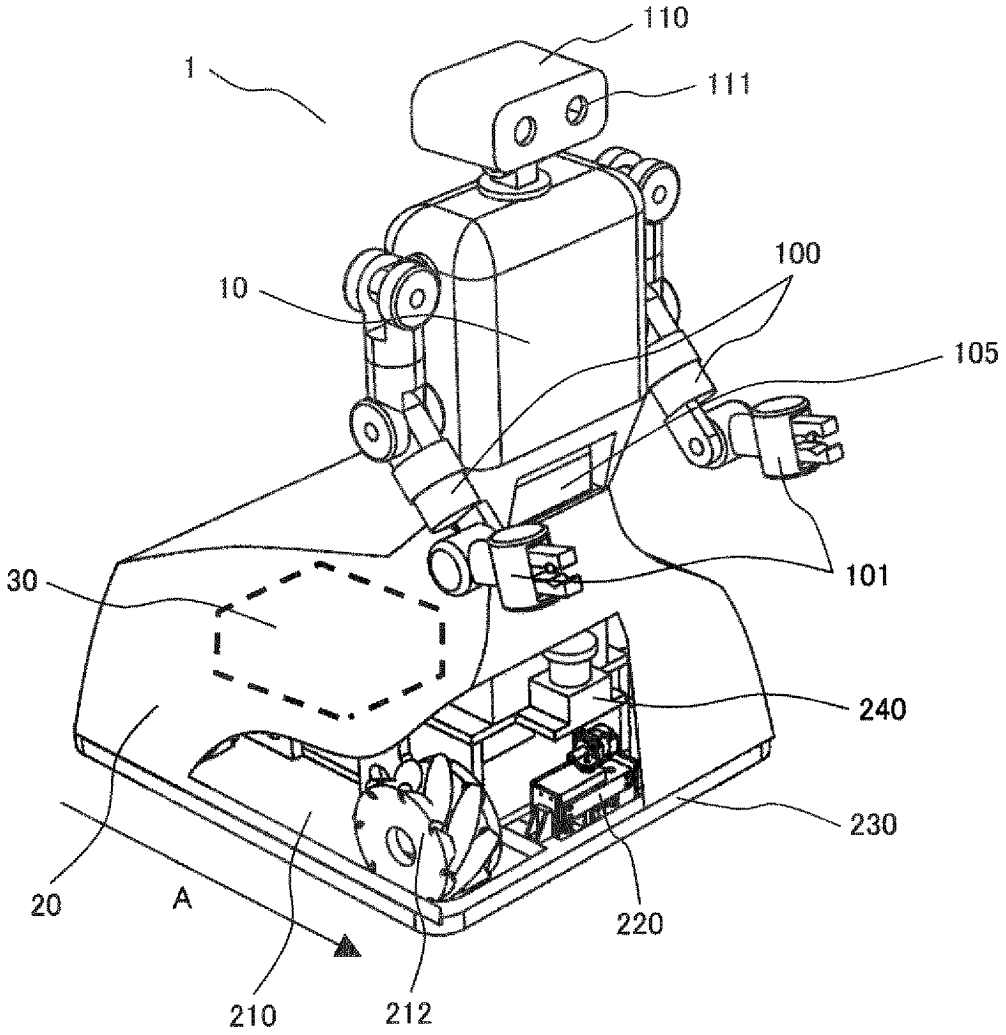
8. Mobiler Roboter nach Anspruch 1, wobei der Arbeitsmechanismus und der Bewegungsmechanismus Positionserfassungseinrichtungen zur Messung einer Entfernung haben.

9. Mobiler Roboter, der einen Arbeitsmechanismus mit einem Gelenkarm und einen Bewegungsmechanismus zum Bewegen des Arbeitsmechanismus aufweist, wobei
der Bewegungsmechanismus einen ersten Stützbereich und einen zweiten Stützbereich zum Abstützen eines Gewichts des mobilen Roboters hat,
der erste Stützbereich einen Schwenkbereich hat, der um eine Schwenkachse schwingt, ein Rad, das auf dem Schwenkbereich installiert ist, und einen Elastikbereich, der eine Vorspannkraft anwendet, um das Rad in Kontakt mit der Bodenoberfläche zu bringen,
der zweite Stützbereich einen Linearbewegungsbereich hat, in dem sich eine rotierende Welle eines Drehmotors dreht und sich ein Schraubmechanismus dreht durch eine auf den Schraubmechanismus über ein Schneckengetriebe übertragene Drehkraft, und einen Kontaktbereich, der sich durch den Linearbewegungsbereich auf und ab bewegt, und
die zweiten Stützbereiche jeweils an zwei linken und rechten Stellen zwischen Mittenachsen der Räder und den Schwenkachsen installiert sind.

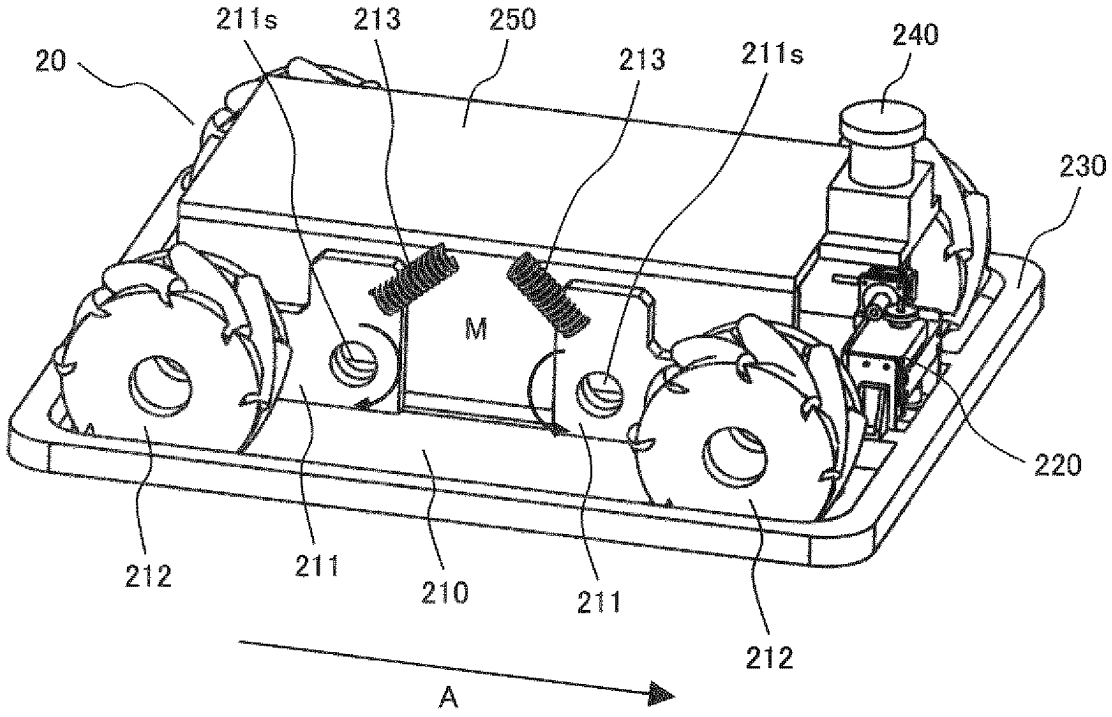
Es folgen 11 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

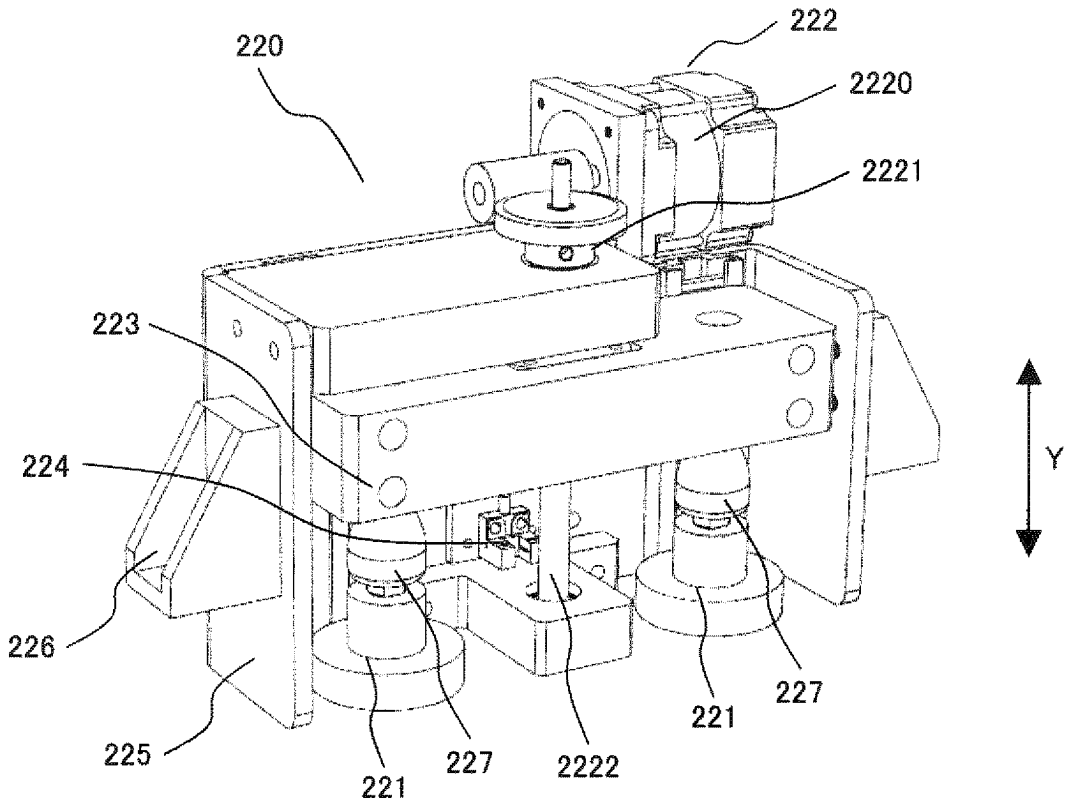
[FIG. 1]



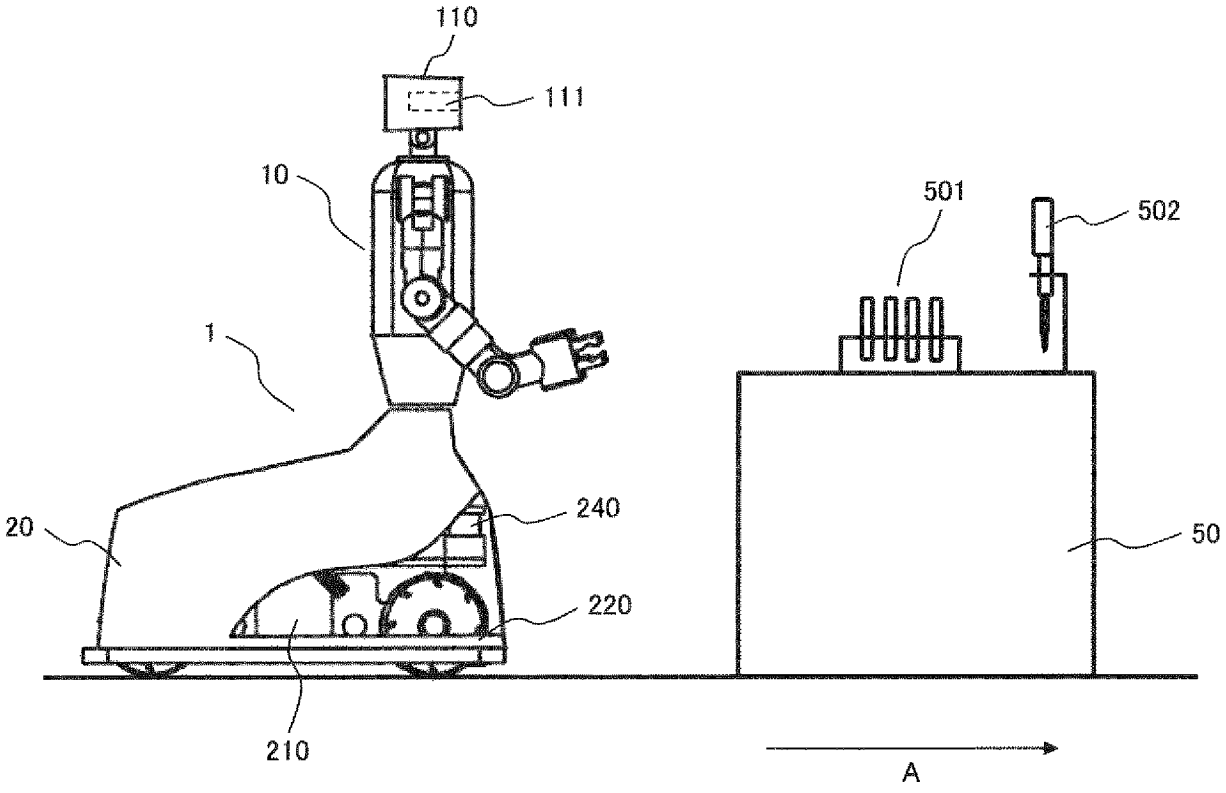
[FIG. 2]


211s
213
250
213
211s
240
20
230
M
220
212
211
210
211
212
A

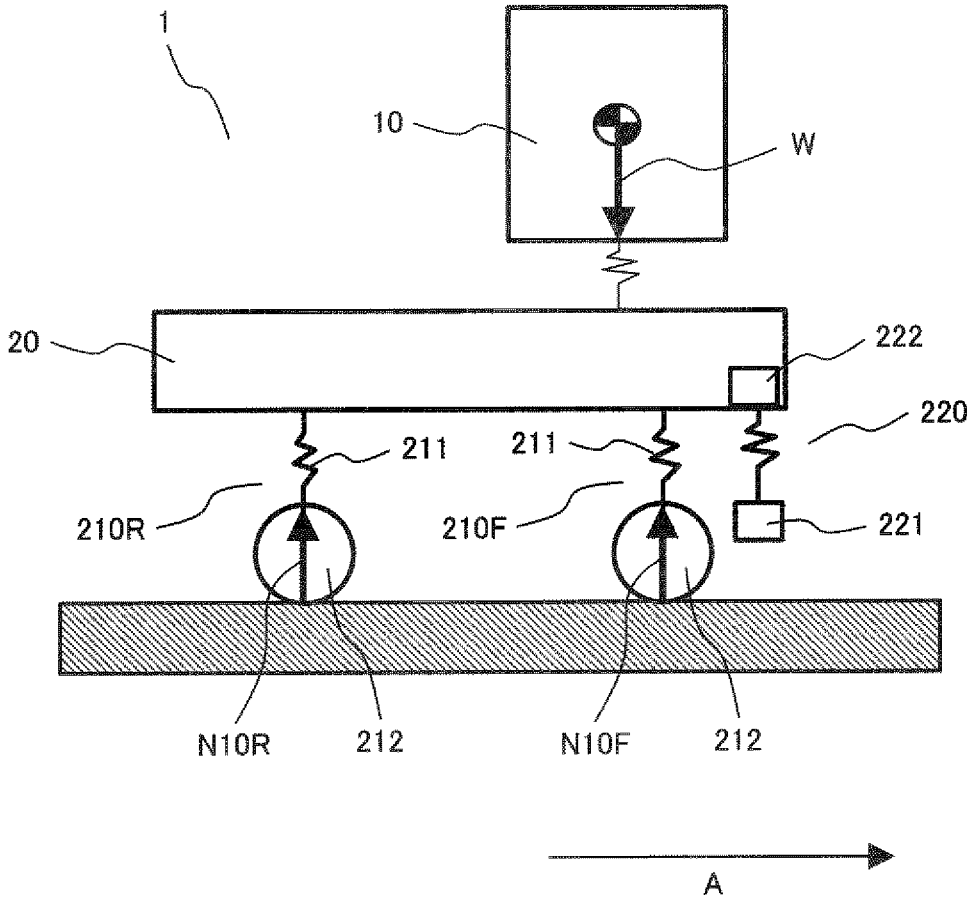
[FIG. 3]


222
220
2220
2221
223
Y
224
226
227
225
221
227
2222
221

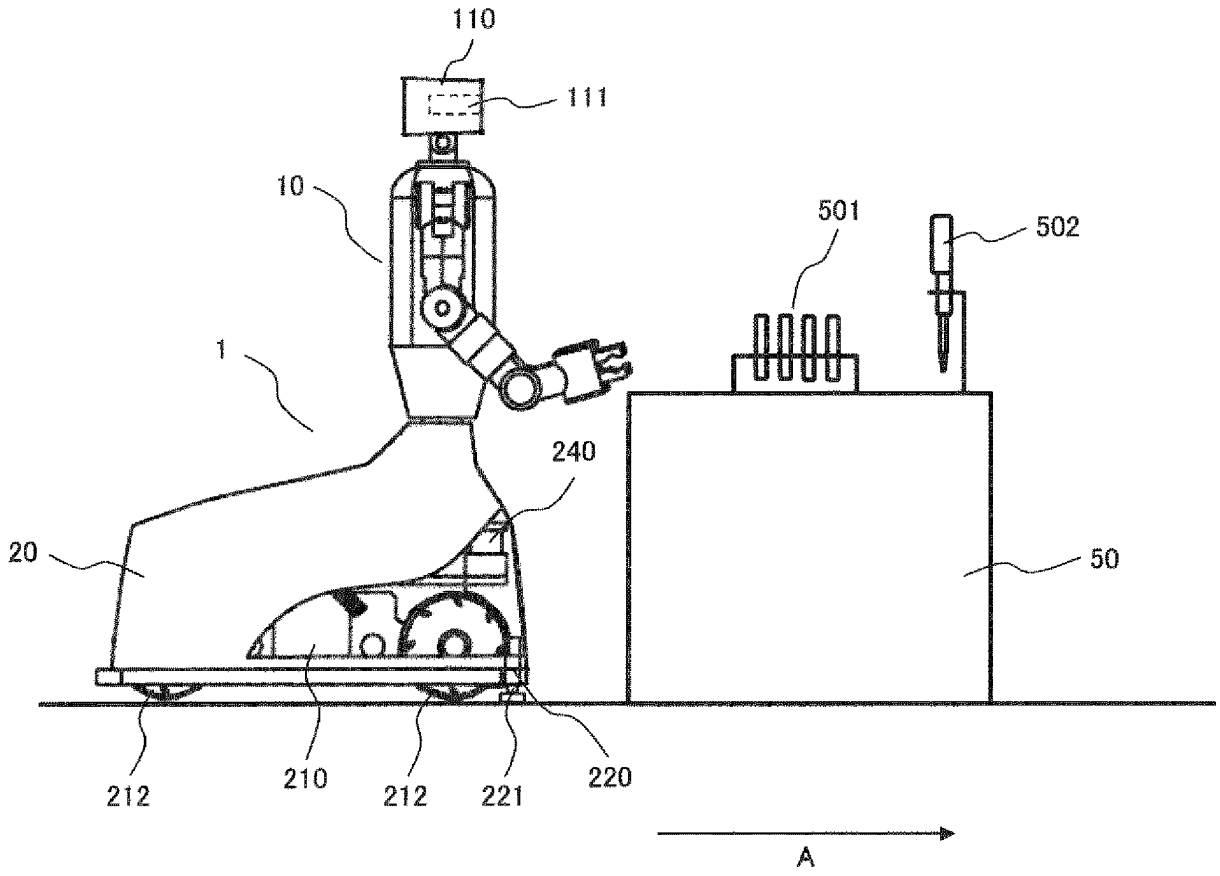
[FIG. 4]



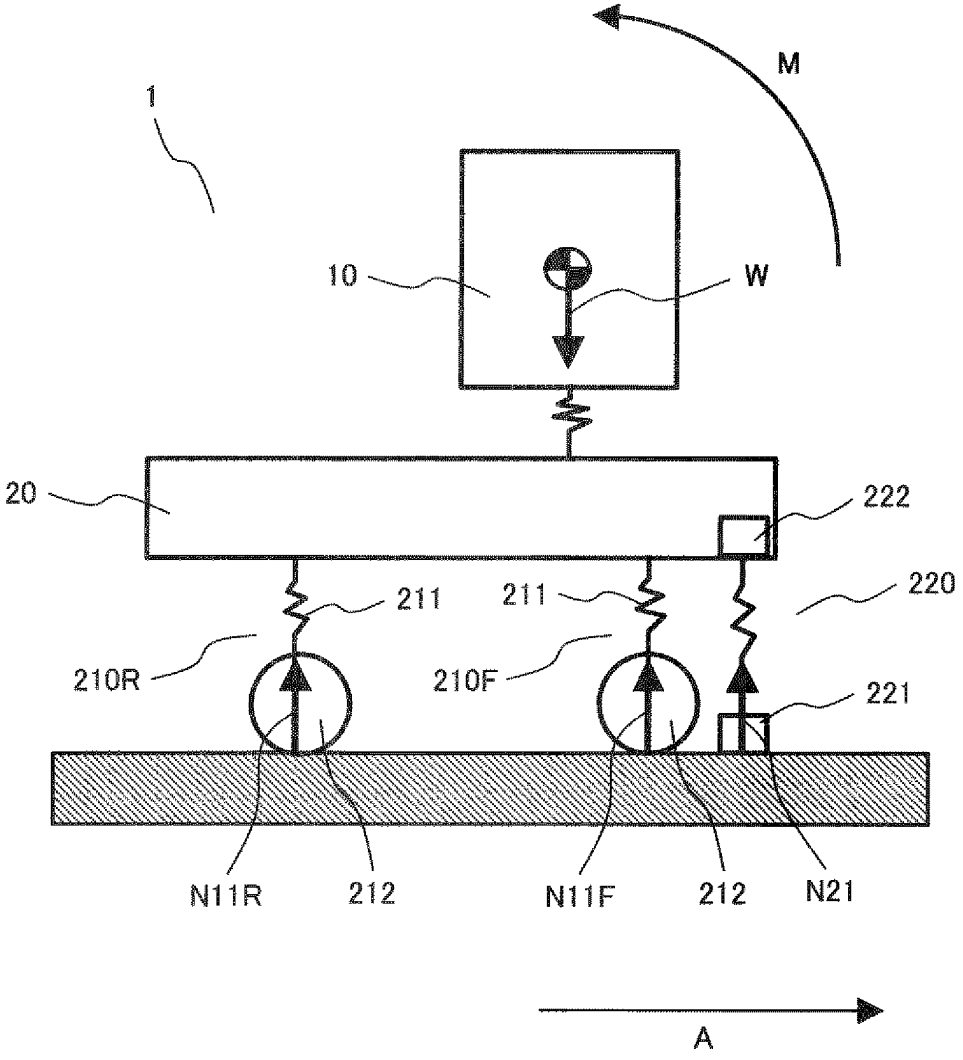
[FIG. 5]



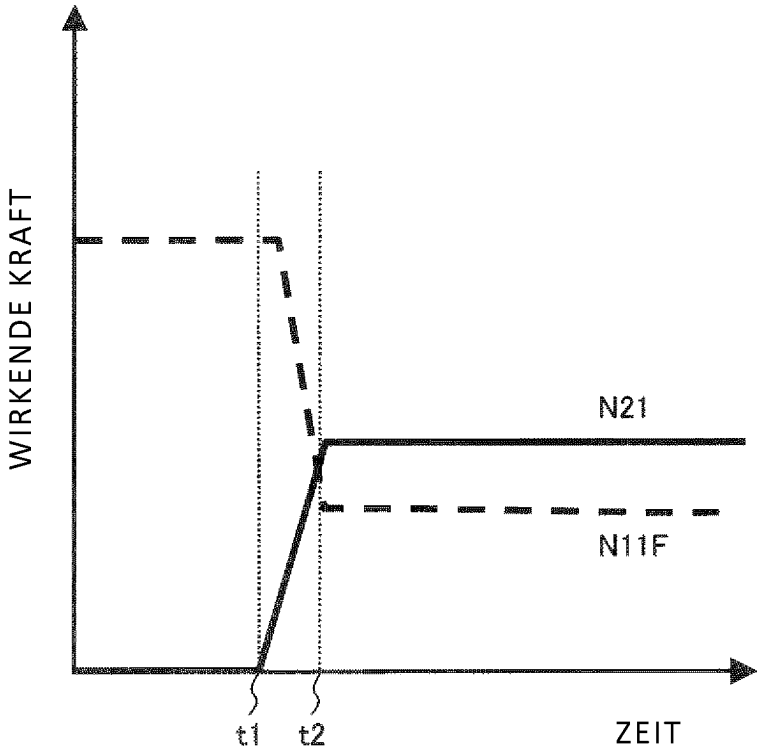
[FIG. 6]



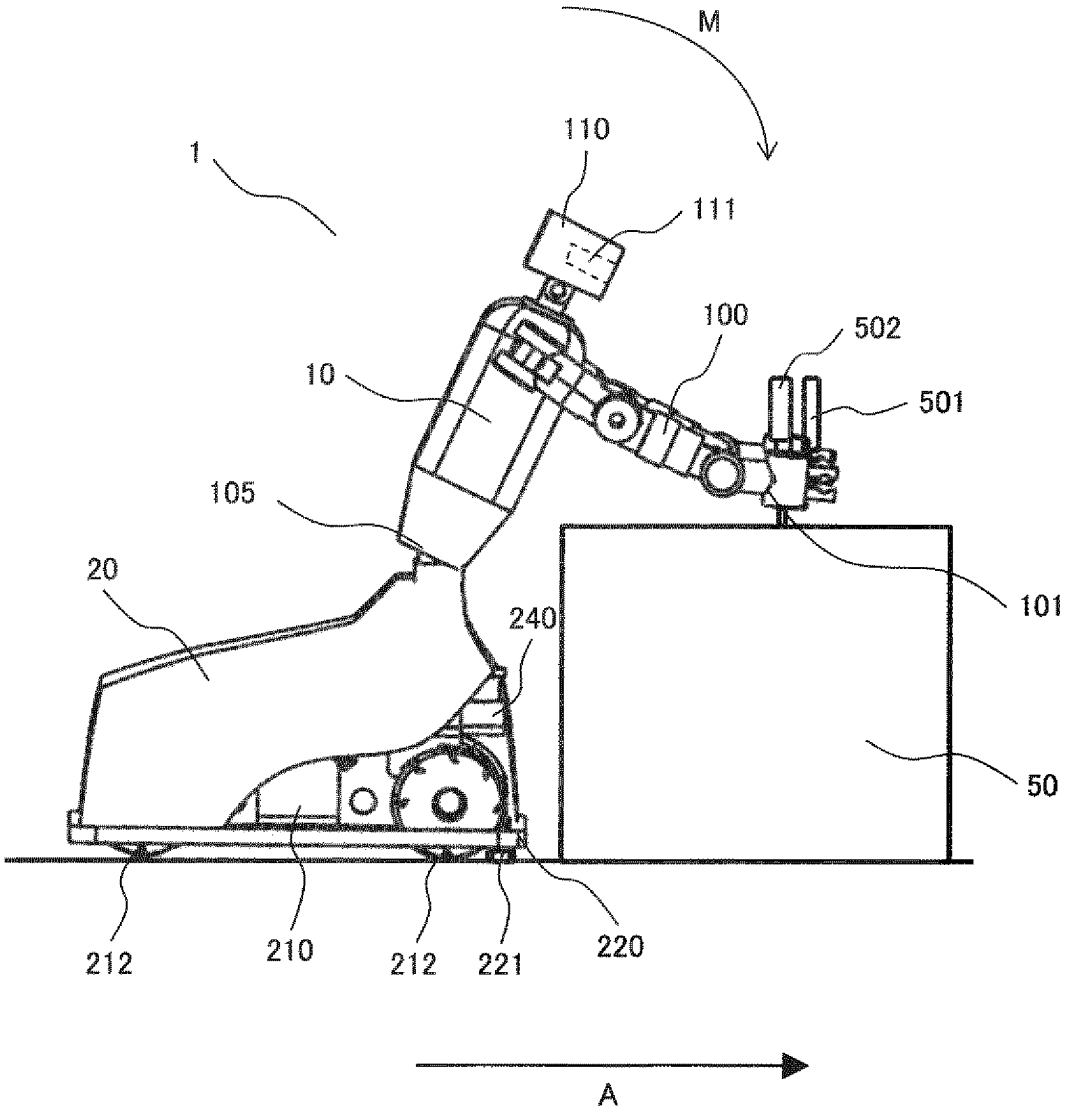
[FIG. 7]



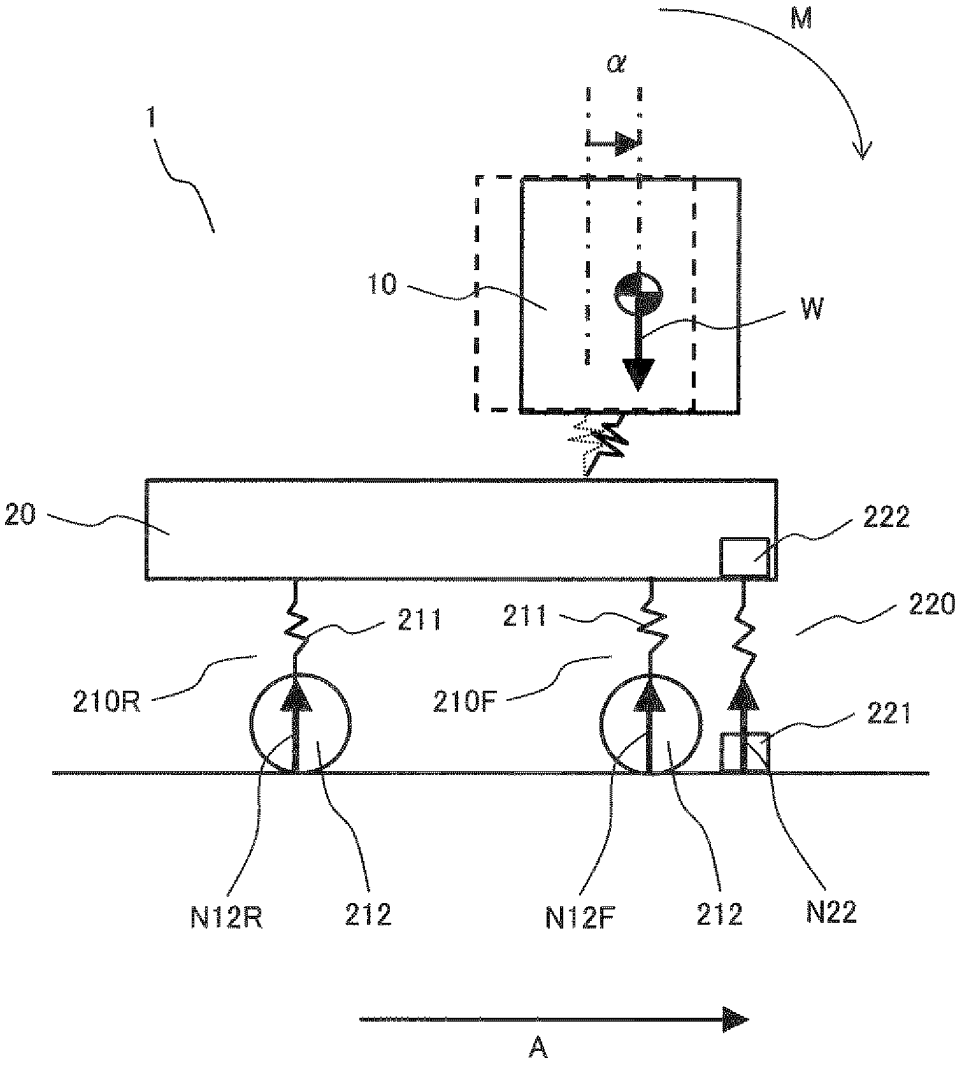
[FIG. 8]



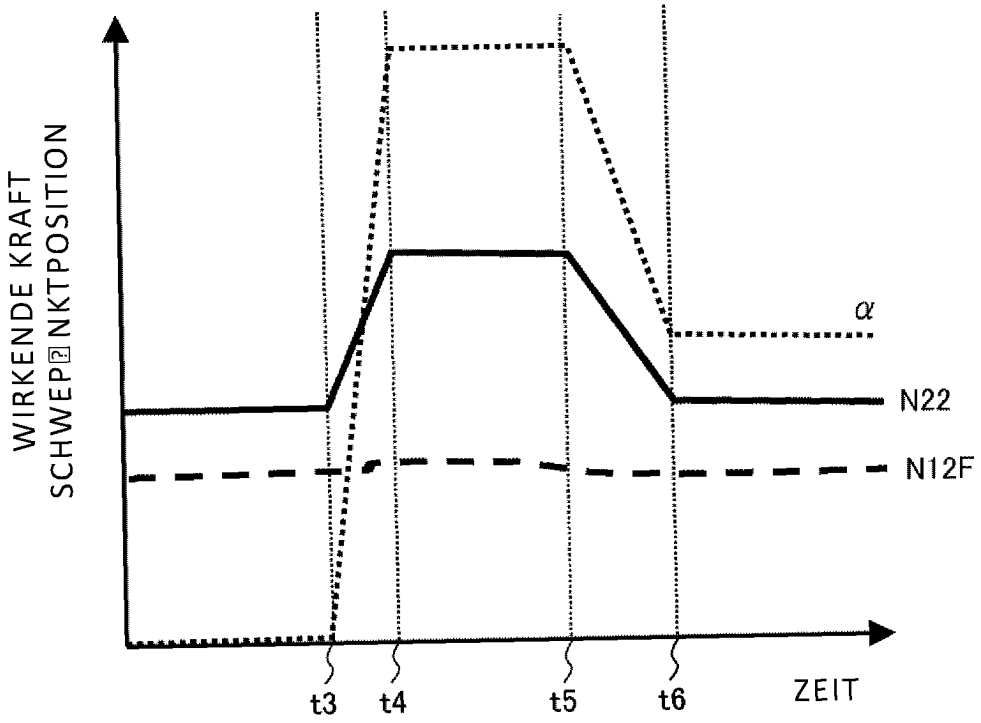
[FIG. 9]



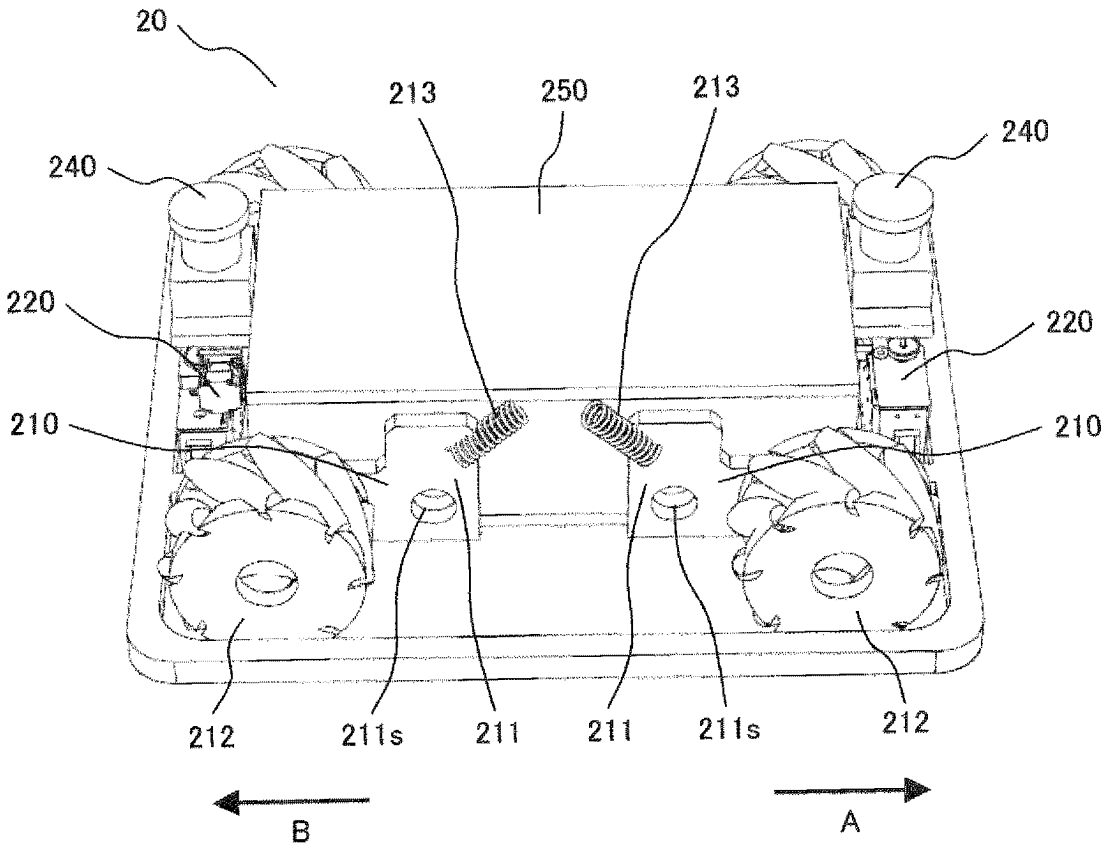
[FIG. 10]



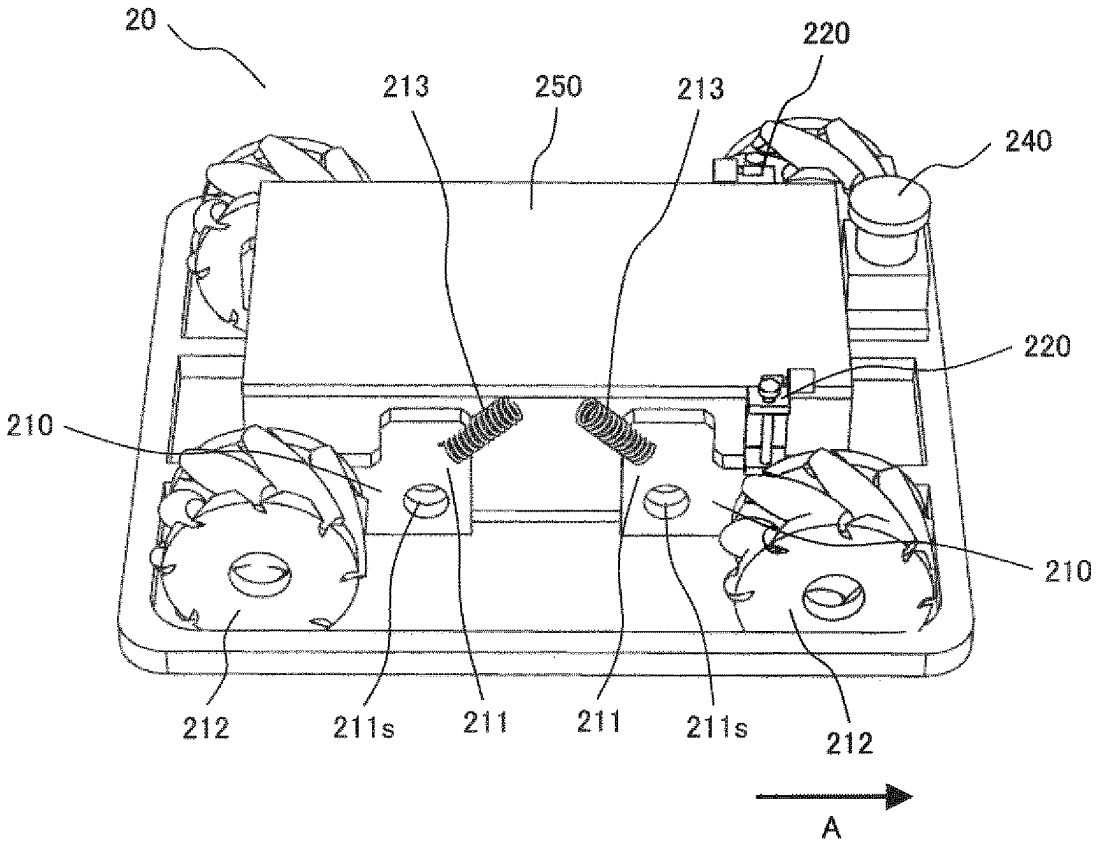
[FIG. 11]


WIRKENDE KRAFT
SCHWEP□NKTPOSITION
α
N22
N12F
t3
t4
t5
t6
ZEIT

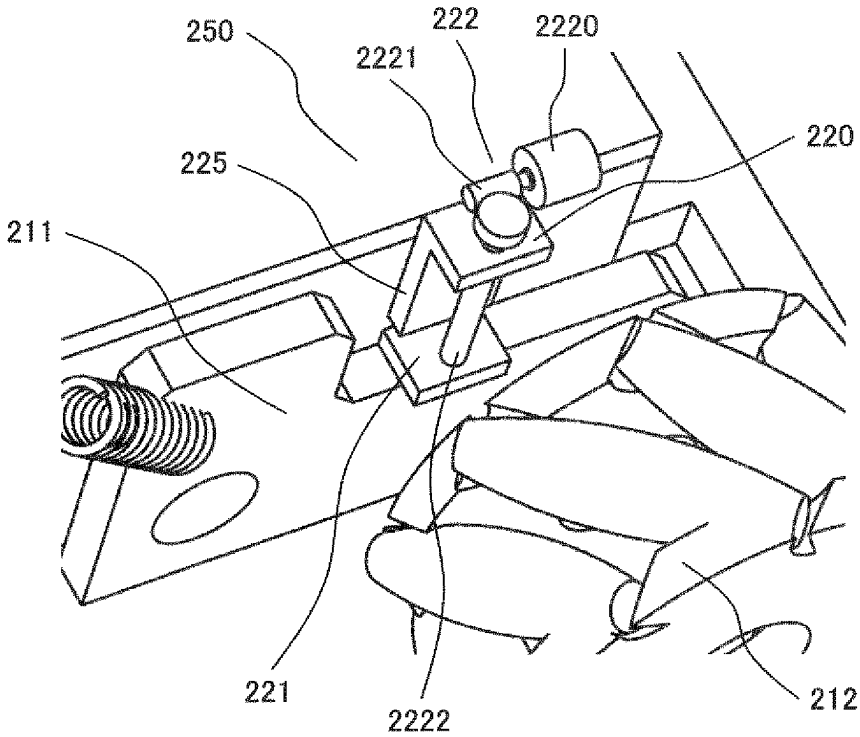
[FIG. 12]


20
213
250
213
240
240
220
220
210
210
212
211s
211
211
211s
212
B
A

[FIG. 13]



[FIG. 14]



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.