



(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 103 473.3**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2011/072746**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/049996**
(86) PCT-Anmeldetag: **03.10.2011**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **19.04.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **01.08.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **06.06.2024**

(51) Int Cl.: **F16H 21/54 (2006.01)**
B25J 11/00 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
2010-231433 **14.10.2010** **JP**

(73) Patentinhaber:
NTN Corporation, Osaka-shi, Osaka, JP

(74) Vertreter:
**Maikowski & Ninnemann Patentanwälte
Partnerschaft mbB, 10707 Berlin, DE**

(72) Erfinder:
**Isobe, Hiroshi, Iwata-shi, Shizuoka, JP; Nagano,
Yoshitaka, Iwata-shi, Shizuoka, JP; Nishio,
Yukihiro, Iwata-shi, Shizuoka, JP**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Eine verbindungsstättigende Vorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Eine verbindungsstättigende Vorrichtung (1) zum Verbinden eines Ausgangselementes (15) mit einem Eingangselement (14) durch drei oder mehr Sätze von Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) zur Veränderung der Stellung, wobei jeder der Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) enthält:

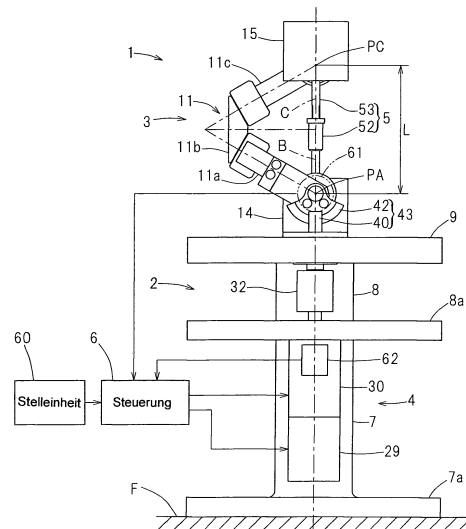
Endbereichsverbindungselemente auf einer Eingangsseite (11a, 12a, 13a) und einer Ausgangsseite (11c, 12c, 13c), deren eines Ende jeweils drehbar mit dem Eingangselement (14) und dem Ausgangselement (15) verbunden sind, und

ein intermediäres Verbindungselement (11b, 12b, 13b), mit welchem die anderen Enden der jeweiligen Endbereichsverbindungselemente (11a, 11c, 12a, 12c, 13a, 13c) auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite drehbar verbunden sind,

wobei die Eingangsseite (11a, 12a, 13a) und die Ausgangsseite (11c, 12c, 13c) in Bezug auf eine quer verlaufende Schnittebene in einem intermediären Bereich von jedem der Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) geometrisch zueinander identisch sind;

wobei Immobilisierungsmechanismen (4) zur Immobilisierung des Ausgangselementes (15) in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement (14) in allen der drei oder mehr Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) vorgesehen sind; wobei ein Strukturkörper (5) vorgesehen ist, um das Eingangselement (14) und das Ausgangselement (15) miteinander zu verbinden, während dieser in Kontakt mit einem

in dem Eingangselement (14) gebildeten kontaktierten Bereich (51) und einem in dem Ausgangselement (15) kontaktierten Bereich (51) ist; wobei die Immobilisierungsmechanismen (4) einen Betätiger enthalten, der direkt oder indirekt mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) verbunden ist, wobei der Betätiger so funktioniert, dass eine Drehung des Endbereichsverbindungselementes ...



(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	6 477 912	B2
US	2001 / 0 019 692	A1
US	2005 / 0 159 075	A1
US	2008 / 0 028 881	A1
JP	2000- 94 245	A

Beschreibung

[0001] Die vorgeschlagene Lösung betrifft eine verbindungsbetätigende Vorrichtung zum Verbinden eines Ausgangselementes mit einem Eingangselement durch drei oder mehr Sätze von Verbindungsmechanismen zur Veränderung der Stellung.

Querverweis auf eine verwandte Anmeldung

[0002] Diese Anmeldung basiert und nimmt die Verbandspriorität der am 14. Oktober 2010 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2010-231433 in Anspruch.

Hintergrund der Erfindung

(Gebiet der Erfindung)

[0003] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verbindungstätigende Vorrichtung, die in einem Verbindungsmechanismus, wie einem parallelen Verbindungsmechanismus verwendet werden kann, welcher Arbeit, wie eine komplizierte Verarbeitung oder eine Handhabung von Gegenständen in einem dreidimensionalen Raum, bei hoher Geschwindigkeit und Akkuratheit ausführt, oder einen Verbindungsmechanismus, wie ein Roboter gelenk.

(Beschreibung des Standes der Technik)

[0004] Ein Beispiel einer Arbeitsvorrichtung enthaltend einen parallelen Verbindungsmechanismus ist in Patentdokument 1 offenbart. Die Arbeitsvorrichtung ändert mittels des parallelen Verbindungsmechanismus eine Position und eine Einstellung einer sich bewegenden Platte, an welcher ein Werkzeug befestigt ist. Der parallele Verbindungsmechanismus enthält eine Vielzahl von Verbindungen mit unteren Enden, mit welchen die sich bewegende Platte verbunden ist, und obere Bereiche der Verbindungen werden durch universelle Gelenke gestützt, so dass die Winkel der Verbindungen veränderbar sind und die effektiven Längen der Verbindungen, die unterhalb der universellen Gelenke positioniert sind, ebenfalls veränderbar sind.

(Stand der Technik)

[0005] [Patentdokument 1] Veröffentlichte japanische Patentanmeldung JP 2000 - 94 245 A

[0006] In dem parallelen Verbindungsmechanismus mit der obigen Konfiguration ist es, da die Arbeitswinkel klein sind, notwendig, die Längen der Verbindungen zu erhöhen, um einen großen Einsatzbereich der Bewegungsplatte einzustellen. Das erhöht die Größe des gesamten Mechanismus, wodurch eine Erhöhung der Größe der Vorrichtung resultiert. Des Weiteren führt die Erhöhung in der Länge der Verbindungen zu einer Reduzierung der Stabilität des gesamten Mechanismus. Somit wird das Gewicht der an der Bewegungsplatte befestigten Werkzeuge, d.h. die Gewichtskapazität der Bewegungsplatte, klein.

[0007] Gattungsgemäßer Stand der Technik findet sich des Weiteren auch in den Dokumenten US 2008 / 0 028 881 A1; US 2005 / 0 159 075 A1; US 6 477 912 B2 und US 2001 / 0 019 692 A1.

Zusammenfassung der Erfindung

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine verbindungstätigende Vorrichtung bereitzustellen, die kompakt ist, einen weiten Bewegungsbereich eines bewegbaren Bereiches aufweist, eine hohe Akkuratheit der Anpassung einer Einstellung aufweist und des Weiteren eine hohe Stabilität aufweist.

[0009] Die verbindungstätigende Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung ist eine verbindungstätigende Vorrichtung zum Verbinden eines Ausgangselementes mit einem Eingangselement durch drei oder mehr Sätze von Verbindungsmechanismen zur Veränderung der Stellung, in welchem Fall jeder der Verbindungsmechanismen ein Endbereichsverbindungselement auf einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite enthält, deren Enden drehbar jeweils mit dem Eingangselement und dem Ausgangselement verbunden sind, und ein intermediäres Verbindungselement, mit welchem die anderen Enden der jeweiligen Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite drehbar verbunden sind. Ein Eingangsseitenbereich und ein Ausgangsseitenbereich von jedem der intermediären Verbindungselemente in Bezug auf einen zwischen den Eingangs- und Ausgangsseitenbereichen liegenden intermediären Bereich symmetrisch

zueinander sind, wenn ein geometrisches Modell zugrunde gelegt wird, bei dem jeder der Verbindungsmechanismen durch eine gerade Linie dargestellt wird. In anderen Worten: Die verbindungstätigende Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung weist drei oder mehr Sätze von Verbindungsmechanismen auf, um Endbereichsverbindungselemente mit einem Eingangselement, das auf einer Eingangsseite vorgesehen ist, und einem Ausgangselement, das auf einer Ausgangsseite vorgesehen ist, zu verbinden, so dass die Endbereichsverbindungselemente drehbar in Bezug auf das Eingangselement und das Ausgangselement sind, und um die Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite mit einem intermediären Verbindungselement zu verbinden, so dass die Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite drehbar in Bezug auf das intermediäre Verbindungselement sind. Die Eingangsseite und die Ausgangsseite sind geometrisch identisch zueinander in Bezug auf eine querverlaufende Schnittebene in einem intermediären Bereich von jedem der Verbindungsmechanismen. Des Weiteren sind immobilisierende Mechanismen in allen der drei oder mehr Verbindungsmechanismen vorgesehen, um das Ausgangselement in einer willkürlichen Einstellung in Bezug auf das Eingangselement zu immobilisieren. Ein Strukturkörper ist vorgesehen, um das Eingangselement und das Ausgangselement miteinander zu verbinden, während dieser in Kontakt mit einem in dem Eingangselement ausgebildeten kontaktierten Bereich und einem in dem Ausgangselement ausgebildeten kontaktierten Bereich ist.

[0010] Gemäß der obigen Struktur bilden das Eingangselement, das Ausgangselement und die drei oder mehr Verbindungsmechanismen einen Mechanismus mit zwei Freiheitsgraden, in welchem das Ausgangselement bewegbar in Bezug auf das Eingangselement in zwei axialen Richtungen ist, die senkrecht zueinander sind. Der Mechanismus mit zwei Freiheitsgraden ist kompakt und kann auch einen weiten Bewegungsbereich des Ausgangselementes erreichen. Zum Beispiel ist der maximale Beugungswinkel zwischen der Mittelachse des Eingangselementes und der Mittelachse des Ausgangselementes ungefähr $\pm 90^\circ$ und der Einschlagwinkel des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement kann in einem Bereich zwischen 0° bis 360° eingesetzt werden.

[0011] Der Strukturkörper ist vorgesehen, der das Eingangselement und das Ausgangselement miteinander verbindet, wodurch es möglich ist, den Effekt der Unterdrückung des Klapperns der verbindungstätigenden Vorrichtung zu erreichen, und auch um den Effekt der Erhöhung der Stabilität der verbindungstätigenden Vorrichtung zu erreichen. Des Weiteren ist, da die immobilisierenden Mechanismen in allen der drei oder mehr Verbindungsmechanismen vorgesehen sind, wenn zum Beispiel eine Kraft zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement durch den Strukturkörper erzeugt worden ist, kein Verbindungsmechanismus vorhanden, der die Kraft freilässt und daher wird eine Vorspannung auf die Gesamtheit der verbindungstätigenden Vorrichtung aufgebracht. Im Ergebnis kann das Klappern der verbindungstätigenden Vorrichtung reduziert werden und die Stabilität der verbindungstätigenden Vorrichtung kann verbessert werden. Selbst wenn eine Kraft nicht zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement durch den Strukturkörper erzeugt wird, wird die Winkelsteuerung in allen der Verbindungsmechanismen ausgeführt, das heißt, es existiert keiner der drei freien Verbindungsmechanismen, in welchen eine Winkelsteuerung nicht ausgeführt wird, wenn eine Kraft auf das Ausgangselement eingewirkt hat. Das resultiert in einer Verbesserung der Stabilität der gesamten verbindungstätigenden Vorrichtung und verbessert die Akkuratheit der Anpassung der Einstellung des Ausgangselementes.

[0012] In der vorliegenden Erfindung können die immobilisierenden Mechanismen einen Betätiger enthalten, der direkt oder indirekt zu dem Endbereichsverbindungselement auf der Eingangsseite verbunden ist, und der Betätiger wirkt so, dass die Drehung des Endbereichsverbindungselementes auf der Eingangsseite in Bezug auf das Eingangselement gehemmt wird. Wenn die immobilisierenden Elemente die Betätiger aufweisen, kann die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangelement stabil erhalten bleiben, und auch die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement kann verändert werden.

[0013] Wenn die immobilisierenden Elemente die Betätiger aufweisen, kann eine Steuerung vorgesehen sein, die, wenn die immobilisierenden Mechanismen das Ausgangselement in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement immobilisiert, die Betätiger steuert, um so eine Kontaktkraft, die zwischen dem Strukturkörper und den kontaktierten Bereichen des Eingangselementes und des Ausgangselementes wirkt, zu erhöhen. Die Steuerung steuert die Betätiger, um so die Kontaktkraft, die zwischen dem Strukturkörper und den kontaktierten Bereichen des Eingangselementes und des Ausgangselementes wirkt, zu erhöhen, das heißt, um so eine Kraft zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement zu erzeugen. Auf diese Weise wird der Abstand zwischen Mittelpunkten der sphärischen Verbindungsoberflächen des Eingangselementes und des Ausgangselementes leicht geändert, und daher kann die Höhe der Kontaktkraft, die auf die kontaktierten Bereiche wirkt, verändert werden. Wenn die Kontaktkraft sich erhöht, gibt es eine Kraft, die wirkt, um

die verbindungstätigende Vorrichtung in einer bestimmten Betriebsposition gegen diese Kontaktkraft zu erhalten und daher kann die Stabilität der gesamten verbindungstätigenden Vorrichtung verbessert werden, wenn eine Anpassung der Einstellung vorgenommen wird.

[0014] Wenn der Immobilisierungsmechanismus das Ausgangselement in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement immobilisiert, kann die Steuerung die Betätiger steuern, um so die Betätiger in Richtungen anzutreiben, in welche die durch die jeweiligen Betätiger erzeugten Kräfte miteinander wechselwirken. Wenn die durch die jeweiligen Betätiger erzeugten Kräfte miteinander wechselwirken, wird die Änderung in der Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement unterdrückt und die Kräfte wirken auf die gesamte verbindungstätigende Vorrichtung. Im Ergebnis wird der Abstand zwischen den Mittelpunkten der sphärischen Verbindungsoberflächen des Eingangselementes und des Ausgangselementes leicht verändert und daher wird die Größe der Kontaktkraft, die auf die kontaktierten Bereich wirkt, geändert, so dass die Stabilität der gesamten verbindungstätigenden Vorrichtung verbessert werden kann.

[0015] Zusätzlich kann, wenn die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement geändert wird, die Steuerung zwei der Betätiger steuern, so dass die Betriebspositionen der zwei Betätiger sich an vorbestimmte Steuerzielpositionen nähern, und kann mindestens einen verbliebenen Betätiger steuern, so dass ein durch den mindestens einen verbleibenden Betätiger erzeugtes Drehmoment sich an eine vorbestimmte Steuerzielposition nähert. Die Positionen von mindestens zwei der Betätiger werden gesteuert, wodurch die Position des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement bestimmt wird. Das Drehmoment des mindestens einen verbleibenden Betätigers wird gesteuert, wodurch es möglich wird, die Antriebskräfte der zwei obigen Betätiger zu reduzieren. Das macht es möglich, die Betätiger klein und kompakt herzustellen. Des Weiteren ist es notwendig, wenn die Positionen von allen der Betätiger gesteuert werden, die Betätiger anzutreiben, während die Positionen aller Betätiger koordiniert werden, und daher kann die Betriebsgeschwindigkeit reduziert werden. Die Steuerung jedoch der Positionen von nur zwei der Betätiger ermöglicht eine reibungslose Bedienung der Betätiger und im Ergebnis kann die Betriebsgeschwindigkeit erhöht werden.

[0016] Zusätzlich kann in dem Fall, wo die verbindungstätigende Vorrichtung einen Kraft übertragenden Mechanismus enthält, der in der Lage ist, Kräfte zwischen den jeweiligen Betätigern und den jeweiligen Endbereichsverbindungselementen auf der Eingangsseite zu übertragen, wenn die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement verändert wird, die Steuerung von zwei der Betätiger steuern, so dass Betriebspositionen der zwei Betätiger sich an vorbestimmte Steuerzielpositionen annähern, und kann mindestens einen verbliebenen Betätiger steuern, so dass ein durch den mindestens einen verbliebenen Betätiger erzeugte Drehmoment sich an eine vorbestimmte Steuerzielposition nähert, oder kann den mindestens einen verbliebenen Betätiger in einen Servo-AUS-Zustand führen, in welchem die Feedback-Steuerfunktion aus ist. Wenn ein Kraft übertragender Mechanismus vorgesehen ist, der Kräfte zwischen den Betätigern und den Endbereichsverbindungselementen auf der Eingangsseite überträgt, werden die Drehmomente der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite, die durch die Betätiger angetrieben werden, deren Positionen gesteuert werden, zu dem mindestens einen verbliebenen Betätiger durch den Kraftübertragungsmechanismus übertragen. Entsprechend ist es möglich, den mindestens einen verbliebenen Betätiger nicht nur durch eine Drehmomentsteuerung, aber auch in einem Servo-AUS-Zustand anzutreiben.

[0017] In dem Fall, wo jeder der Betätiger ein Drehbetätiger ist, kann der Drehbetätiger eine Bremsvorrichtung aufweisen, die eine Drehung einer Drehwelle des Drehbetätigers blockiert. Wenn das Ausgangselement in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement immobilisiert wird, kann die Bremsvorrichtung betätigt werden. Durch Bremsen der Drehwelle der Betätiger ist es möglich, einen bestimmten Winkel beizubehalten, selbst wenn die Drehmomente auf die Betätiger übertragen werden. Daher kann die Stabilität der gesamten verbindungstätigenden Vorrichtung verbessert werden, wenn eine Anpassung der Einstellung vorgenommen wird.

[0018] Die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement kann durch eine inverse Transformation einer Formel gesteuert werden, die durch

$$\cos(\theta/2) \sin \beta_n - \sin(\theta/2) \sin(\phi + \delta_n) \cos \beta_n + \sin(\gamma/2) = 0$$

dargestellt wird, wobei ein Drehwinkel des Endbereichsverbindungselementes auf der Eingangsseite in Bezug auf das Eingangselement β_n ist, ein Winkel zwischen einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungselementes, das drehbar mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Eingangsseite verbunden ist, und einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungsele-

menten, das drehbar mit den Endbereichsverbindungselementen auf der Ausgangsseite verbunden ist, γ ist, ein Raumwinkel in einer umlaufenden Richtung von jedem der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite in Bezug auf einen der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite, welche als Referenz dient, δn ist; ein vertikaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes in Bezug auf eine Mittelachse des Eingangselementes θ ist; und ein horizontaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes in Bezug auf die Mittelachse des Eingangselementes ϕ ist. Wenn die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement spezifiziert wird, ist es möglich, die Winkel der Drehung der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite durch die obige Formel zu berechnen. Auf der Basis der berechneten Werte können Ausgänge zu den Betätigern gesendet werden, die die Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite antreiben und im Ergebnis ist es möglich, die Einstellung des Ausgangselements in Bezug auf das Eingangselement zu steuern.

[0019] In der vorliegenden Erfindung kann die Struktur eine Kraft zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement erzeugen. Wenn der Strukturkörper eine Kraft zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement erzeugt, wird das Klappern der verbindungsstättigenden Vorrichtung eliminiert und die Stabilität der verbindungsstättigenden Vorrichtung kann verbessert werden. Das resultiert in einer Verbesserung der Akkuratheit der Anpassung der Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement.

[0020] In der vorliegenden Erfindung kann jedes der Eingangselemente und der Ausgangselemente dieselbe Anzahl von Wellenbereichen wie die Anzahl der Verbindungsmechanismen aufweisen, wobei die Wellenbereiche von einer äußeren peripheren Oberfläche davon herausragen, und wobei die Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite von jedem der Verbindungsmechanismen drehbar mit den Wellenbereichen verbunden sind und die kontaktierten Bereiche radial nach innen von den Wellenbereichen angeordnet sind. Gemäß der obigen Struktur ragen die Wellenbereiche von den äußeren peripheren Oberflächen des Eingangselementes und des Ausgangselementes heraus und daher können die Wellenbereiche drehbar durch Lagerungen, die in den Endbereichsverbindungselementen auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite vorgesehen sind, gestützt werden. Daher ist es möglich, weite Räume in den mittleren Bereichen des Eingangselementes und des Ausgangselementes zu sichern und die kontaktierten Bereiche können leicht in diesen weiten Räumen definiert werden.

[0021] In der vorliegenden Erfindung können die kontaktierten Bereiche des Eingangselementes und des Ausgangselementes sphärische Formen aufweisen, deren Mittelpunkte den Mittelpunkten der sphärischen Verbindungsoberflächen der jeweiligen Verbindungsmechanismen entsprechen, und der Strukturkörper kann entgegengesetzte Enden aufweisen, die mit sphärischen Kontaktbereichen vorgesehen sind, die gleitend an die kontaktierten Bereiche angepasst sind. Die sphärisch geformten kontaktierten Bereiche des Eingangselementes und des Ausgangselementes und der sphärische Kontaktbereich der Struktur sind in Kontakt miteinander und daher, selbst wenn eine Änderung in der Bedienungsposition der verbindungsstättigenden Vorrichtung vorgenommen wurde, kann der Zustand, in welchem die kontaktierenden Bereiche und die Kontaktbereiche immer in Kontakt miteinander sind, beibehalten werden, ohne die Bedienung der verbindungsstättigenden Vorrichtung zu beeinflussen.

[0022] Der Strukturkörper kann einen Eingangsseitenstrukturbereich enthalten, der einen Kontaktbereich angepasst an den kontaktierenden Bereich des Eingangselementes aufweist, und einen Ausgangsseitenstrukturbereich enthalten, der einen Kontaktbereich angepasst an den kontaktierenden Bereich des Ausgangselementes aufweist, und ein Abstand zwischen den Mitten der Kontaktbereiche des Eingangsseitenstrukturbereiches und des Ausgangsseitenstrukturbereiches kann veränderbar sein. Wenn der Abstand zwischen den Mitten der Kontaktbereiche des Eingangsseitenstrukturbereiches und des Ausgangsseitenstrukturbereiches veränderbar ist, ist es möglich, die Größe der Kraft einzustellen, die zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement durch den Strukturkörper zu erzeugen ist.

[0023] Zum Beispiel kann einer der Eingangsseitenstrukturbereiche und der Ausgangsseitenstrukturbereiche einen Außengewindebereich aufweisen, und der jeweils andere davon kann einen Innengewindebereich aufweisen, der in den Außengewindebereich eingreift, in welchem Falle durch Ändern der Größe des Gewindeeingriffs zwischen dem Außengewindebereich und dem Innengewindebereich der Abstand zwischen den Mitten der Kontaktbereiche des Eingangsseitenstrukturbereiches und des Ausgangsseitenstrukturbereiches eingestellt wird. Diese Struktur ermöglicht die Einstellung der Größe der zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement durch den Strukturkörper zu erzeugenden Kraft.

[0024] Zusätzlich kann ein Eingangsseitengleitbereich und ein Ausgangsseitengleitbereich jeweils in dem Eingangsseitenstrukturbereich und dem Ausgangsseitenstrukturbereich vorgesehen sein, um so in Bezug

aufeinander entlang einer geraden Linie, die die Mitten der sphärischen Kontaktbereiche des Eingangsseitenstrukturbereichs und des Ausgangsseitenstrukturbereichs miteinander verbindet, verschiebbar zu sein. In diesem Fall ist es möglich, eine Technik anzuwenden, in welcher der Eingangsseitenstrukturbereich und der Ausgangsseitenstrukturbereich miteinander kooperieren, um einen Raumbereich auszubilden, so dass ein Fluid in den Raumbereich eingeführt wird und aus dem Raumbereich abgeführt wird, wodurch der Eingangsseitengleitbereich und der Ausgangsseitengleitbereich in Bezug aufeinander gleiten, und eine Technik, in welcher ein Piezobetätiger vorgesehen ist, der den Eingangsseitengleitbereich und den Ausgangsseitengleitbereich in Bezug aufeinander verschiebt. Wie oben beschrieben, ermöglicht das Vorsehen des Eingangsseitengleitbereichs und des Ausgangsseitengleitbereichs jeweils in dem Eingangsseitenstrukturbereich und dem Ausgangsseitenstrukturbereich die Einstellung der Größe der zwischen dem Eingangselement und dem Ausgangselement durch den Strukturkörper zu erzeugenden Kraft in einer ähnlichen Weise wie in der obigen.

[0025] In der vorliegenden Erfindung kann das Eingangselement einen vertieften Bereich aufweisen, der an einer Stirnfläche davon auf der Ausgangselementseite konisch und kegelig ist, und das Ausgangselement kann einen vertieften Bereich aufweisen, der an der Stirnfläche davon auf der Eingangselementseite konisch und kegelig ist, in welchem Falle die innersten Bereiche der vertieften Bereiche als die kontaktierenden Bereiche dienen. Diese Konfiguration macht es möglich, effektiv eine Beeinträchtigung des Eingangselementes und des Ausgangselementes durch den Strukturkörper effektiv zu verhindern und im Ergebnis ist es möglich, einen weiten Bedienungsbereich der verbindungsstättigen Vorrichtung zu erreichen.

[0026] Im Falle der obigen Konfiguration kann ein maximaler Beugungswinkel von einem Beugungswinkel, welcher einen Winkel zwischen einer Mittellinie des Eingangselementes und einer Mittellinie des Ausgangselementes ist, θ_{\max} sein; und ein Winkel zwischen einer Generatrix einer inneren peripheren Oberfläche des vertieften Bereiches des Eingangselementes und der Mittellinie des Eingangselementes, und ein Winkel zwischen einer Generatrix einer inneren peripheren Oberfläche des vertieften Bereiches des Ausgangselementes und der Mittellinie des Ausgangselementes können beide $\theta_{\max} / 2$ sein. Mit dieser Konfiguration, wenn der Beugungswinkel den maximalen Beugungswinkel überschreitet, kontaktiert der Strukturkörper sowohl die innere periphere Oberfläche des vertieften Bereiches des Eingangselementes als auch die innere periphere Oberfläche des vertieften Bereiches des Ausgangselementes. Somit ist der Bedienungsbereich der verbindungsstättigen Vorrichtung begrenzt und die Verlässlichkeit der verbindungsstättigen Vorrichtung kann verbessert werden.

[0027] In der vorliegenden Erfindung können Drehwinkeldetektoren in zwei oder mehr der drei oder mehr Verbindungsmechanismen vorgesehen sein, um Drehwinkel der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite zu detektieren. Das Vorsehen von Drehwinkeldetektoren ermöglicht eine Feedbacksteuerung unter Verwendung der durch die Drehwinkeldetektoren detektierten Werte. Das reduziert den Einfluss des Klapperns der immobilisierenden Mechanismen und die Stabilität der immobilisierenden Mechanismen und die Akkuratheit der Anpassung der Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement können verbessert werden.

[0028] Die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement kann durch Vorwärts-Transformation einer Formel, dargestellt durch

$$\cos(\theta/2) \sin \beta n - \sin(\theta/2) \sin(\phi + \delta n) \cos \beta n + \sin(\gamma/2) = 0$$

abgeschätzt werden, wobei ein Drehwinkel der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite in Bezug auf das Eingangselement βn ist; ein Winkel zwischen einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungselementes, das drehbar mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Eingangsseite verbunden ist, und einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungselementes, das drehbar mit den Endbereichsverbindungselementen auf der Ausgangsseite verbunden ist, γ ist; ein Raumwinkel in einer umlaufenden Richtung von jedem der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite in Bezug auf einen der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite, welche als eine Referenz dienen, δn ist; ein vertikaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes in Bezug auf eine Mittelachse des Eingangselementes θ ist; und ein horizontaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes in Bezug auf die Mittelachse des Eingangselementes ϕ ist. Auf der Basis der Drehwinkel von zwei oder mehr der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite, detektiert durch die Drehwinkeldetektoren, ist es möglich, die Einstellung des Ausgangselementes in Bezug auf das Eingangselement abzuschätzen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0029] In jedem Fall wird die vorliegende Erfindung durch die folgende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen in Verbindung mit den dazugehörigen Zeichnungen verständlicher werden. Allerdings sind die Ausführungsformen und die Zeichnungen nur zum Zwecke der Darstellung und Erklärung vorgesehen und nicht als limitierend bezüglich des Umfangs der vorliegenden Erfindung, in welcher Weise auch immer, anzusehen, dessen Bereich durch die beigefügten Ansprüche zu bestimmen ist. In den zugehörigen Zeichnungen werden ähnliche Referenzzeichen zur Bezeichnung von ähnlichen Teilen in den verschiedenen Ansichten verwendet.

Fig. 1 ist ein Diagramm erhalten durch Zufügen eines Blockdiagramms eines Steuersystems zu einer Vorderansicht einer verbindungstätigenden Vorrichtung gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei ein Teil der verbindungstätigenden Vorrichtung von der Vorderansicht weggelassen ist;

Fig. 2 ist eine Vorderansicht der verbindungstätigenden Vorrichtung in einem anderen Zustand, wobei ein Teil der verbindungstätigenden Vorrichtung von der Vorderansicht weggelassen wurde;

Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht der verbindungstätigenden Vorrichtung;

Fig. 4 ist ein Diagramm, das einen der Verbindungsmechanismen der verbindungstätigenden Vorrichtung durch gerade Linien darstellt;

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht eines Eingangselementes, von Endbereichsverbindungselementen auf einer Eingangsseite und eines intermediären Verbindungselementes der verbindungstätigenden Vorrichtung;

Fig. 6 ist Ausschnittseitenansicht eines Teils der verbindungstätigenden Vorrichtung;

Fig. 7 ist eine vergrößerte Ausschnittseitenansicht eines Teils der verbindungstätigenden Vorrichtung;

Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht eines Strukturkörpers der verbindungstätigenden Vorrichtung;

Fig. 9 ist eine längliche Querschnittsansicht eines Strukturkörpers einer verbindungstätigenden Vorrichtung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 ist eine längliche Querschnittsansicht eines Strukturkörpers einer verbindungstätigenden Vorrichtung gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 11 ist ein Diagramm, das durch Zufügen eines Blockdiagramms eines Steuersystems zu einer länglichen Querschnittsansicht eines Eingangselementes, Endbereichsverbindungselementen auf einer Eingangsseite und einem intermediären Verbindungselement einer verbindungstätigenden Vorrichtung gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erhalten wird.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsform

[0030] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** bis **8** wird eine erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben. Wie in den **Fig. 1** und **2** gezeigt, enthält eine verbindungstätigende Vorrichtung **1** eine Grundeinheit **2** und einen Verbindungsmechanismusabschnitt **3** mit einer Eingangsseite, die durch die Grundeinheit **2** gestützt wird, und einer Ausgangsseite, auf welcher eine angetriebene Vorrichtung, wie ein medizinischer Betätiger befestigt ist. Die verbindungstätigende Vorrichtung **1** enthält auch einen Stillstandshaltemechanismus oder immobilisierenden Mechanismus **4**, welcher den Verbindungsmechanismusabschnitt **3** in einem bestimmten Zustand immobilisiert, einen Strukturkörper **5**, welcher ein Eingangselement **14** und ein Ausgangselement **15** des Verbindungsmechanismusabschnitts **3** miteinander verbindet, und eine Steuerung **6**.

[0031] Die Grundeinheit **2** weist eine dreilagige Struktur zusammengesetzt aus einem Grundelement **7**, einem Motorbefestigungselement **8** und einem Verbindungsanpassenden Element **9** auf. Das Grundelement **7**, welches die untere Lage ist, ist auf einer horizontalen Installationsoberfläche **F** durch einen Platten-ähnlichen Bereich **7a** wie eine Scheibe, der an dem unteren Ende des Grundelementes **7** vorgesehen ist, angebaut. Das Motorbefestigungselement **8**, welches die mittlere Lage ist, weist einen Platten-ähnlichen Bereich **8a**, wie eine Scheibe, an seinem unteren Ende auf und ist oberhalb des Grundelementes **7** eingebaut. Das Verbindungsanpassende Element **9**, welches die obere Lage ist, ist ein Platten-ähnliches Element, wie eine Scheibe, und ist oberhalb des Motorbefestigungselementes **8** eingebaut.

[0032] Wie in **Fig. 3** gezeigt, enthält der Verbindungsmechanismusabschnitt 3 drei Sätze von Verbindungsmechanismen 11, 12 und 13 (im Folgenden durch 11 bis 13 bezeichnet). Es ist anzumerken, dass in den **Fig. 1** und 2 nur ein Satz des Verbindungsmechanismus 11 dargestellt ist. Die drei Sätze von diesen Verbindungsmechanismen 11 bis 13 weisen ähnliche Formen auf, die geometrisch zueinander identisch sind. In anderen Worten: Jeder der Verbindungsmechanismen 11 bis 13 weist solch eine Form auf, dass geometrische Modelle von jedem der Verbindungselemente 11a bis 13a, 11b bis 13b und 11c bis 13c, wenn schematisch durch Linien ausgedrückt, so sind, dass ein Eingangsseitenbereich und ein Ausgangsseitenbereich in Bezug auf einen intermediären Bereich der intermediären Verbindungselemente 11 bis 13b symmetrisch zueinander sind.

[0033] Jeder der Verbindungsmechanismen 11, 12 und 13 ist aus einem Endbereichsverbindungselement 11a, 12a und 13a (im Folgenden als 11a bis 13a bezeichnet) auf der Eingangsseite, einem intermediären Verbindungselement 11b, 12b und 13b (im Folgenden als 11b bis 13b bezeichnet) und einem Endbereichsverbindungselement 11c, 12c und 13c (im Folgenden als 11c bis 13c bezeichnet) auf einer Ausgangsseite hergestellt und bildet einen Drei-Verbindungskettenmechanismus umfassend vier sich drehende Paare aus. Die Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite und die Endbereichsverbindungselemente 11c bis 13c auf der Ausgangsseite sind L-förmig, so dass die Stirnenden der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a drehbar mit dem Eingangselement 14 verbunden sind, und die Stirnenden der Endbereichsverbindungselemente 11c bis 13c drehbar mit dem Ausgangselement 15 verbunden sind. Jedes der intermediären Verbindungselemente 11b bis 13b weist ein Ende auf, das drehbar mit der Spitze von einem der korrespondierenden Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite verbunden ist, und das andere Ende, das drehbar mit der Spitze von einem der korrespondierenden Endbereichsverbindungselemente 11c bis 13c auf der Ausgangsseite verbunden ist.

[0034] Jedes der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite und der Endbereichsverbindungselemente 11c bis 13c auf der Ausgangsseite weist eine sphärische Oberflächenverbindungsstruktur auf. Die ersteren drei Verbindungselemente 11a bis 13a weisen einen gemeinsamen Mittelpunkt der sphärischen Verbindungsoberfläche PA auf und die letzteren drei Verbindungselemente 11c bis 13c weisen einen gemeinsamen Mittelpunkt der sphärischen Verbindungsoberfläche PC auf. In jedem der drei Verbindungsmechanismen 11 bis 13 sind die Abstände von den assoziierten Mittelpunkten PA oder PC zu den jeweiligen drei Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a oder 11c bis 13c gleich. Die Achsen der Drehpaare, welche die Gelenke zwischen dem Endbereichsverbindungselement 11a bis 13a oder 11c bis 13c und dem intermediären Verbindungselement 11b bis 13b definieren, können einen bestimmten gekreuzten Achswinkel aufweisen oder können parallel zueinander sein.

[0035] Das heißt, dass die drei Verbindungsmechanismen 11 bis 13 Formen aufweisen, die geometrisch identisch zueinander sind. Formen, die geometrisch identisch zueinander sind, bedeuten, dass die Verbindungsmechanismen 11 bis 13 von solcher Form sind, dass geometrische Modelle, die die Verbindungselemente 11a bis 13a, 11b bis 13b und 11c bis 13c durch gerade Linien darstellen, so sind, dass ein Eingangsseitenbereich und ein Ausgangsseitenbereich symmetrisch zueinander in Bezug auf einen intermediären Bereich von jedem der intermediären Verbindungselemente 11b bis 13b sind. **Fig. 4** ist ein Diagramm, das einen der Verbindungsmechanismen, nämlich den Verbindungsmechanismus 11, durch gerade Linien darstellt.

[0036] Der in dieser bevorzugten Ausführungsform anzuwendende Verbindungsmechanismus 11 bis 13 ist rotationssymmetrisch und das Positionsverhältnis zwischen einer Eingangsseitengruppe des Eingangselementes 14 und des Endbereichsverbindungselementes 11a bis 13a auf der Eingangsseite und einer Ausgangsseitengruppe des Ausgangselementes 15 und des Endbereichsverbindungselementes 11c bis 13c auf der Ausgangsseite ist so, um einen Positionsaufbau auszubilden, in welchem das Positionsverhältnis rotationssymmetrisch in Bezug auf eine Mittellinie A des intermediären Verbindungselementes 11b bis 13b ist. **Fig. 1** stellt einen Zustand dar, in welchem eine Mittelachse B des Eingangselementes 14 und eine Mittelachse C des Ausgangselementes 15 auf der gemeinsamen Linie liegen, und **Fig. 2** stellt einen Zustand dar, in welchem die Mittelachse C des Ausgangselementes 15 in Bezug auf die Mittelachse B des Eingangselementes 14 einen vorbestimmten Arbeitswinkel einnimmt. Selbst wenn jeder der Verbindungsmechanismen 11 - 13 seine Stellung verändert, ändert sich nicht der Abstand L zwischen den Mittelpunkten der sphärischen Verbindungsoberflächen PA und PC auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite.

[0037] Jeder der Eingangselemente 14 und der Ausgangselemente 15 weist eine hexagonale prismatische Form auf, deren äußere Umfangsoberfläche auf sechs seitlichen Flächen 16 ausgebildet ist, so dass jede der anderen drei der seitlichen Flächen 16 rotierbar mit den Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a

auf der Eingangsseite oder den Endbereichsverbindungselementen 11c bis 13c auf der Ausgangsseite verbunden sind.

[0038] Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht, die Gelenkbereiche zwischen dem Eingangselement 14 und den Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a auf der Eingangsseite zeigt. Die Wellenbereiche 18 ragen von den lateralen Flächen 16 des Eingangselementes 14 heraus, so dass die inneren Ringe (nicht gezeigt) eines doppelreihigen Lagers 17 extern auf den jeweiligen Wellenbereichen 18 befestigt sind, und äußere Ringe (nicht gezeigt) des Lagers 17 in die Endbereiche auf der Seite des Eingangselementes der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite eingeführt werden. Das heißt, dass die Struktur so ist, dass die inneren Ringe an dem Eingangselement 14 befestigt sind, und die äußeren Ringe zusammen mit den Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a auf der Eingangsseite rotieren. Die Lager 17 sind z. B. Kugellager wie ein Rillenkugellager oder Schrägkugellager, und sind mit einer vorbestimmten Größe einer angewendeten Vorspannung mittels einer Nut 19 befestigt. Die Lager 17 können Rolllager oder Gleitlager sein, anstelle der Anordnung von Kugellagern in zwei Reihen, wie in dem dargestellten Beispiel gezeigt. Die Gelenkbereiche zwischen dem Ausgangselement 15 und den Endbereichsverbindungselementen 11c bis 13c auf der Ausgangsseite weisen auch ähnliche Strukturen auf.

[0039] Zusätzlich sind die Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite und die intermediären Verbindungselemente 11b bis 13b drehbar miteinander an ihren Gelenkbereichen durch Doppelreihenlager 20 verbunden. Das heißt, dass die äußeren Ringe (nicht gezeigt) des Lagers 20 extern an den Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a auf der Eingangsseite befestigt sind und die inneren Ringe (nicht gezeigt) des Lagers 20 extern an Wellenbereichen 21 befestigt sind, die in den jeweiligen intermediären Verbindungselementen 11b bis 13b vorgesehen sind. Die Lager 20 sind z. B. Kugellager wie Rillenkugellager oder Schrägkugellager und sind mit einer vorbestimmten Größe an aufgewendeter Vorspannung mittels einer Nut 22 befestigt. Die Lager 20 können Rolllager oder Gleitlager anstelle der Anordnung von Kugellagern in zwei Reihen, wie in dem illustrierten Beispiel gezeigt, sein. Die Gelenkbereiche zwischen den Endbereichsverbindungselementen 11c bis 13c auf der Ausgangsseite und das intermediäre Verbindungselement 11b bis 13b weisen ähnliche Strukturen auf.

[0040] In jedem der Verbindungsmechanismen 11 bis 13 können der Winkel und die Länge des Wellenbereichs und die geometrische Form des Endbereichsverbindungselementes 11a bis 13a und 11c bis 13c gleich zueinander auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite sein und selbst die intermediären Verbindungselemente 11b bis 13b weisen Eingangs- und Ausgangsseiten auf, die in der Form ähnlich zueinander sind. Auch kann die Winkelpositionsbeziehung in Bezug auf die Symmetrieebene des intermediären Verbindungselementes 11b bis 13b zwischen den intermediären Verbindungselementen 11b bis 13b und den Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a und 11c bis 13c, die mit den Eingangs- und Ausgangselementen 14 und 15 verbunden sind, ähnlich zueinander auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite sein. In solch einem Fall werden sich die Eingangsseitengruppe des Eingangselementes 14 und das Endbereichsverbindungselement 11a bis 13a und die Ausgangsseitengruppe des Ausgangselementes 15 und das Endbereichselement 11c bis 13c aufgrund der geometrischen Symmetrie in derselben Weise bewegen, und die Eingangs- und Ausgangsseitengruppen werden sich in demselben Winkel in derselben Weise bei einer konstanten Geschwindigkeit drehen. Die Symmetrieebene des intermediären Verbindungselementes 11b bis 13b wird bei Drehung bei der konstanten Geschwindigkeit als eine isokinetische halbierende Ebene bezeichnet.

[0041] Aufgrund des Vorhergesagten sind, wenn eine Vielzahl der Verbindungsmechanismen 11 bis 13 derselben geometrischen Form mit gemeinsamen Eingangs- und Ausgangselementen 14 und 15 auf einem Umfang angeordnet sind als die Position, in welcher diese Verbindungsmechanismen 11 bis 13 sich ohne Mehrdeutigkeit bewegen können, sind die intermediären Verbindungselemente 11b bis 13b auf die Bewegung in der isokinetischen halbierenden Ebene begrenzt und daher kann die isokinetische Drehung erhalten werden, selbst wenn die Eingangs- und Ausgangsseitengruppen willkürliche Arbeitswinkel einnehmen.

[0042] Jeder der Verbindungsmechanismen 11 bis 13 weist drehbare Bereiche der vier sich drehenden Paare auf, die aus einem ersten Gelenkbereich zwischen dem Endbereichsverbindungselement 11a bis 13a und dem Eingangselement 14, einem zweiten Gelenkbereich zwischen dem Endbereichsverbindungselement 11c bis 13c und dem Ausgangselement 15, einem dritten Gelenkbereich zwischen dem Endbereichsverbindungselement 11a bis 13a und dem intermediären Verbindungselement 11b bis 13b und einem vierten Gelenkbereich zwischen dem Endbereichsverbindungselement 11c bis 13c und dem intermediären Verbindungselement 11b bis 13b bestehen. Durch die Gestaltung dieser vier drehbaren Bereiche als jeweilige Lagerstrukturen ist es möglich, den Drehwiderstand zu reduzieren, während der Reibungswiderstand an die-

sen Gelenkbereichen unterdrückt wird und daher kann nicht nur eine glatte Kraftübertragung sichergestellt werden, aber auch deren Lebensdauer kann erhöht werden.

[0043] Gemäß dem Verbindungsmechanismusabschnitt 3 der oben beschriebenen Struktur kann der Bewegungsbereich des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 groß gemacht werden. Als Beispiel kann der maximale Beugungswinkel, der zwischen der Mittelachse B des Eingangselementes 14 und der Mittelachse C des Ausgangselementes 15 definiert ist, als ungefähr $\pm 90^\circ$ wiedergegeben werden. Auch kann der Einschlagwinkel des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 innerhalb des Bereiches von $0 - 360^\circ$ hergestellt werden. Der Beugungswinkel θ bezieht sich auf den vertikalen Winkel der Neigung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf die Mittelachse B auf das Eingangselement 14. Der Einschlagwinkel ϕ bezieht sich auf den horizontalen Winkel der Neigung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf die Mittelachse B des Eingangselementes 14.

[0044] Der Immobilisierungsmechanismus 4 immobilisiert den Verbindungsmechanismusabschnitt 3 in einem bestimmten Zustand, so dass dadurch das Ausgangselement 15 in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement 14 immobilisiert wird. Die Immobilisierungsmechanismen 4 sind in allen der drei Verbindungsmechanismen 11 bis 13 vorgesehen. Die jeweiligen Immobilisierungsmechanismen 4 sind direkt oder indirekt mit den Endbereichsverbindungselementen 11a, 12a und 13a auf der Eingangsseite verbunden, und enthalten Drehbetätiger 30 mit Bremsvorrichtungen 29, die so funktionieren, um die Drehung der Endbereichsverbindungselemente 11a, 12a und 13a auf der Eingangsseite in Bezug auf das Eingangselement 14 zu hemmen. Wenn das Immobilisierungselement 4 den Drehbetätiger 30 aufweist, kann die Stellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 stabil beibehalten werden, und auch die Stellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 kann verändert werden. Die Bremsvorrichtung 29 ist z. B. eine elektromagnetische Bremse und ist ein Mechanismus, um die Drehung der Drehwelle des Drehbetätigers 30 zu blockieren. Der Drehbetätiger 30 und die Bremsvorrichtung 29 sind an dem Platten-ähnlichen Bereich 8a des Motorbefestigungselementes 8 befestigt, um sich in die vertikale Richtung zu erstrecken.

[0045] Wie in Fig. 6 gezeigt, ragt eine Ausgangswelle 30a in jedem der Drehbetätiger 30 nach oben heraus, und die Ausgangswelle 30a und eine Ritzelwelle 31 sind miteinander durch eine Kopplung 32 verbunden. Die Ritzelwelle 31 ist coaxial mit der Ausgangswelle 30a angeordnet und wird drehbar durch ein Doppelreihenlager 33 gestützt, das in dem Verbindungsanbauelement 9 vorgesehen ist. Insbesondere ist ein zylindrischer Ritzelwellenabstützhalter 34 durch Presspassung an ein Halterpresspassungsloch 9a, das in dem Verbindungsanbauelement 9 ausgebildet ist, angepasst, so dass das Doppelreihenlager 33 in dem Ritzelwellenabstützhalter 34 untergebracht ist. Der Ritzelwellenabstützhalter 34 ist an dem Verbindungsanbauelement 9 mittels eines Bolzens 35 befestigt. Das Doppelreihenlager 33 ist zum Beispiel ein Kugellager wie ein Rillenkugellager oder Schrägkugellager. Die axiale Position eines inneren Ringes (nicht gezeigt) des zweireihigen Lagers 33 ist durch einen Flanschbereich 31a der Ritzelwelle 31 positioniert und eine Nut 36 greift in einen Gewindebereich 31b der Ritzelwelle 31 ein. Die axiale Position eines äußeren Ringes (nicht gezeigt) des Doppelreihenlagers 33 ist durch einen Flanschbereich 34a des Wellenabstützhalters 34 positioniert, und ein Positionierungselement 37 ist zusammen mit dem Wellenabstützhalter 34 an dem Verbindungsanbauelement 9 mittels des Bolzens 35 befestigt.

[0046] Der Bereich oberhalb des Flanschbereiches 31a in der Ritzelwelle 31 ist als eine Ritzel 40 definiert, in welcher spirale Verzahnungen auch an deren Umfang ausgebildet sind. In der Zwischenzeit wird ein Gelenkelement 41 unbeweglich an dem Drehpaarbereich zwischen jedem der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite und dem Wellenbereich 18 befestigt, und das Gelenkelement 41 ist mit einem Zahnbogengetriebe 42 versehen, in welchem spirale Verzahnungen ausgebildet sind, um mit der Ritzel 40 zu kämmen. Die Mittelachse des Zahnbogengetriebes 42 stimmt mit der Mittelachse des Wellenbereichs 18 überein. Die Mittelachse der Ritzel 40 und die Mittelachse des Zahnbogengetriebes 42 sind bei Vorderansicht senkrecht zueinander und sind zueinander in der Vorderseiten-Rückseiten-Richtung versetzt. Das heißt, dass die Zahnbogengetriebe 42 hypoiden Getriebe sind und miteinander wechselwirken, um einen kraftübertragenden Mechanismus 43 auszubilden. Der kraftübertragende Mechanismus 43, der sich aus hypoiden Getrieben zusammensetzt, kann ein hohes Reduktionsverhältnis aufweisen und kann Kräfte sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung übertragen. Es sollte angemerkt sein, dass wie in Fig. 5 gezeigt, die Gelenkelemente 41 an dem Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a auf der Ausgangsseite mittels der Bolzen 44 und 45 befestigt sind.

[0047] Der Strukturkörper 5 weist gegenüberliegende Enden auf, um jeweils mit dem kontaktierten Bereichen des Eingangselementes 14 und des Ausgangselementes 15 in Kontakt zu sein, und ist bedienbar, um

eine Kraft zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 zu erzeugen. **Fig. 7** zeigt den kontaktierten Bereich des Eingangselementes 14. Obwohl nicht in den Figuren gezeigt, ist der kontaktierte Bereich des Ausgangselementes 15 hierzu ähnlich. Ein vertiefter Bereich 50 ist in der Stirnfläche ausgebildet, die dem Ausgangselement 15 (dem Eingangselement 14) des Eingangselementes 14 (des Ausgangselementes 15) gegenüberliegt, so dass er konisch und kegelig ist, und der innerste Bereich des vertieften Bereiches 50 ist als ein sphärischer kontaktierender Bereich 51 definiert. Der Mittelpunkt des sphärischen kontaktierenden Bereiches 51 stimmt mit dem Mittelpunkt der sphärischen Verbindungsoberflächen PA (PC) auf der Eingangsseite (der Ausgangsseite) überein. Die gegenüberliegenden Enden des Strukturkörpers 5, die die Kontaktbereiche 5a ausbilden, weisen sphärische Formen auf, die gleitend an die jeweiligen kontaktierenden Bereiche 51 angepasst sind.

[0048] Ein Winkel α zwischen einer Generatrix D auf der inneren peripheren Oberfläche des vertieften Bereiches 50 und der Mittellinie B (C) des Eingangselementes 14 (des Ausgangselementes 15 ist als $\alpha = \theta_{\max}/2$ definiert, wobei der maximale Beugungswinkel des Beugungswinkels θ (**Fig. 3**), welcher der Winkel zwischen der Mittellinie B des Eingangselementes 14 und der Mittellinie C des Ausgangselementes 15 ist, θ_{\max} ist.

[0049] Mit solch einer Gestaltung kommt, wenn der Beugungswinkel θ den maximalen Beugungswinkel θ_{\max} übersteigt, der Strukturkörper 5 in Kontakt sowohl mit der inneren peripheren Oberfläche des vertieften Bereiches 50 des Eingangselementes 14 und der inneren peripheren Oberfläche des vertieften Bereiches 50 des Ausgangselementes 15. Das limitiert den Bedienungsbereich der verbindungstätigen Vorrichtung und im Ergebnis kann die Verlässlichkeit der verbindungstätigen Vorrichtung verbessert werden.

[0050] Wie in **Fig. 8** gezeigt, enthält der Strukturkörper 5 einen Eingangsseitenstrukturbereich 52 mit dem Kontaktbereich 5a, der an dem kontaktierenden Bereich 51 des Eingangselementes 14 angepasst ist, und einen Ausgangsseitenstrukturbereich 53 mit dem Kontaktbereich 5a, der an dem kontaktierenden Bereich 51 des Ausgangselementes 15 angepasst ist. Ein Innengewindebereich 52a des Eingangsseitenstrukturbereiches 52 und ein Außengewindebereich 53a des Ausgangsseitenstrukturbereiches 53 greifen ineinander ein. Durch Wechseln der Größe des Gewindeeingriffs zwischen dem Außengewindebereich 52a und dem Innengewindebereich 53a wird ein Abstand M zwischen den Mittelpunkten der Kontaktbereiche 5a des Eingangsseitenstrukturbereiches 52 und des Ausgangsseitenstrukturbereiches 53 eingestellt. Die Einstellung kann so sein, dass ein Außengewindebereich (nicht gezeigt) in dem Eingangsseitenstrukturbereich 52 vorgesehen ist, und ein Innengewindebereich (nicht gezeigt) in dem Ausgangsseitenstrukturbereich 53 vorgesehen ist. Solch eine Gestaltung ermöglicht die Einstellung der Größe der Kraft, die zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 durch den Strukturkörper zu erzeugen ist.

[0051] Die Gestaltung des Strukturkörpers 5 kann so sein, dass der Eingangsseitenstrukturbereich 52 und der Ausgangsseitenstrukturbereich 53 in Bezug aufeinander gleiten, so dass dadurch der Abstand M zwischen den Mittelpunkten verändert wird. Wenn der Abstand M zwischen den Mittelpunkten der Kontaktbereiche des Eingangsseitenstrukturbereiches 52 und des Ausgangsseitenstrukturbereiches 53 daher veränderbar sein kann, ist es möglich, die Größe der zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 durch den Strukturkörper 5 zu erzeugenden Kraft einzustellen.

[0052] Wie oben beschrieben, wird gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der Strukturkörper 5 vorgesehen, der das Eingangselement 14 und das Ausgangselement 15 miteinander verbindet, und daher ist es möglich, den Effekt des Unterdrückens des Klapperns der verbindungstätigen Vorrichtung zu bewirken, und auch den Effekt der Erhöhung der Stabilität der verbindungstätigen Vorrichtung zu bewirken.

[0053] Ein Strukturkörper 5 einer verbindungstätigen Vorrichtung gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform, gezeigt in **Fig. 9**, enthält einen Eingangsseitenstrukturbereich 52, der mit einem Eingangsseitengleitbereich 52b vorgesehen ist, und einen Ausgangsseitenstrukturbereich 53, der mit einem Ausgangsseitengleitbereich 53b vorgesehen ist, und der Eingangsseitengleitbereich 52b und der Ausgangsseitengleitbereich 53b sind in Bezug aufeinander entlang einer geraden Linie gleitbar, die jeweils die Mittelpunkte des sphärischen Kontaktbereiches des Eingangsseitenstrukturbereiches 52 und des Ausgangsseitenstrukturbereiches 53 verbinden. Das heißt, dass der zylindrische Eingangsseitengleitbereich 52b in dem Eingangsseitenstrukturbereich 52 vorgesehen ist, und der Ausgangsseitengleitbereich 53b, der in Bezug auf den Eingangsseitengleitbereich 52b gleitbar ist, ist in dem Ausgangsseitenstrukturbereich 53 vorgesehen, so dass der Eingangsseitenstrukturbereich 52 und der Ausgangsseitenstrukturbereich 53 in Bezug aufeinander gleitbar sind. In einem Raumbereich 54, der durch den Eingangsseitengleitbereich 52b und den Ausgangsseitengleitbereich 53b ausgebildet ist, ist ein Fluid wie Luft, Wasser oder Öl eingeschlossen, und bei Verwendung des Druckes des Fluids wird die zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangsele-

ment 15 zu erzeugende Kraft gesteuert. Es ist möglich, das Fluid in dem Raumbereich 54 durch eine Rohrverbindung 55 von außerhalb zu versorgen. Durch Einführen des Fluids in und Abführen des Fluids aus dem Raumbereich 54 gleiten der Eingangsseitengleitbereich 52b und der Ausgangsseitengleitbereich 53b in Bezug aufeinander, um so den Abstand M zwischen den Mittelpunkte zu ändern. Die Kontaktfläche zwischen dem Eingangsseitengleitbereich 52b und dem Ausgangsseitengleitbereich 53b definiert zum Beispiel eine Gleitlagerstruktur. Je kleiner der Spalt zwischen den Gleitbereichen 52b und 53b, desto geringer ist der Austritt des Fluids aus dem Raumbereich 54 und daher ist es möglich, eine große Kraft zu erzeugen.

[0054] Wie in der zweiten bevorzugten Ausführungsform ermöglicht die Bereitstellung des Eingangsseitengleitbereichs 52b und des Ausgangsseitengleitbereichs 53b jeweils in dem Eingangsseitenstrukturbereich 52 und dem Ausgangsseitenstrukturbereich 53 auch die Einstellung der Größe der zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 durch den Strukturkörper 5 zu erzeugenden Kraft.

[0055] Ebenfalls enthält ein Strukturkörper 5 einer verbindungsstättigenden Vorrichtung gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform, gezeigt in **Fig. 10**, ähnlich zu der zweiten bevorzugten Ausführungsform einen Eingangsseitenstrukturbereich 52, der mit einem zylindrischen Eingangsseitengleitbereich 52b vorgesehen ist, und einen Ausgangsseitenstrukturbereich 53, der mit einem Ausgangsseitengleitbereich 53b vorgesehen ist, der in Bezug auf den Eingangsseitengleitbereich 52b gleitbar ist, so dass der Eingangsseitenstrukturbereich 52 und der Ausgangsseitenstrukturbereich 53 in Bezug auf einander gleitbar sind. Ein Piezobetätiger 56 ist in dem Raum zwischen dem Eingangsseitengleitbereich 52b und dem Ausgangsseitengleitbereich 53b vorgesehen. Der Piezobetätiger 56 ist mit einer externen Energiequelle durch eine elektrische Leitung 57 verbunden. Das Anlegen von Strom an dem Piezobetätiger 56 verursacht ein Expandieren oder Zusammenziehen des Piezobetätigers 56, was in der Änderung des Abstandes M zwischen den Mittelpunkten resultiert.

[0056] Auch in der dritten bevorzugten Ausführungsform ähnlich zu der zweiten bevorzugten Ausführungsform ermöglicht die Bereitstellung des Eingangsseitengleitbereichs 52b und des Ausgangsseitengleitbereichs 53b jeweils in dem Eingangsseitenstrukturbereich 52 und dem Ausgangsseitenstrukturbereich 53 auch die Einstellung der Größe der zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 durch die Struktur in einer ähnlichen Weise wie der obigen zu erzeugende Kraft.

[0057] Die Steuerung 6 in **Fig. 1** ist der Art nach eine computernumerische Steuerung und übermittelt einen Ausgangsbefehl an die Drehbetätiger 30 und die elektromagnetischen Bremsen 29 der jeweiligen immobilisierenden Mechanismen 4 auf der Basis von Signalen einer die Einstellung einstellenden Einheit 60, um die Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 einzustellen, einen Einstellungsdetektor 61, um die Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 zu detektieren, und einen Drehmomentdetektor 62, um die Drehmomente der jeweiligen Drehbetätiger 30 zu detektieren. Die Einstellung einstellende Einheit 60 stellt die Einstellung des Ausgangselementes 15 durch Bestimmen, zum Beispiel des Beugungswinkels θ (**Fig. 3**) und des Anschlagwinkels ϕ (**Fig. 3**), ein. Der Einstellungsdetektor 61 detektiert zum Beispiel die Drehwinkel β_n (β_1 und β_2 in **Fig. 3**) der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite. Der Beugungswinkel θ und der Anschlagwinkel ϕ weisen Korrelationen mit den Drehwinkeln β_n auf und daher ist es möglich, den Beugungswinkel θ und den Anschlagwinkel ϕ von den Drehwinkeln β_n oder vice versa zu bestimmen.

[0058] Wenn das Ausgangselement 15 in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement 14 immobilisiert ist, steuert die Steuerung 6 die Drehbetätiger 30, um die Kontaktkraft zu erhöhen, die zwischen den Kontaktbereichen 5a des Strukturkörpers 5 und den kontaktierten Bereichen 51 des Eingangselementes 14 und des Ausgangselementes 15 wirken. Mit anderen Worten, die Steuerung 6 steuert die Drehbetätiger 30, um so eine Kraft zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 zu erzeugen. Auf diese Weise wird der Abstand L leicht zwischen dem Mittelpunkt der sphärischen Verbindungsoberfläche PA des Eingangselementes 14 und dem Mittelpunkt der sphärischen Verbindungsoberfläche PC des Ausgangselementes 15 verändert, und dadurch wird die Größe der Kontaktkraft, die auf die kontaktierten Bereiche 51 des Eingangselementes 14 und des Ausgangselementes 15 wirkt, verändert. Insbesondere erhöht sich die Kontaktkraft. Es gibt eine Kraft, die wirkt, um die verbindungsstättigende Vorrichtung 1 in einer bestimmten Betriebsposition gegen diese Kontaktkraft zu halten, und daher kann die Stabilität der gesamten verbindungsstättigenden Vorrichtung 1 verbessert werden, wenn eine Anpassung der Einstellung erfolgt.

[0059] Zusätzlich, wenn die immobilisierenden Mechanismen 4 das Ausgangselement 15 in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement 14 immobilisieren, steuert die Steuerung 6 die Drehbetätiger 30 zum Antrieb in die Richtungen, in welchen die durch die jeweiligen Drehbetätiger 30 erzeugten Kräfte miteinanderwech-

selwirken. Wenn die durch die jeweiligen Drehbetätiger 30 erzeugten Kräfte miteinanderwechselwirken, wird die Änderung in der Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 unterdrückt, und die Kräfte wirken auf die gesamte verbindungstätigende Vorrichtung 1. Aus diesem Grunde wird die Änderung in dem Abstand L zwischen den Mittelpunkten der sphärischen Verbindungsflächen PA und PC unterdrückt, und daher kann die Stabilität der gesamten verbindungstätigenden Vorrichtung 1 verbessert werden.

[0060] Wenn die Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 verändert wird, werden Steuerzielwerte der Rotationswinkel β_n der EndbereichsVerbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite gemäß der Einstellung der Ausgangselemente 15, die durch die Einstellung einstellende Einheit 60 eingestellt ist, berechnet. Die oben beschriebenen Drehwinkel β_n beziehen sich auf die Bedienungspositionen der jeweiligen Drehbetätiger 30. Die Berechnung von β_n wird durch inverse Transformation der folgenden Formel 1 vorgenommen. Die inverse Transformation bezieht sich auf eine Transformation, bei der die Drehwinkel β_n der EndbereichsVerbindungselemente 11a bis 13a von dem Beugungswinkel θ und dem Einschlagwinkel ϕ berechnet werden.

$$\cos(\theta/2) \sin \beta_n - \sin(\theta/2) \sin(\phi + \delta_n) \cos \beta_n + \sin(\gamma/2) = 0 \quad (\text{Formula 1})$$

[0061] Hier ist γ (Fig. 3) der Winkel zwischen den Achsen der verbindenden Enden der intermediären Verbindungselemente 11b bis 13b, die drehbar mit den Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a auf der Eingangsseite verbunden sind, und den Achsen der verbindenden Enden der intermediären Verbindungselemente 11b bis 13b, die drehbar mit den Endbereichsverbindungselementen 11c bis 13c auf der Ausgangsseite verbunden sind. Des Weiteren ist δ_n (δ_1 , δ_2 , und δ_3 in Fig. 3) der Raumwinkel in der umlaufenden Richtung der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite in Bezug auf das Endbereichsverbindungselement 11a auf der Ausgangsseite, welches als eine Referenz dienen.

[0062] Nachdem die Steuerzielwerte der Drehwinkel β_n berechnet sind, werden zwei der drei Drehbetätiger 30 einer Feedback-Steuerung unter Verwendung der Signale des Einstellungsdetektors 61 ausgesetzt, so dass die Drehwinkel β_n der zwei Drehbetätiger 30 sich den Steuerzielwerten nähern. Der verbleibende eine Drehbetätiger 30 ist einer Feedback-Steuerung unter Verwendung eines Signals von dem Drehmomentdetektor 62 ausgesetzt, so dass sich das durch den verbleibenden einen Drehbetätiger 30 erzeugte Drehmoment einem vorbestimmten Steuerzielwert nähert.

[0063] Somit wird durch Ausführen der Positionssteuerung von zwei der drei Drehbetätiger 30 die Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 bestimmt. Durch Ausführen der Drehmomentsteuerung des verbleibenden Drehbetätigers 30 ist es möglich, die Antriebskräfte der obigen zwei Drehbetätiger 30 zu reduzieren und im Ergebnis ist es möglich, die Drehbetätiger 30 klein und kompakt zu gestalten. Wenn die Positionssteuerung ausgeführt wird in allen der Drehbetätiger 30, ist es notwendig, die Drehbetätiger 30 anzutreiben, während die Positionen von allen der Drehbetätiger 30 koordiniert werden, was in einer Reduzierung der Betriebsgeschwindigkeit resultiert. Die Positionssteuerung jedoch von lediglich zwei der Rotationsbetätiger 30 ermöglicht eine reibungslose Bedienung der Drehbetätiger 30, was in einer Erhöhung der Bedienungsgeschwindigkeit resultiert.

[0064] Wie in der dritten bevorzugten Ausführungsform kann, wenn der Kraft übertragende Mechanismus 43 vorgesehen ist, die Steuerung anstatt der obigen Steuerung wie folgt ausgeführt werden. Dabei wird die Positionssteuerung in zwei der drei Drehbetätiger 30 in einer ähnlichen Weise wie der obigen ausgeführt, und der verbleibende eine Drehbetätiger 30 wird in einem Servo-AUS-Zustand betrieben, welcher der Zustand ist, in welchem die Feedback-Steuerfunktion aus ist. Die Drehmomente der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite, die durch die zwei Drehbetätiger 30 angetrieben werden, in welcher die Positionssteuerung ausgeführt wird, werden zu dem verbleibenden einen Drehbetätiger 30 durch den Kraftübertragungsmechanismus 43 übertragen, und dadurch ist es möglich, den verbleibenden einen Drehbetätiger 30 dazu zu bringen, selbst in dem Servo-Aus-Zustand zu operieren.

[0065] Um das Ausgangselement 15 zu immobilisieren, dessen Einstellung geändert wird, werden Bremsen an den Drehwellen der Drehbetätiger 30 mit der Bremsvorrichtung 29 angewendet, um so die Drehung der jeweiligen Drehbetätiger 30 zu stoppen. Das ermöglicht es, einen bestimmten Winkel beizubehalten, selbst wenn die Drehmomente zu den Drehbetätigern 30 übertragen werden, und dadurch kann die Stabilität der gesamten verbindungstätigenden Vorrichtung 1 verbessert werden, wenn Anpassungen der Einstellung vorgenommen werden.

[0066] Die verbindungstätigende Vorrichtung 1 enthält einen Mechanismus mit zwei Freiheitsgraden, in welchem das Ausgangselement 15 in zwei axialen Richtungen senkrecht zueinander in Bezug auf das Eingangselement 14 bewegbar ist. Das ermöglicht es der verbindungstätigenden Vorrichtung 1 einen weiten Bewegungsbereich des Ausgangselementes 15 zu erreichen, obwohl diese kompakt ist. Das stellt eine exzellente Bedienbarkeit einer Antriebsvorrichtung, wie einem medizinischen Betätiger, bereit, der auf dem Ausgangselement 15 befestigt ist. Des Weiteren sind die Immobilisierungsmechanismen 4 in allen der drei Verbindungsmechanismen 11 bis 13 vorgesehen, und dadurch wird, wenn eine Kraft zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 durch den Strukturkörper 5 erzeugt worden ist, eine Vorspannung auf die gesamte verbindungstätigende Vorrichtung 1 angelegt, was in einer Reduzierung des Klapperns der verbindungstätigenden Vorrichtung 1 resultiert und die Stabilität der verbindungstätigenden Vorrichtung 1 erhöht. Selbst wenn eine Kraft nicht zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 durch den Strukturkörper 5 erzeugt wird, werden die Winkel von allen der Verbindungsmechanismen 11 bis 13 gesteuert, das heißt, dass keiner der freien Verbindungsmechanismen 11 bis 13 existiert, in welcher eine Winkelsteuerung nicht ausgeführt wird, wenn eine Kraft auf das Ausgangselement 15 eingewirkt hat. Entsprechend ist die Stabilität der gesamten verbindungstätigenden Vorrichtung 1 hoch und eine Akkuratheit der Anpassung der Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 kann erhöht werden.

[0067] Zusätzlich ist in der verbindungstätigenden Vorrichtung 1 der Strukturkörper 5 vorgesehen, der das Eingangselement 14 und das Ausgangselement 15 miteinander verbindet, während diese in Kontakt mit den kontaktierten Bereichen 51 des Eingangselementes 14 und des Ausgangselementes 15 sind. Somit erzeugt der Strukturkörper 5 eine Kraft, das heißt, es wird eine Vorspannung zwischen dem Eingangselement 14 und dem Ausgangselement 15 angelegt, und dadurch ist es möglich, das Klappern der verbindungstätigenden Vorrichtung 1 zu eliminieren, und die Stabilität der verbindungstätigenden Vorrichtung 1 zu verbessern. Im Ergebnis kann die Akkuratheit der Einstellungsanpassung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 verbessert werden. Der Strukturkörper kann den Abstand M zwischen den Mittelpunkten der Kontaktbereiche 5a an deren gegenüberliegenden Enden verändern und dadurch kann die Größe der Vorspannung leicht angepasst werden.

[0068] Da die Wellenbereiche 18 von der äußeren peripheren Oberfläche des Eingangselementes 14 und des Ausgangselementes 15 hervorragen, und die Wellenbereiche 18 mit den Endbereichsverbindungselementen 11a bis 13a auf der Eingangsseite und den Endbereichsverbindungselementen 11c bis 13c auf der Ausgangsseite verbunden sind, um so zueinander drehbar zu sein, ist es möglich, weite Räume in den zentralen Positionen des Eingangselementes 14 und des Ausgangselementes 15 zu sichern. Das ermöglicht es, die kontaktierten Bereiche 51 in diesen weiten Räumen leicht auszubilden.

[0069] Die relativen kontaktierten Bereiche 51 des Eingangselementes 14 und des Ausgangselementes 15 weisen sphärische Formen auf, deren Mittelpunkte mit den Mittelpunkten der sphärischen Verbindungsoberflächen PA und PC der Verbindungsmechanismen 11 bis 13 übereinstimmen, und die Kontaktbereiche 5a des Strukturkörpers 5 weisen sphärische Formen auf, die gleitend an den jeweiligen kontaktierten Bereichen 51 angepasst sind. Somit wird, selbst wenn eine Änderung der Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 vorgenommen wurde, der Zustand, in welchem die kontaktierten Bereiche 51 und die Kontaktbereiche 5a immer in Kontakt miteinander sind, beibehalten, ohne die Bedienung der verbindungstätigenden Vorrichtung 1 zu beeinflussen.

[0070] Fig. 11 zeigt eine vierte bevorzugte Ausführungsform und ist durch das Zufügen eines Blockdiagramms eines Steuersystems zu einem Diagramm korrespondierend zu Fig. 5 erhältlich. Ein Einstellungsdetektor 61, gezeigt in Fig. 11, weist Drehwinkeldetektoren 71 auf, die in zwei oder mehr der drei Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite des Verbindungsmechanismusabschnitts 3 vorgesehen sind. In dem dargestellten Beispiel detektieren zwei Drehwinkeldetektoren 71 die Drehwinkel der Endbereichsverbindungselemente 11a und 12a auf der Eingangsseite. Zum Beispiel sind die Drehwinkeldetektoren 71 Dreh-Encoder und weisen Drehwellen 71a auf, die unbeweglich in die Löcher 74 eingeführt werden, die in den Wellenbereichen 18 des Eingangselementes 14 vorgesehen sind.

[0071] Ausgangssignale von den zwei Drehwinkeldetektoren 71 werden an den Winkelrechner 75 gesendet. Der Winkelrechner 75 berechnet von den Ausgangssignalen den Beugewinkel θ (Fig. 3) und den Einschlagwinkel ϕ (Fig. 3), die jeweils die Position und die Einstellung des Ausgangselementes 15 darstellen und sendet diese zu der Steuerung 6.

[0072] Es sollte angemerkt sein, dass die Berechnungen des Beugungswinkels θ und des Einschlagwinkels ϕ durch den Drehrechner 75 durch Vorwärts-Transformation der obigen Formel 1 ausgeführt werden. Die Vorwärtstransformation bezieht sich auf eine Transformation, bei welcher der Beugungswinkel θ und der Einschlagwinkel ϕ von den Drehwinkeln der Endbereichsverbindungselemente 11a bis 13a auf der Eingangsseite berechnet werden.

[0073] Wie in der vierten bevorzugten Ausführungsform ermöglicht die Bereitstellung der Drehwinkeldetektoren 71 eine Feedback-Steuerung unter Verwendung der durch die Drehwinkeldetektoren 71 detektierten Werte. Das reduziert den Einfluss des Klapperns der Immobilisierungsmechanismen 4 und die Stabilität der Immobilisierungsmechanismen 4 und im Ergebnis kann die Akkuratheit der Anpassung der Einstellung des Ausgangselementes 15 in Bezug auf das Eingangselement 14 verbessert werden.

[0074] Wie oben beschrieben, wird, obwohl die bevorzugten Ausführungsformen mit Referenz auf die beige-fügten Zeichnungen beschrieben worden sind, der Fachmann leicht eine Vielzahl von Änderungen und Modifikationen innerhalb eines offensichtlichen Rahmens nach Lesen der Beschreibung der vorliegenden Erfindung erkennen. Entsprechend werden solche Änderungen und Modifikationen als in dem Umfang der vorliegenden Erfindung wie von den angehängten Beispielen geliefert, mit einbezogen.

[Bezugszeichen]

1	verbindungstätigende Vorrichtung
4	immobilisierender Mechanismus
5	Strukturkörper
5a	Kontaktbereich
6	Steuerung
11, 12, 13	Verbindungsmechanismus
11a, 12a, 13a	Endbereichsverbindungselement auf Eingangsseite
11b, 12b, 13b	intermediäres Verbindungselement
11c, 12c, 13c	Endbereichsverbindungselement auf Ausgangsseite
14	Eingangselement
15	Ausgangselement
29	Bremsvorrichtung
30	Drehbetätiger
43	Kraftübertragungsmechanismus
50	Vertiefter Bereich
51	Kontaktierter Bereich
52	Eingangsseitenstrukturbereich
52a	Innengewindebereich
52b	Eingangsseitengleitbereich
53	Ausgangsseitenstrukturbereich
53a	Außengewindebereich
53b	Ausgangsseitengleitbereich
54	Raubereich
56	Piezobetätiger
71	Drehwinkeldetektor

Patentansprüche

1. Eine verbindungstätigende Vorrichtung (1) zum Verbinden eines Ausgangselementes (15) mit einem Eingangselement (14) durch drei oder mehr Sätze von Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) zur Veränderung der Stellung, wobei jeder der Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) enthält:
Endbereichsverbindungselemente auf einer Eingangsseite (11a, 12a, 13a) und einer Ausgangsseite (11c, 12c, 13c), deren eines Ende jeweils drehbar mit dem Eingangselement (14) und dem Ausgangselement (15) verbunden sind, und
ein intermediäres Verbindungselement (11b, 12b, 13b), mit welchem die anderen Enden der jeweiligen Endbereichsverbindungselemente (11a, 11c, 12a, 12c, 13a, 13c) auf der Eingangsseite und der Ausgangsseite drehbar verbunden sind,
wobei die Eingangsseite (11a, 12a, 13a) und die Ausgangsseite (11c, 12c, 13c) in Bezug auf eine querverlaufende Schnittebene in einem intermediären Bereich von jedem der Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) geometrisch zueinander identisch sind;
wobei Immobilisierungsmechanismen (4) zur Immobilisierung des Ausgangselementes (15) in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement (14) in allen der drei oder mehr Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) vorgesehen sind;
wobei ein Strukturkörper (5) vorgesehen ist, um das Eingangselement (14) und das Ausgangselement (15) miteinander zu verbinden, während dieser in Kontakt mit einem in dem Eingangselement (14) gebildeten kontaktierten Bereich (51) und einem in dem Ausgangselement (15) kontaktierten Bereich (51) ist; wobei die Immobilisierungsmechanismen (4) einen Betätiger enthalten, der direkt oder indirekt mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) verbunden ist, wobei der Betätiger so funktioniert, dass eine Drehung des Endbereichsverbindungselementes auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) in Bezug auf das Eingangselement (14) gehemmt wird; und des Weiteren umfassend eine Steuerung (6), die, wenn der Immobilisierungsmechanismus (4) das Ausgangselement (15) in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement (14) immobilisiert, die Betätiger so steuert, um eine Kontaktkraft zu erhöhen, die zwischen dem Strukturkörper (5) und den kontaktierten Bereichen (51) des Eingangselementes (14) und des Ausgangselementes (15) wirkt.
2. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei, wenn der Immobilisierungsmechanismus (4) das Ausgangselement (15) in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement (14) immobilisiert, die Steuerung (6) die Betätiger steuert, um die Betätiger in Richtungen anzutreiben, in welchen die durch die jeweiligen Betätiger erzeugten Kräfte miteinander derart wechselwirken, dass eine Änderung in der Einstellung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf das Eingangselement (14) unterdrückt wird.
3. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei, wenn die Einstellung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf das Eingangselement (14) verändert wird, die Steuerung (6) zwei der Betätiger steuert, so dass die Betriebspositionen der zwei Betätiger sich an vorbestimmte Steuerzielpositionen nähern, und mindestens einen verbleibenden Betätiger steuert, so dass ein von dem mindestens einen verbleibenden Betätiger erzeugtes Drehmoment sich einem vorbestimmten Steuerzielwert annähert.
4. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, des Weiteren umfassend einen kraftübertragenden Mechanismus (43), der in der Lage ist, Kräfte zwischen den jeweiligen Betätigern und den jeweiligen Endbereichsverbindungselementen auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) zu übertragen, wobei wenn die Einstellung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf das Eingangselement (14) verändert wird, die Steuerung (6) zwei der Betätiger steuert, so dass die Betriebspositionen der zwei Betätiger sich an vorbestimmte Steuerzielpositionen nähern, und mindestens einen verbleibenden Betätiger steuert, so dass ein von dem mindestens einen verbleibenden Betätiger erzeugtes Drehmoment sich einem vorbestimmten Steuerzielwert annähert, oder den mindestens einen verbleibenden Betätiger in einem Servo-AUS-Status durch Übertragen von Drehmomenten der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a), die durch die Betätiger angetrieben werden, deren Positionen gesteuert werden, zu dem mindestens einen verbleibenden Betätiger antreibt, in welchem die Feedback-Steuerfunktion aus ist.
5. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei jeder der Betätiger ein Drehbetätiger (30) mit einer Bremsvorrichtung (29) ist, die eine Drehung einer Drehwelle oder des Drehbetätigers (30) blockiert, und wobei, wenn das Ausgangselement in einer Lage in Bezug auf das Eingangselement (14) immobilisiert ist, die Bremsvorrichtung (29) betätigt wird.

6. Eine Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Einstellung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf das Eingangselement (14) durch eine inverse Transformation einer Formel dargestellt durch

$$\cos(\theta/2) \sin \beta_n - \sin(\phi + \delta_n) \cos \beta_n + \sin(\gamma/2) = 0$$

gesteuert wird, wobei

ein Drehwinkel des n-ten Endbereichsverbindungselementes auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) in Bezug auf das Eingangselement (14) β_n ist, der Winkel zwischen einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungselementes (11b, 12b, 13b), das drehbar mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) verbunden ist, und einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungselementes (11b, 12b, 13b), das drehbar mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Ausgangsseite (11c, 12c, 13c) verbunden ist, γ ist; ein Raumwinkel in einer umlaufenden Richtung von jedem der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) relativ zu einem der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a), welcher als Referenz dient, δ_n ist; ein vertikaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf eine Mittelachse des Eingangselementes (14) θ ist; und ein horizontaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf die Mittelachse des Eingangselementes (14) ϕ ist.

7. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei der Strukturkörper (5) eine Kraft zwischen dem Eingangselement (14) und dem Ausgangselement (15) erzeugt.

8. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei jedes von dem Eingangselement (14) und dem Ausgangselement (15) dieselbe Anzahl von Wellenbereichen wie die Anzahl an Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) aufweist, wobei die Wellenbereiche von einer äußeren peripheren Oberfläche sowohl von dem Eingangselement (14) als auch dem Ausgangselement (15) hervorstehen, wobei die Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) und der Ausgangsseite von jedem der Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) drehbar mit den Wellenbereichen verbunden sind, und die kontaktierten Bereiche (51) radial nach innen zu den Wellenbereichen angeordnet sind.

9. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die kontaktierten Bereiche (51) des Eingangselementes (14) und des Ausgangselementes (15) sphärische Formen aufweisen, deren Mittelpunkte mit Mittelpunkten der sphärischen Verbindungsoberflächen der jeweiligen Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) übereinstimmen, und der Strukturkörper (5) gegenüberliegende Enden aufweist, die mit sphärischen Kontaktbereichen (5a) versehen sind, die gleitbar an die kontaktierenden Bereiche (51) angepasst sind.

10. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 9, wobei der Strukturkörper (5) einen Eingangsseitenstrukturbereich (52) enthält, der den Kontaktbereich (5a) angepasst an den kontaktierten Bereich (51) des Eingangselementes (14) aufweist, und einen Ausgangsseitenstrukturbereich (53), der den Kontaktbereich (5a) angepasst an den kontaktierten Bereich (51) des Ausgangselementes (15) aufweist, und wobei ein Abstand (M) zwischen den Mitten der Kontaktbereiche (5a) des Eingangsseitenstrukturbereiches (52) und des Ausgangsseitenstrukturbereiches (53) veränderbar ist.

11. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 10, wobei einer von dem Eingangsseitenstrukturbereich (52) und dem Ausgangsseitenstrukturbereich (53) einen Außengewindebereich (53a) aufweist, und der andere von dem Eingangsseitenstrukturbereich (52) und dem Ausgangsseitenstrukturbereich (53) einen Innengewindebereich (52a) aufweist, der in den Außengewindebereich (53a) eingreift, und wobei durch Änderung eines Betrages des Gewindeeingriffs zwischen dem Außengewindebereich (53a) und dem Innengewindebereich (52a) der Abstand (M) zwischen den Mitten der Kontaktbereiche (5a) des Eingangsseitenstrukturbereiches (52) und des Ausgangsseitenstrukturbereiches (53) eingestellt wird.

12. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 10, wobei ein Eingangsseitengleitbereich (52b) und ein Ausgangsseitengleitbereich (53b) jeweils in dem Eingangsseitenstrukturbereich (52) und dem Ausgangsseitenstrukturbereich (53) vorgesehen sind, um so in Bezug aufeinander entlang einer geraden Linie, die die Mitten der sphärischen Kontaktbereiche (5a) des Eingangsseitenstrukturbereiches (52) und des Ausgangsseitenstrukturbereiches (53) verbindet, gleitbar zu sein.

13. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, wobei der Eingangsseitenstrukturbereich (52) und der Ausgangsseitenstrukturbereich (53) einen Raumbereich (54) ausbilden, so dass ein Fluid in den Raumbereich (54) eingeführt wird und aus dem Raumbereich (54) abgeführt wird, so dass dadurch der Eingangsseitengleitbereich (52b) und der Ausgangsseitengleitbereich (53b) in Bezug aufeinander gleiten.

14. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 12, des Weiteren einen PiezoBetätiger (56) umfassend, der den Eingangsseitengleitbereich (52b) und den Ausgangsseitengleitbereich (53b) in Bezug aufeinander gleiten lässt.

15. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei das Eingangselement (14) einen vertieften Bereich (50) aufweist, der an einer Stirnfläche des Eingangselementes (14) auf der Ausgangselementseite konisch und sich verjüngend ist, und das Ausgangselement (15) einen vertieften Bereich (50) aufweist, der an einer Stirnfläche des Ausgangselementes (15) auf der Eingangselementseite konisch und sich verjüngend ist, und wobei die inneren Bereiche der vertieften Bereiche (50) als die kontaktierten Bereiche (51) dienen.

16. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 15, wobei ein maximaler Beugungswinkel von einem Beugungswinkel, welcher ein Winkel zwischen einer Mittellinie (B) des Eingangselementes (14) und einer Mittellinie (C) des Ausgangselementes (15) ist, θ_{\max} ist; und ein Winkel zwischen einer Erzeugenden einer inneren peripheren Oberfläche des vertieften Bereiches (50) des Eingangselementes (14) und der Mittellinie (B) des Eingangselementes (14) und ein Winkel zwischen einer Erzeugenden von einer inneren peripheren Oberfläche des vertieften Bereiches (50) des Ausgangselementes (15) und der Mittellinie (C) des Ausgangselementes (15) beide $\theta_{\max}/2$ sind.

17. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 1, des Weiteren Drehwinkeldetektoren (71) umfassend, die in zwei oder mehr der drei oder mehr Verbindungsmechanismen (11, 12, 13) vorgesehen sind, um die Drehwinkel der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) zu detektieren.

18. Verbindungstätigende Vorrichtung (1) nach Anspruch 17, wobei die Einstellung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf das Eingangselement (14) durch Vorwärts-Transformation einer Formel dargestellt durch

$$\cos(\theta/2) \sin \beta_n - \sin(\theta/2) \sin(\phi + \delta_n) \cos \beta_n + \sin(\gamma/2) = 0,$$

geschätzt wird, wobei ein Drehwinkel des n-ten Endbereichsverbindungselementes auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) in Bezug auf das Eingangselement (14) β_n ist, der Winkel zwischen einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungselementes (11b, 12b, 13b), das drehbar mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) verbunden ist, und einer Achse eines verbindenden Endes des intermediären Verbindungselementes (11b, 12b, 13b), das drehbar mit dem Endbereichsverbindungselement auf der Ausgangsseite (11c, 12c, 13c) verbunden ist, γ ist ein Raumwinkel in einer umlaufenden Richtung, von jedem der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a) relativ zu einem der Endbereichsverbindungselemente auf der Eingangsseite (11a, 12a, 13a), welche als eine Referenz dienen, δ_n ist; ein vertikaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf eine Mittelachse des Eingangselementes (14) θ ist; und ein horizontaler Winkel einer Neigung des Ausgangselementes (15) in Bezug auf die Mittelachse des Eingangselementes (14) ϕ ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

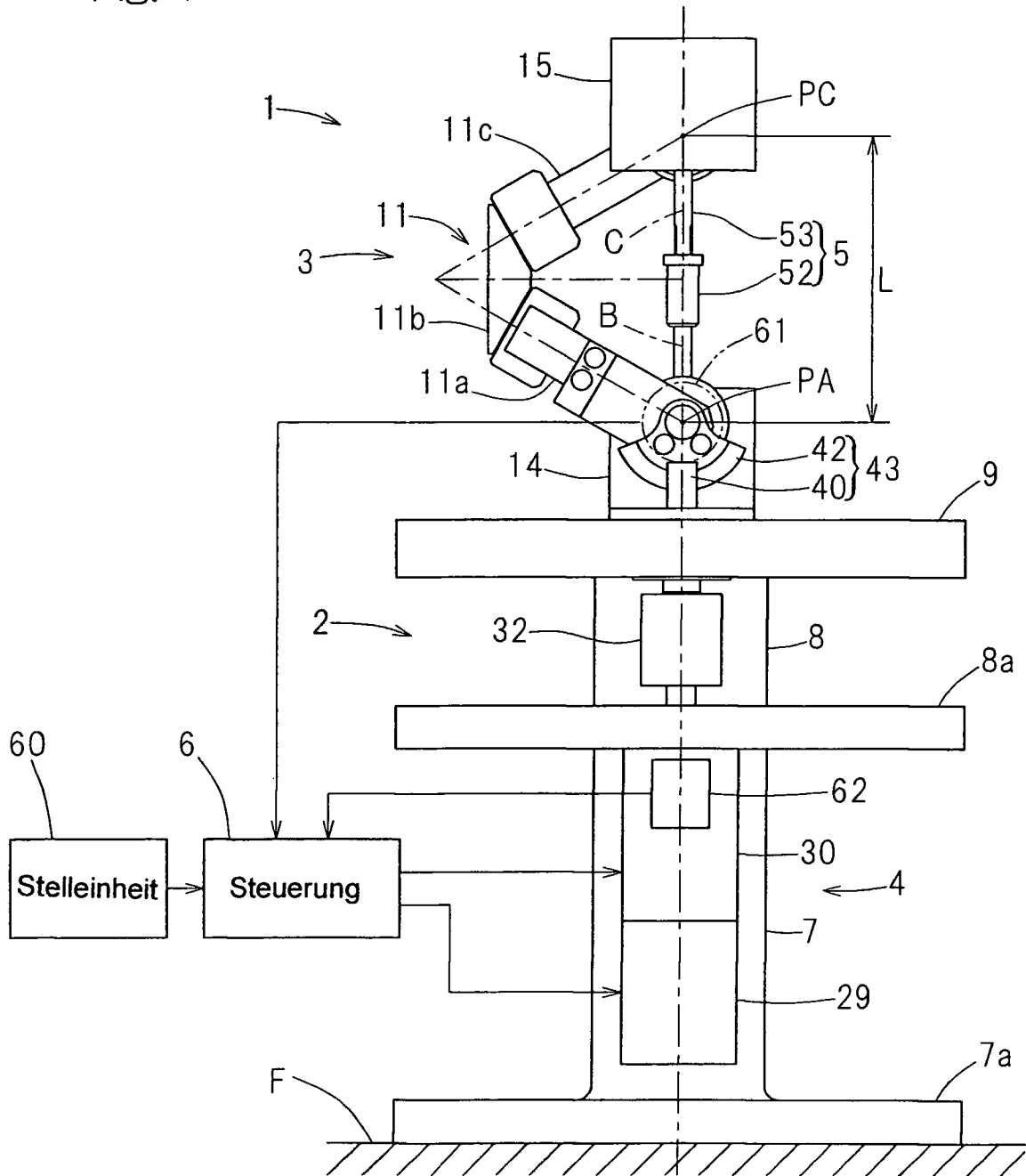


Fig. 2

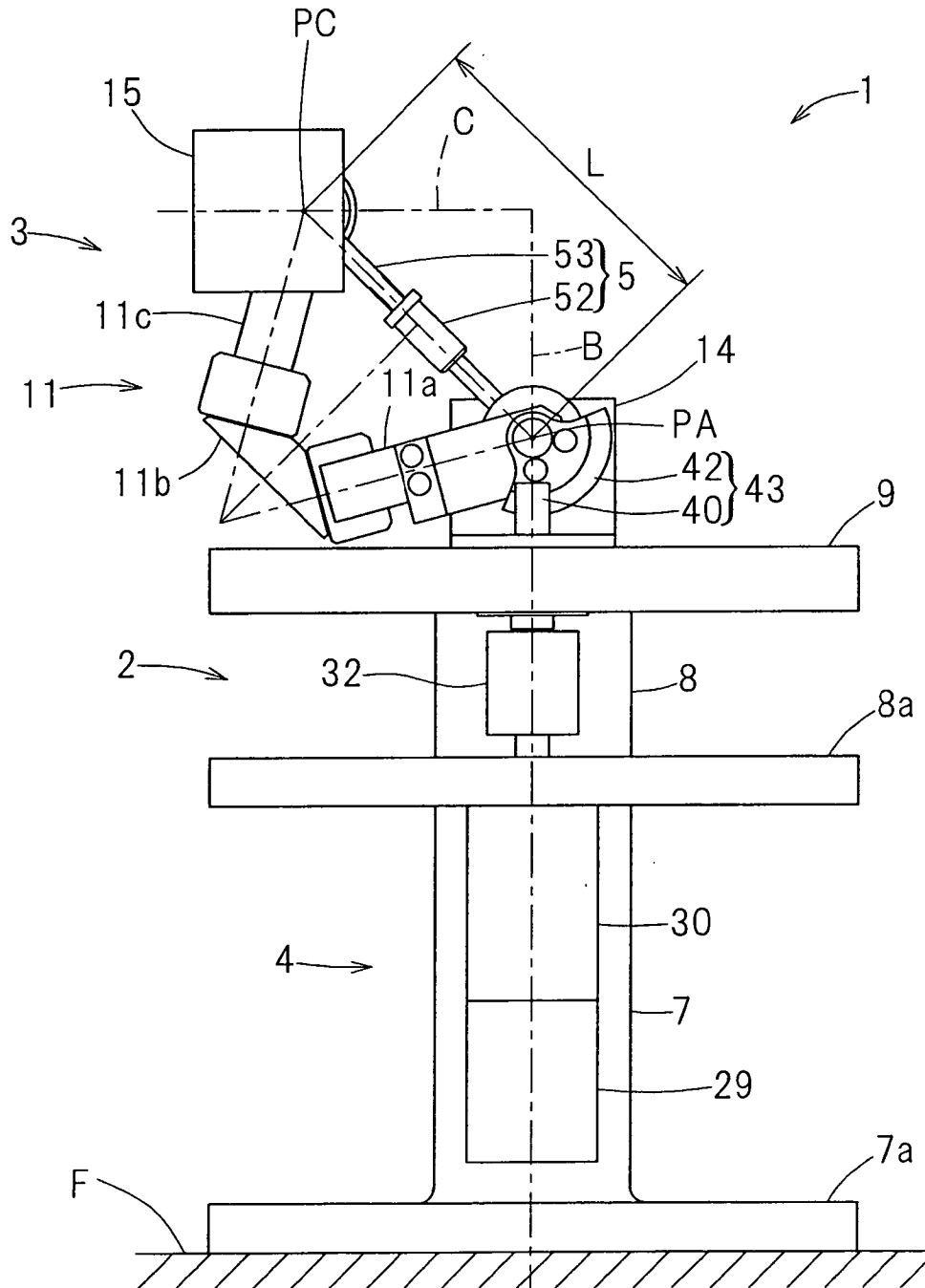


Fig. 3

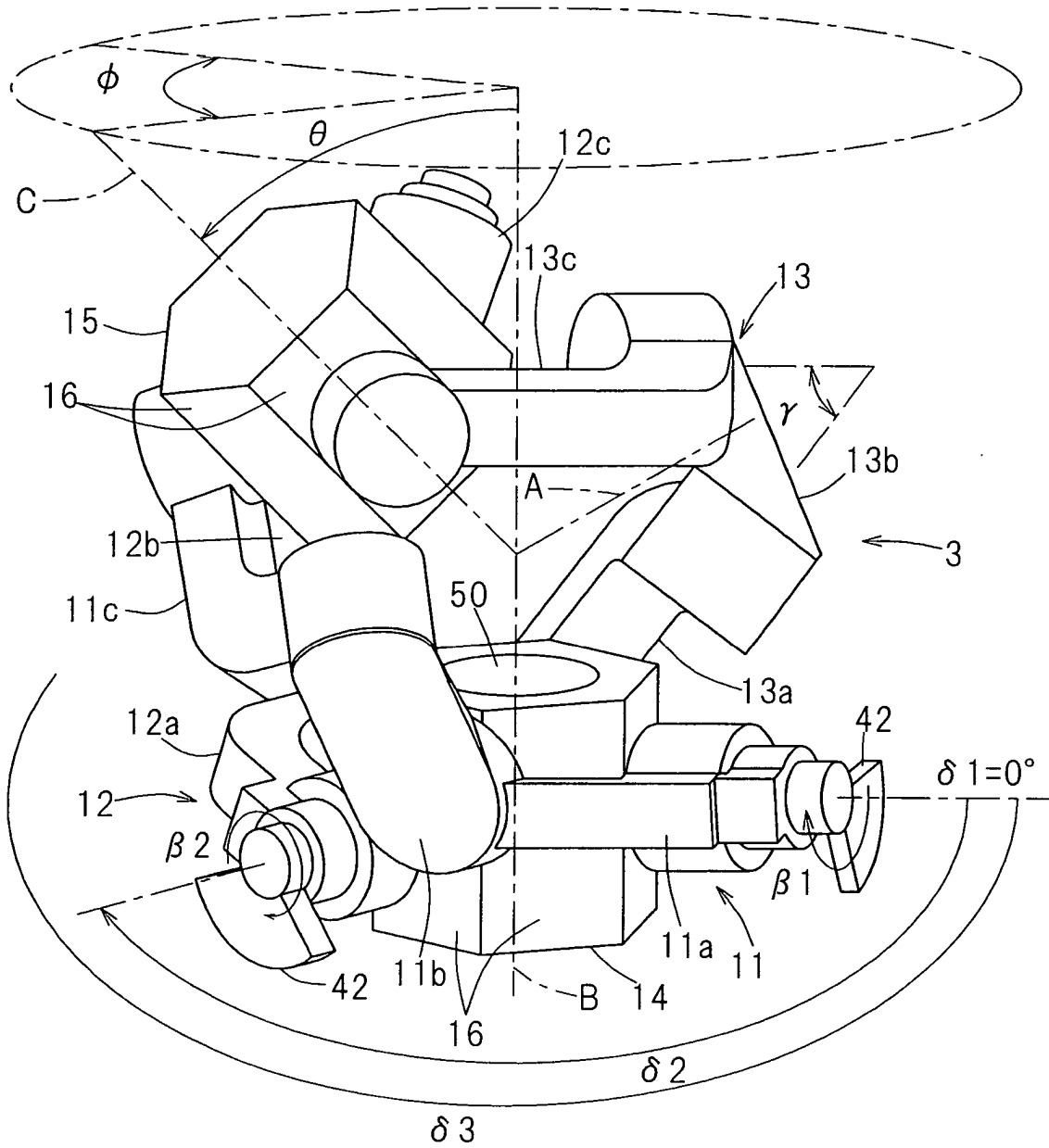


Fig. 4

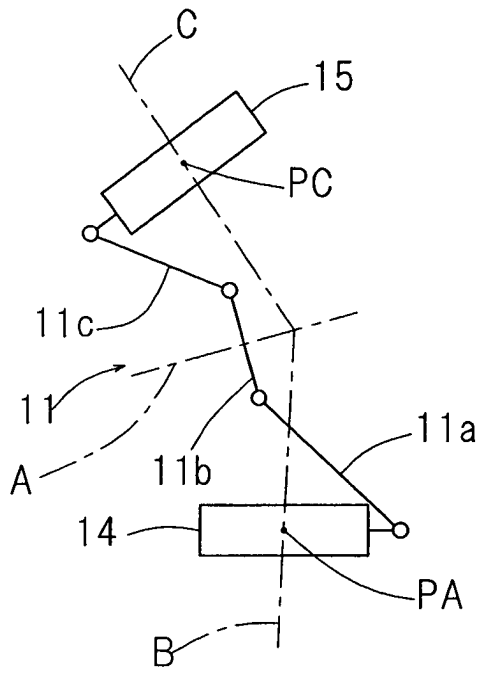


Fig. 5

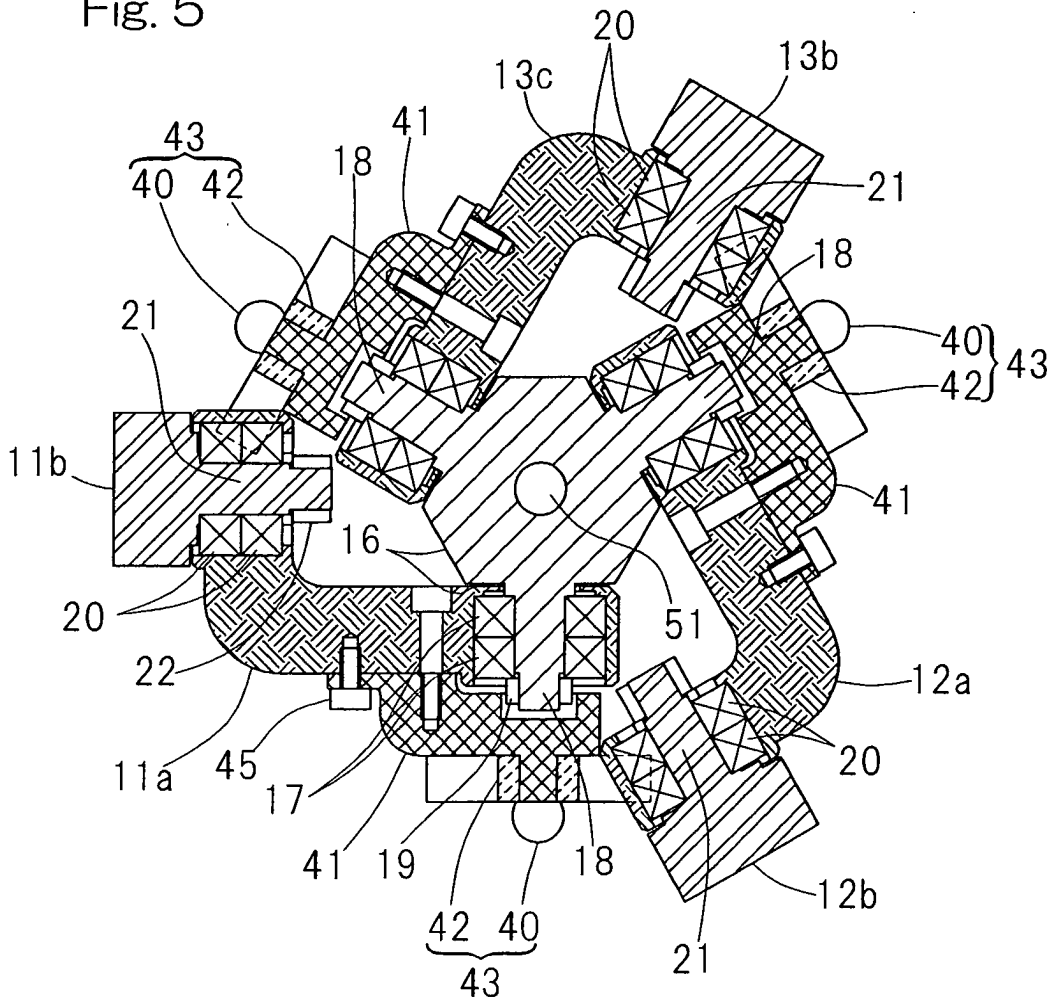


Fig. 6

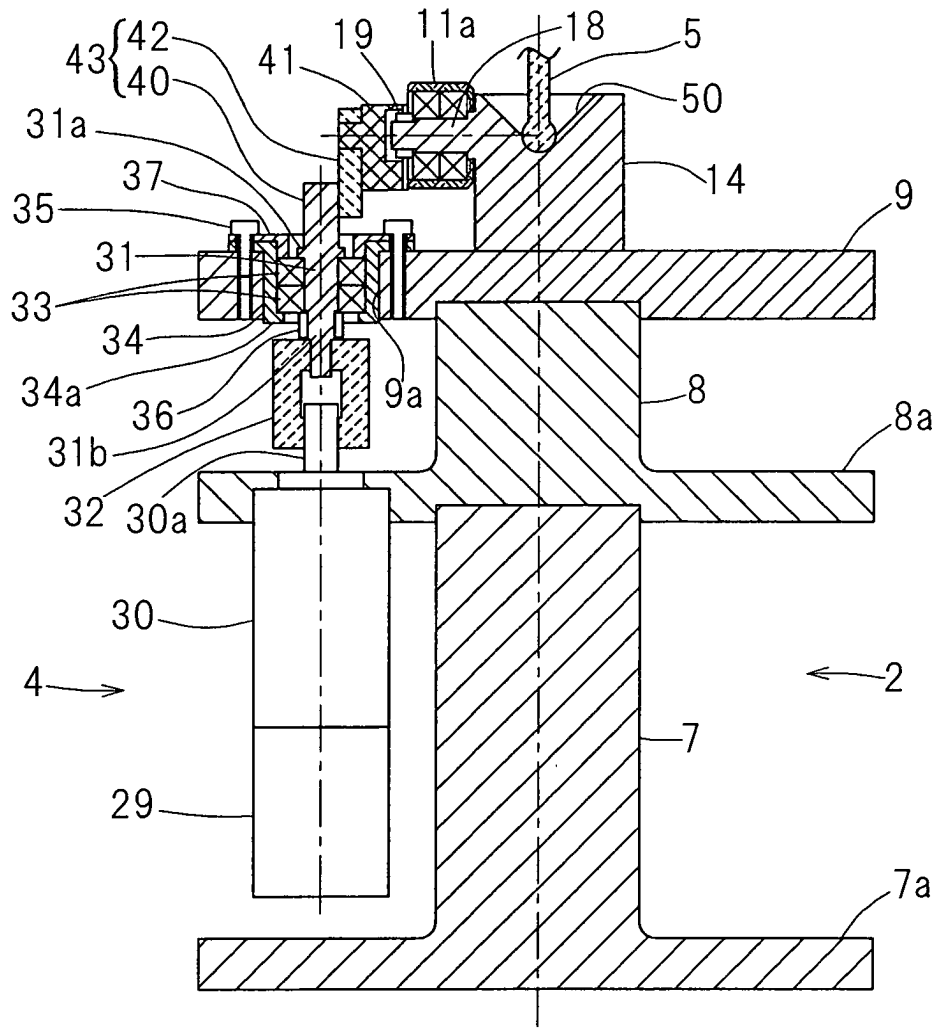


Fig. 7

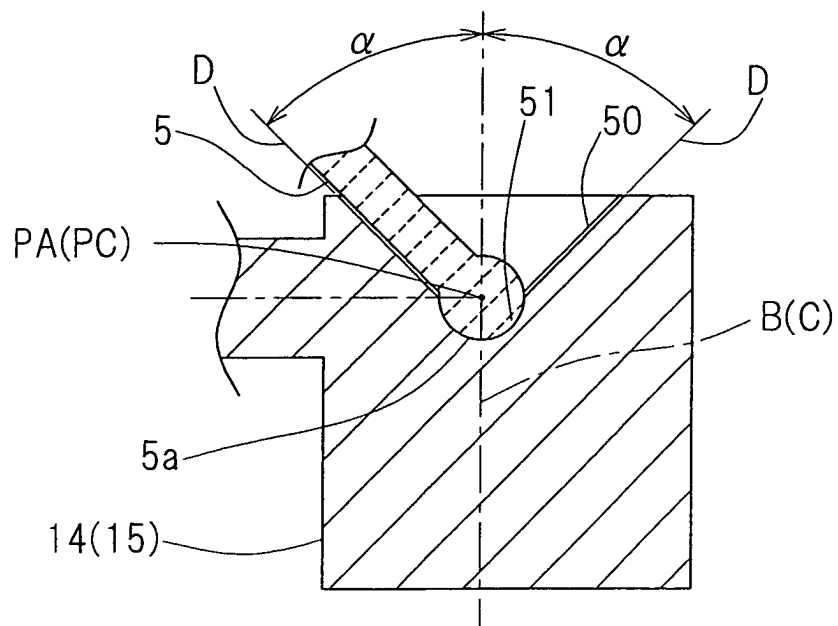


Fig. 8

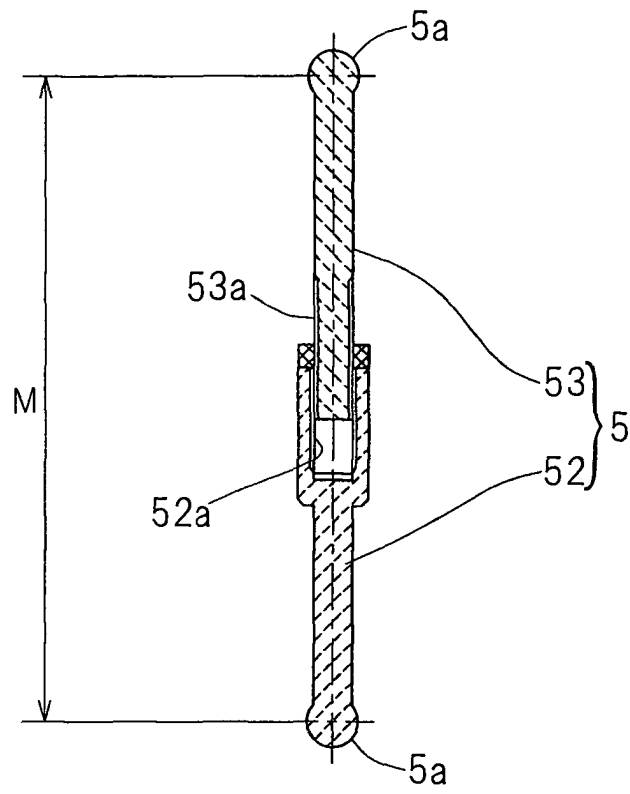


Fig. 9

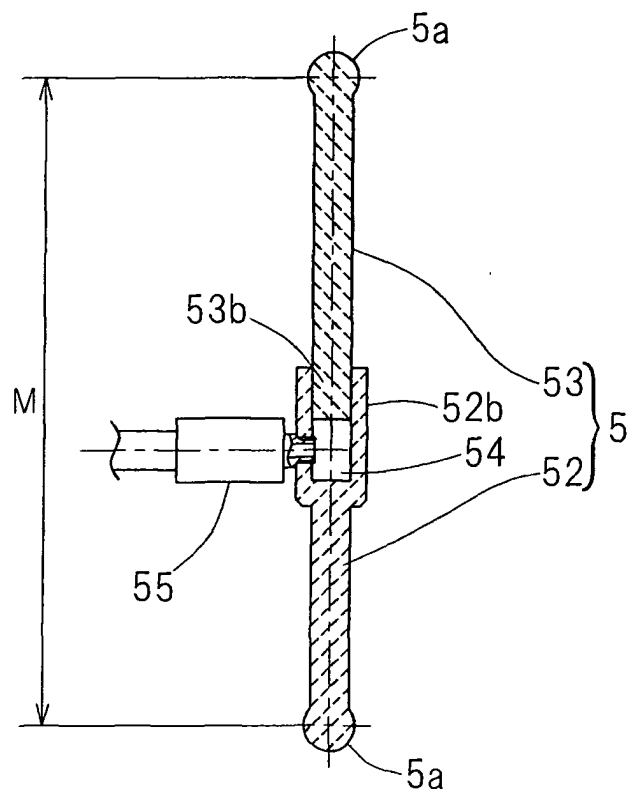


Fig. 10

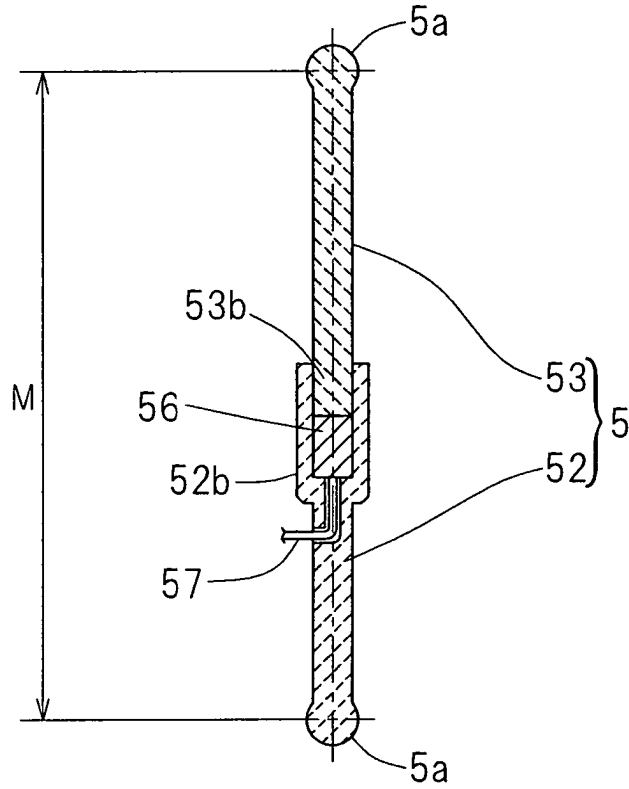


Fig. 11

