



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2005 003 408 T2 2008.09.25**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 625 920 B1**

(51) Int Cl.⁸: **B25J 19/00 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2005 003 408.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **05 017 214.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **08.08.2005**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.02.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **21.11.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **25.09.2008**

(30) Unionspriorität:

2004235858 13.08.2004 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE

(73) Patentinhaber:

Fanuc Ltd., Yamanashi, JP

(72) Erfinder:

**Inoue, Toshihiko, Fujiyoshida-shi Yamanashi
403-0017, JP; Nakayama, Kazutaka,
Minamitsuru-gun Yamanashi 403-0023, JP;
Iwayama, Takatoshi FANUC Manshonharimomi,
Minamitsuru-gun Yamanashi 401-0511, JP**

(74) Vertreter:

**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und
Rechtsanwälte, 81541 München**

(54) Bezeichnung: **Führungsvorrichtung für eine Versorgungsleitung in einem Industrieroboter**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

Hintergrundtechnik

1. Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Handhabungsstruktur für ein Versorgungselement mit einem Kabel und/oder einem Schlauch, das bzw. der mit einem Bearbeitungswerkzeug wie eine Hand oder einem Schweißbrenner verbunden ist, die an einem Industrieroboter gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 angebracht ist.

2. Beschreibung der verwandten Technik

[0002] Bei einem Industrieroboter (hier im Folgenden einfach als Roboter bezeichnet) ist im Allgemeinen ein Bearbeitungswerkzeug wie eine Hand oder ein Schweißbrenner an einem Ende eines Handgelenks des Roboters angebracht. Wahlweise kann eine Kamera oder ein Kraftsensor am Ende des Handgelenks des Roboters angebracht sein. Im Rahmen dieser Beschreibung wird auch die Kamera oder der Sensor am Handgelenk des Roboters als eine Art "Bearbeitungswerkzeug" bezeichnet. Zahlreichen Bearbeitungswerkzeugen müssen elektrische Energie, ein elektrisches Signal, Luft, Hilfsgase oder ein Schweißdraht zugeführt werden. Ferner wird ein Kabel und/oder ein Schlauch zur Versorgung des Bearbeitungswerkzeugs verwendet. Für das Kabel und/oder den Schlauch gibt es zahlreiche Konfigurationsarten. So können beispielsweise eine Mehrzahl Kabel in einem Schutzrohr zusammengefasst oder manche Leitungselemente gebündelt werden. Außerdem können das Schutzrohr oder die Leitungselemente mit einem Servosteuerkabel zur Steuerung eines Servomotors für den Antrieb jeder Achse des Roboters gebündelt sein. Weiterhin können sie ein kombiniertes Kabel darstellen. In der vorliegenden Beschreibung werden die gebündelten Teile einfach als "Versorgungselement" bezeichnet.

[0003] Wenn im Stand der Technik ein solches Versorgungselement am Roboter angeordnet und mit dem in der Nähe eines Endes des Handgelenks des Roboters angebrachten Bearbeitungswerkzeug verbunden ist, ist das Versorgungselement in einem Roboterarm vor dem Unterarm des Roboters untergebracht. Das Versorgungselement ist dann über dem Unterarm in Richtung des Handgelenkes angeordnet, wobei es von einer Aufhängung gehalten wird, die außerhalb des Roboterarms angebracht ist.

[0004] [Fig. 1](#) ist eine Zeichnung aus der US 2004/0052630 A1, die ein Beispiel der obigen Anordnung des Versorgungselements zeigt. In [Fig. 1](#) kennzeichnet das Bezugszeichen **1** einen Roboter mit einer Hand **5**, die nahe einem Ende eines Handgelenks angebracht ist, und eine Analogkamera, eine Digital-

kamera oder ein Kraftsensor C/S sind am Ende des Handgelenks angebracht. Ein mit der Kamera oder dem Sensor C/S verbundenes Kabel CB verläuft innerhalb eines Robotermechanismus von einer Verteilertafel **3** mit einem an der Basis **2** des Roboters **1** angeordneten Verbinder und ist vor einem Unterarm **4** zur Außenseite des Robotermechanismus gezogen. Das herausgeführte Kabel CB ist in einer Aufhängung **9** in der Nähe des Unterarms **4** aufgehängt und durch Herausführen aus dem Unterarm **4** mit der Kamera oder dem Sensor C/S verbunden.

[0005] Eine solche Handhabungsstruktur für das Versorgungselement wird bei einem Roboter mit einem anderen Werkzeug wie z. B. eine Hand in weitem Umfang verwendet. Bei einer solchen Konfiguration, bei der das Versorgungselement über dem Unterarm des Roboters angeordnet ist, ist es jedoch schwierig, die Bewegung des Versorgungselements stabil zu machen, wenn sich die Ausrichtung des Bearbeitungswerkzeugs durch die Drehung der Handgelenkachse des Roboters stark ändert. Im Ergebnis kann sich die Wartungshäufigkeit des Kabels oder des Schlauchs durch die Verschlechterung der Lebensdauer oder die Beschädigung des Kabels oder des Schlauchs erhöhen. Ferner kann die instabile Bewegung des Versorgungselements eine störende Berührung zwischen dem Versorgungselement und einem Peripheriegerät verursachen.

[0006] Um ein derartiges Problem zu lösen, wird eine Konfiguration, bei der das Versorgungselement im Unterarm des Roboters enthalten ist, wie z. B. in der US 2004/0052630 A1 vorgeschlagen. Das obige Problem kann durch diese Konfiguration zwar in gewissem Umfang gelöst werden, allerdings muss ein Roboter individuell vorbereitet werden, um dem Betrieb eines den Roboter verwendenden Systems zu entsprechen, wodurch die Produktionskosten des Roboters ansteigen.

[0007] Das Dokument EP 1355400 A1 im Stand der Technik beschreibt einen Roboterarm mit einem ersten Handgelenkelement und einem zweiten Handgelenkelement, das drehbar am ersten Gelenkelement gelagert ist. Das Versorgungselement wird aus einer Öffnung, die im ersten Gelenkelement nahe dem am ersten Gelenkelement angeordneten Halteteils ausgebildet ist, herausgezogen und vom Halteteil gehalten. Das zweite Gelenkelement enthält eine zentrale Öffnung, durch die ein Versorgungselement geführt ist. Das Versorgungselement ist dann in zwei Teile geteilt und zur Verbindung mit einem Bearbeitungswerkzeug aus dem zweiten Gelenkelement herausgeführt.

[0008] Das Dokument JP 09-216189 im Stand der Technik offenbart einen einstellbaren Adapter für einen Brennerschaft, mit dem ein Brenner verbunden ist. Das Versorgungselement des Brenners wird par-

allel zum Roboterarm geführt, der den Adapter trägt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0009] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Lösung der obigen Probleme. Mit anderen Worten, eine Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Handhabungsstruktur für ein Versorgungselement, durch die sich die Bewegung des Versorgungselements selbst dann nicht so ausgeprägt ändert, wenn sich die Ausrichtung des Bearbeitungswerkzeugs durch die Drehung der Handgelenkachse des Roboters stark ändert, wodurch die Belastung, die auf ein das Versorgungselement bildendes Kabel oder einen Schlauch wirkt, geringer werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Bereitstellung einer Handhabungsstruktur für ein Versorgungselement, mit der es möglich ist, die Anordnung des Versorgungselements an einem Installationsort des Roboters auf einfache Weise zu ändern, so dass eine flexible Modifikation eines den Roboter enthaltenden Systems möglich ist.

[0010] Die obigen Probleme werden durch die Merkmale gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0011] Zur Lösung der obigen Probleme ist bei der vorliegenden Erfindung das Bearbeitungswerkzeug drehbar um eine Achse gelagert, die parallel zur letzten Achse ($j\beta$ -Achse) des Roboters verläuft. Das Versorgungselement für das Bearbeitungswerkzeug erstreckt sich innerhalb eines hohlen Abschnitts eines Untersetzungsmechanismus für ein erstes Gelenkelement und ist von einer an einer Seite des Unterarms (oder des ersten Gelenkelements) ausgebildeten Öffnung aus nach außen eingeführt. Das Versorgungselement ist dann durch ein geeignetes Haltemittel abgestützt und mit dem Bearbeitungswerkzeug verbunden.

[0012] Das Bearbeitungswerkzeug kann eine Hand sein, die ein Paar Greifklauen enthält, die sich öffnen und schließen können.

[0013] Eine zweite Öffnung kann in der Basis des Unterarms zur Verbindung mit dem hohlen Abschnitt des Untersetzungsgetriebes ausgebildet sein. In diesem Fall wird ein Schweißbrenner als das Bearbeitungswerkzeug verwendet, und das Versorgungselement kann ein Kabel für den Schweißstrom, einen Schlauch zum Zuführen von Schutzgas und einen Einsatz zum Zuführen eines Schweißdrahtes enthalten. Ferner kann ein Schweißdrahtvorschubgerät am ersten Gelenkelement angeordnet sein, und das Versorgungselement ist von der zweiten Öffnung aus zur Innenseite des Unterarms und zum hohlen Abschnitt des Untersetzungsgetriebes eingeführt.

[0014] Das Schweißdrahtvorschubgerät kann auch als Halteteil für das Versorgungselement dienen.

Wahlweise kann das Halteteil des Versorgungselements in der Nähe des Schweißdrahtvorschubgeräts positioniert sein.

[0015] Ein Motor für das Schweißdrahtvorschubgerät kann innerhalb des ersten Gelenkelements enthalten sein.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0016] Die obigen und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden aus der folgenden Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen noch deutlicher; es zeigen:

[0017] [Fig. 1](#) eine beispielhafte Ansicht einer Gesamtkonfiguration einer Handhabungsstruktur für ein Versorgungselement gemäß dem Stand der Technik;

[0018] [Fig. 2a](#) eine Vorderansicht einer Gesamtkonfiguration einer Handhabungsstruktur für ein Versorgungselement der ersten Ausführungsform der Erfindung;

[0019] [Fig. 2b](#) eine Seitenansicht der ersten Ausführungsform von [Fig. 2a](#) von einem vorderen Teil des Unterarms bis zu einem Bearbeitungswerkzeug der Handhabungsstruktur;

[0020] [Fig. 3a](#) eine detaillierte Vorderansicht im Bereich des Unterarms der ersten Ausführungsform;

[0021] [Fig. 3b](#) eine Seitenansicht der ersten Ausführungsform von [Fig. 3a](#) vom vorderen Teil des Unterarms bis zum Bearbeitungswerkzeug der Handhabungsstruktur;

[0022] [Fig. 4](#) eine Schnittansicht, die die Konfiguration des Unterarmendes und einen Teil um das Unterarmende der ersten Ausführungsform zeigt;

[0023] [Fig. 5](#) eine Schnittansicht, die die Konfiguration des Unterarms und einen Teil im Bereich des Unterarms der zweiten Ausführungsform zeigt;

[0024] [Fig. 6](#) eine Schnittansicht der Verdrahtungskonfiguration innerhalb des Unterarms; und

[0025] [Fig. 7](#) eine beispielhafte Ansicht der Verdrahtung eines Kabels zur Steuerung eines Motors, der in der Erfindung verwendet werden kann.

Detaillierte Beschreibung

[0026] Ausführungsformen der Erfindung werden unter Bezugnahme auf die [Fig. 2a](#) bis [Fig. 7](#) beschrieben. Bei einer ersten Ausführungsform ist der bei der Ausführungsform verwendete Roboter ein Handhabungsroboter mit einer Hand als Bearbei-

tungswerkzeug und ein angeordnetes Versorgungselement ist ein Steuerkabel für die Hand. Bei einer zweiten Ausführungsform ist der bei der Ausführungsform verwendete Roboter ein Lichtbogen-schweißroboter mit einem Schweißbrenner als Bearbeitungswerkzeug und ein angeordnetes Versorgungselement enthält ein Kabel für den Schweißstrom, einen Schlauch zum Zuführen von Schutzgas und einen Einsatz zum Zuführen eines Schweißdrahtes. Diese Ausführungsformen sind jedoch nur Beispiele.

[0027] Die [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) zeigen eine Gesamtkonfiguration der ersten Ausführungsform der Erfindung. Dabei ist [Fig. 2a](#) eine Vorderansicht und [Fig. 2b](#) eine Seitenansicht, die den vorderen Teil des Roboter-Unterarms bis zum Bearbeitungswerkzeug zeigt. In [Fig. 2a](#) hat der Roboter **10** sechs Achsen mit einer Hand **17**, die am Ende des Handgelenks des Roboters angebracht ist. Die Hand **17** kann eine herkömmlische Hand mit Greifklauen **18** und einem Druckluftzylinder (nicht dargestellt) für den Antrieb der Klauen **18** sein. Ein Versorgungselement oder ein Steuerkabel **6** zum Steuern der Bewegung der Klauen **18** ist von einem Robotersteuergerät **20** aus in eine Basis **11** des Roboters **10** eingeführt. Das Versorgungselement **6** verläuft dann innerhalb des Roboterkörpers oder des Oberarms **13** zum Ende des Unterarms mit einer Unterarmbasis **14** und einem ersten Gelenkelement **15**. Das Steuerkabel **6** ist mit anderen Kabeln für Servomotoren **12** zum Antrieb der Roboterachsen kombiniert. Wie dargestellt ist, kann das Kabel **6** geteilt zu jedem Servomotor **12** geführt sein.

[0028] Eine erste Öffnung **21** und ein Haltemittel **22** zum Halten des Versorgungselements sind an der Seite des ersten Gelenkelements **15** vorgesehen. Das Versorgungselement **6** wird von der ersten Öffnung **21** aus zur Außenseite des Roboterkörpers gezogen und dann vom Haltemittel **22** in der Nähe der Öffnung **21** gehalten. Das Versorgungselement **6** verläuft ferner entlang einem zweiten Gelenkelement **16**, das am ersten Gelenkelement **15** angebracht ist, zur Hand **17**. Als das Haltemittel **22** kann ein herkömmlisches Fixiermittel oder ein Klemmenelement dienen. Wahlweise kann ein Eingriffselement wie ein Ring, durch den das Versorgungselement verläuft, verwendet werden, damit sich das Versorgungselement in seiner Längsrichtung bewegen und seine Längsachse verwinden oder drehen kann. Alternativ kann aus praktischen Gründen eine Anschlussbox mit einer Anschlussfunktion angeordnet sein, wie nachstehend beschrieben wird. Erfindungsgemäß wird die Anschlussbox mit der Anschlussfunktion auch als eines der Haltemittel für das Versorgungselement **6** betrachtet.

[0029] Der Servomotor für jede Achse des Roboters **10** wird auf eine bekannte Weise auf Basis eines von

einem Roboter-Steuergerät **20** ausgegebenen Betätigungsbefehls gesteuert. Das Roboter-Steuergerät **20** gibt auch einen Greifbefehl an die Hand **17** sowie einen Betätigungsbefehl an den Servomotor zum Steuern der Öffnungs- und Schließbewegungen der Greifklauen **18** aus. Wenn die Hand **17** einen Gegenstand (z. B. eine Baugruppe) greift, wird ein Signal, das über das Greifen informiert, über das Steuerkabel oder das Versorgungselement **6** an das Steuergerät **20** gesendet.

[0030] Die [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) zeigen die detaillierte Konfiguration des Unterarms und der Peripheriegeräte der Ausführungsform der [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#). Dabei ist [Fig. 3a](#) eine Vorderansicht des Unterarms und der Peripheriegeräte und [Fig. 3b](#) eine Seitenansicht vom vorderen Teil des Unterarms bis zum Bearbeitungswerkzeug. In [Fig. 3a](#) ist außerdem eine Anschlussbox als Beispiel für das Haltemittel **22** des Versorgungselements dargestellt.

[0031] In den [Fig. 3a](#) und [Fig. 3b](#) ist ein Untersetzungsgetriebe **30** mit einem hohlen Abschnitt **31** in der Unterarmbasis **14** angeordnet. Obwohl auf die Detaildarstellung verzichtet wird, ist eine Eingangsseite des Untersetzungsgetriebes **30** mit einem Servomotor verbunden, um das erste Gelenkelement **15** um eine erste Achse A zu drehen, die sich in Längsrichtung eines Teils des Unterarms von der Basis **14** zum ersten Gelenkelement **15** erstreckt. Eine Ausgangsseite des Untersetzungsgetriebes **30** ist dagegen mit dem ersten Gelenkelement **15** verbunden. Das Versorgungselement **6** ist innerhalb der Unterarmbasis **14** in den hohlen Abschnitt **31** des Untersetzungsgetriebes **30** eingeführt. Nach dem Durchgang durch den hohlen Abschnitt **31** ist das Versorgungselement **6** in einen Innenraum **151** des ersten Gelenkelements **15** eingeführt. Das Versorgungselement passiert dann den Innenraum **151** im Wesentlichen entlang der ersten Achse A und erreicht die Öffnung **21**.

[0032] Das am ersten Gelenkelement **15** angebrachte zweite Gelenkelement **16** kann von einem Servomotor der fünften Achse (nicht dargestellt) des Roboters **10** um eine zweite Achse B gedreht werden, die die erste Achse A im Wesentlichen senkrecht schneidet. Die Hand **17** dagegen wird von einem Servomotor der letzten Achse des Roboters **10** um eine dritte Achse C gedreht, die im Wesentlichen senkrecht zur zweiten Achse B verläuft und von der ersten Achse A um einen vorgegebenen Abstand beabstandet ist. Ein Beispiel eines Mechanismus für die Rotation der Hand oder des Bearbeitungswerkzeugs **17** um die dritte Achse C ist nachstehend beschrieben.

[0033] Eine Anschlussbox **23** befindet sich in der Nähe der Öffnung **21**. Das Versorgungselement **6** vom Untersetzungsgetriebe **30** ist mit der Anschluss-

box **23** verbunden, und ein weiteres Versorgungselement **6** ist von der Box **23** bis zur Hand **17** angeordnet. Ein Magnetventil **24** ist an einer Stelle innerhalb des ersten Gelenkelements **15** nahe der Öffnung **21** angeordnet. Das Magnetventil **24** steuert die Zufuhr und Abfuhr von Luft zum Luftzylinder für das Öffnen und Schließen der Greifklauen **18** der Hand **17**.

[0034] Das Versorgungselement **6** enthält einen Schlauch für die Luftzufuhr sowie einen elektrischen Leiter wie ein Steuerkabel für einen Servomotor (nachstehend beschrieben) zum Antrieb der letzten Achse. Das obige Magnetventil **24** ist am Schlauch des Versorgungselements angeordnet. Eine nicht dargestellte Quelle ist außerhalb des Roboters angeordnet, wodurch die Zufuhr/Abfuhr von Luft auf bekannte Weise vom Robotersteuergerät **20** gesteuert wird. Außerdem ist ein von der Quelle (nicht dargestellt) verlaufender Schlauch mit dem Versorgungselement **6** an einer geeigneten Position, z. B. vor der Basis **11**, verbunden. Da diese Konfiguration bezüglich der Zufuhr/Abfuhr von Luft bekannt ist, wird auf ihre detaillierte Beschreibung verzichtet.

[0035] Wenn die Handhabungsoperation des in **Fig. 2** dargestellten Roboters **10** ausgeführt wird, ist der Servomotor jeder Achse aktiviert, um die Position und Ausrichtung der Hand **17** zu steuern. Um die Ausrichtung der Hand **17** zu steuern, werden zu diesem Zeitpunkt die vierte, fünfte und sechste Achse des Roboters angetrieben. Deshalb sollte der Einfluss der Achsenbewegungen auf das Versorgungselement **6** in Betracht gezogen werden. Zuerst wird die vierte Achse aktiviert und das erste Gelenkelement **15** um die erste Achse A gedreht. Da sich jedoch das Versorgungselement **6** aus dem hohlen Abschnitt **31** des Untersetzungsgetriebes **30** zur Öffnung **21** durch das erste Gelenkelement **15** erstreckt, beeinflusst die Drehung des ersten Gelenkelements **15** um die erste Achse A das Versorgungselement **6** nicht wesentlich.

[0036] Wenn die fünfte Achse aktiviert ist, dreht sich das zweite Gelenkelement **16** um die zweite Achse B. Aufgrund dieser Bewegung wird die Hand **17** um die zweite Achse geschwenkt, das Versorgungselement **6** jedoch in der Nähe der Öffnung **21** gehalten. Deshalb folgt nur ein kurzer Teil des Versorgungselements **6**, der sich von der Halteposition in der Nähe der Öffnung **21** bis zur Hand **17** erstreckt, der Bewegung des zweiten Gelenkelements **16**. Auch die Drehung des zweiten Gelenkelements **16** beeinflusst das Versorgungselement **6** nicht wesentlich.

[0037] Wenn die sechste Achse aktiviert ist, dreht sich die Hand **17** um die dritte Achse C. Da in diesem Fall die dritte Achse C gegenüber der ersten Achse A versetzt ist, wird das mit der Hand **17** verbundene Versorgungselement **6** nur mit einer Verwindungskraft beaufschlagt. Deshalb verursacht die Bewegung der sechsten Achse kein Flattern des Versor-

gungselements **6**.

[0038] Weil das Versorgungselement **6** durch die Bewegung der sechsten Achse nicht flattert, braucht nur die Drehbewegung des zweiten Elements **16** um die zweite Achse B mit dem relativ schmalen Betriebsbereich berücksichtigt zu werden. Das Versorgungselement **6** kann deshalb so angeordnet sein, dass es aus der Seite des ersten Gelenkelements **15** gezogen wird. Deshalb kann gemäß der Ausführungsform die Bewegung des Versorgungselements **6** relativ zur Drehung der letzten Achse und der Schwenkbewegung des zweiten Gelenkelements um die zweite Achse B stabil sein. Da sich ferner das Versorgungselement **6** durch den hohlen Abschnitt des ersten Gelenkelements **15** und einen Antriebsmechanismus desselben zur Öffnung **21** an der Seite des ersten Gelenkelements **15** erstreckt, können sich das Kabel und der Schlauch, die das Versorgungselement bilden, über eine relativ lange Strecke innerhalb des Unterarms verwinden, wenn sich das erste Gelenkelement **15** um die erste Achse A dreht. Deshalb kann die Bewegung des Versorgungselements ebenfalls stabil sein.

[0039] Nunmehr wird anhand von **Fig. 4**, die die Konfiguration des Endes des Unterarms und die Peripheriegeräte zeigt, der Rotationsmechanismus der Hand **17** erläutert. Wie aus **Fig. 4** ersichtlich ist, ist ein Servomotor **40** zum Antreiben der letzten (sechsten) Achse am zweiten Gelenkelement **16** angeordnet. Die Rotation des Servomotors **40** wird über ein Untersetzungsgetriebe **41** mit einem Stützlager an einen Abtriebsflansch **42** übertragen. Ferner wird die Rotation des Abtriebsflansches **42** über ein Antriebszahnrad **44** und ein Abtriebszahnrad **45** an die Hand **17** übertragen, um die Hand **17** zu drehen. Die Positionen und Ausrichtungen des Servomotors **40**, des Abtriebsflansches **42** und des Antriebszahnrades **44** sind so bestimmt, dass ihre Rotationsachse D die erste Achse A schneidet (siehe **Fig. 3**). Da die Rotationsachse C des Abtriebszahnrades **45** und der Hand **17** von der Rotationsachse D beabstandet ist, ist zwischen der Rotationsachse C und der ersten Achse A ein Abstand vorhanden. Der Abstand wird als "vorgegebener Abstand" bezeichnet.

[0040] Das Abtriebszahnrad **45** ist in einem Getriebegehäuse **43** positioniert. Das Antriebszahnrad **44** ist drehbar vom Abtriebsflansch **42** gelagert. Das Abtriebszahnrad **45** ist außerdem drehbar über das Lager **4** am Getriebegehäuse **43** gelagert. Die Hand **17** ist an einem Ende des Abtriebszahnrades **45** entfernt vom Servomotor **40** befestigt. Das Versorgungselement oder ein Luftschlauch **6** ist drehbar mit dem anderen Ende des Abtriebszahnrades **45** verbunden. Der Luftschlauch ist ebenfalls mit dem Getriebegehäuse **43** verbunden. Ein Kabel und ein Rohr, die den Luftschlauch bilden, verlaufen durch einen hohlen Abschnitt **47** des Abtriebszahnrades **45** und sind mit

der Hand **17** verbunden.

[0041] Die nächste [Fig. 5](#) zeigt einen Hauptteil einer zweiten Ausführungsform, d. h. die Konfiguration des Unterarms und seine Peripheriegeräte. Die zweite Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform im Wesentlichen darin, dass das Bearbeitungswerkzeug der zweiten Ausführungsform ein Schweißbrenner anstelle der Hand ist. Wie dargestellt ist, ist bei dieser Ausführungsform eine zweite Öffnung **26** an der Rückseite der Unterarmbasis **14** ausgebildet, die vom ersten Gelenkelement **15** entfernt ist. Ein Versorgungselement **60** ist von der zweiten Öffnung **26** aus eingeführt. Das in die Unterarmbasis **14** eingeführte Versorgungselement **60** verläuft durch den hohlen Abschnitt **31** des Untersetzungsgetriebes **30** und ist aus der ersten Öffnung **25** an der Seite des ersten Gelenkelements **15** nach außen gezogen.

[0042] Das Versorgungselement **60** ist entsprechend einem Roboter zum Lichtbogenschweißen aus einem Schweißdraht **61**, der in einem Einsatz zum Zuführen des Drahtes enthalten ist, einem Kabel **62** für den Schweißstrom und einem Schlauch **63** zum Zuführen von Schutzgas aufgebaut. Das Kabel **62** und der Schlauch **63** sind direkt mit einem Schweißbrenner **19** verbunden, der um die dritte Achse C drehbar ist. Da der Mechanismus zum Antreiben des Schweißbrenners **19** um die dritte Achse C der gleiche sein kann wie der anhand von [Fig. 4](#) beschriebene, wird auf eine Erläuterung des Mechanismus verzichtet.

[0043] Der Schweißdraht **61** wird vom Einsatz unmittelbar vor der Trennung vom Kabel **62** und dem Schlauch **63** freigegeben und von einer Vorschubwalze **51** des Drahtvorschubgeräts **50** geführt und vorgeschoben. Danach wird der Draht **61** wieder vom Einsatz eingeschlossen und mit dem Schweißbrenner **19** mit dem Kabel **62** und dem Schlauch **63** verbunden. Die Vorschubwalze **51** wird von einem im ersten Gelenkelement **15** enthaltenen Motor **52** angetrieben.

[0044] Obwohl der Übersichtlichkeit halber nur das mit dem Schweißbrenner **19** verbundene Versorgungselement in [Fig. 5](#) dargestellt ist, können andere Drähte und Schläuche die gleichen wie anhand von [Fig. 2](#) beschrieben sein. So ist beispielsweise ein Steuerkabel vom Robotersteuergerät **20** über einen Anschluss eines Verteilerfeldes **3** an der Basis **2** des Roboters in den Robotermechanismus geführt. Das Steuerkabel verläuft dann durch einen hohlen Abschnitt eines Drehkörpers des Roboters. Manche Teile des Steuerkabels zweigen vom Kabel ab und sind an die Motoren für den Antrieb der ersten und zweiten Achse angeschlossen. Die übrigen Teile des Steuerkabels sind entlang dem Oberarm **13** angeordnet (siehe [Fig. 2](#)) und verlaufen durch den Roboter-

arm zur Unterarmbasis **14**. Wieder andere Teile des Steuerkabels können mit den Motoren zum Antrieb der dritten und vierten Achse verbunden sein. In diesem Fall sind die übrigen Teile abgesehen vom Versorgungselement **60** von der Innenseite der Unterarmbasis **14** aus in das erste Gelenkelement **15** eingeführt.

[0045] [Fig. 6](#) ist eine Schnittansicht der Konfiguration der Verdrahtung innerhalb des Unterarms. Wie dargestellt ist ein Versorgungselement (d. h. ein Schlauch und/oder ein Kabel) **70**, das durch den Unterarm verläuft, in ein Schutzrohr **80** eingeführt. Eine elektrische Signalleitung ist ebenfalls in das Schutzrohr **80** eingeführt, wobei Abschirmung und Ummantelung entfernt sind. Ein Motorsteuerkabel **81** ist spiralförmig an der Außenseite des Schutzrohrs **80** angeordnet, was auch in [Fig. 7](#) dargestellt ist. Aufgrund dieser Konfiguration kann die Verwindungsbewegung des Versorgungselements **70**, die durch die Drehung des Unterarms um $\pm 180^\circ$ verursacht wird, selbst dann gut aufgenommen werden, wenn das Versorgungselement in der Nähe der Rotationsachse des Unterarms gebogen oder verwunden wird. Die Lebensdauer des Versorgungselements kann deshalb verlängert werden. Da die Abschirmung vom Versorgungselement entfernt worden ist, kann externes Rauschen die Signalleitung beeinträchtigen und/oder Rauschen kann aus der Signalleitung dringen. Wenn der Unterarm jedoch aus einem leitfähigen Material besteht und ein Masseleiter anstelle der Abschirmung mit dem Unterarm und der Roboterbasis verbunden ist, kann das obige Rauschen vermieden werden. Außerdem sind das Kabel und der Schlauch **70** für das Bearbeitungswerkzeug des Unterarms vom Motorsteuerkabel **81** getrennt. Diesbezüglich sind der hintere Teil des Unterarms und eine Öffnung **28** so konfiguriert, dass später ein erforderliches Kabel in den hinteren Teil und die Öffnung **28** eingeführt werden kann. Außerdem können die obigen Öffnungen **21** und **25** als die Öffnung **28** dienen.

[0046] Ein Benutzer des Roboters kann deshalb ein erforderliches Kabel und einen Schlauch für das Bearbeitungswerkzeug entsprechend des Systems im tatsächlichen Einsatz hinzufügen. In diesem Fall kann ein solcher Roboter auch mit einer Trennwand oder dgl. versehen sein, in der das Motorsteuerkabel **81** von einer Verarbeitungseinheit des Kabels und Schlauchs **70** für das Bearbeitungswerkzeug abgetrennt ist, ohne die Lebensdauer des Motorsteuerkabels **81** zu beeinträchtigen.

[0047] Der Benutzer kann die in [Fig. 6](#) dargestellte Konfiguration zum Hinzufügen eines Kabels für das Bearbeitungswerkzeug im tatsächlichen Einsatz verwenden. Mit anderen Worten, das zusätzliche Kabel kann in das Schutzrohr **80** mit einem im Wesentlichen kreisförmigen Querschnitt so eingeführt werden, dass das zusätzliche Kabel vom Motorsteuerka-

bel **81** und dem Kabel **70** für das Bearbeitungswerkzeug getrennt ist. Ein Kontakt zwischen den Kabeln kann deshalb vermieden und die Zuverlässigkeit des Motorsteuerkabels **81** aufrechterhalten werden. Außerdem besteht das Schutzrohr **80** vorzugsweise aus einem reibungsarmen Material wie Teflon™, um die Reibung zwischen dem Schutzrohr und dem Versorgungselement zu verringern.

[0048] Der Leiter und der Schlauch **70** müssen eine Längenzugabe haben, da der Leiter und der Schlauch **70** gebogen werden können, wenn sich das zweite Gelenkelement dreht. Ein Handhabungsroboter wird jedoch z. B. so betrieben, dass der Roboter relativ zu einer waagrecht Ebene in eine tiefere Richtung weist, wodurch der Drehbereich des Roboterhandgelenks auf ca. 130° begrenzt werden kann. Deshalb können Leiter und Schlauch um das Handgelenk relativ einfach entlang dem Unterarm angeordnet sein.

[0049] Gemäß der Erfindung kann die auf den Leiter und den Schlauch, die das mit dem Bearbeitungswerkzeug am Ende des Roboterhandgelenks verbundene Versorgungselement bilden, wirkende Last verringert werden. Außerdem kann die Bewegung des Versorgungselements während des Roboterbetriebs stabil sein. Als Ergebnis kann die Lebensdauer des Versorgungselements verlängert und eine gegenseitige Störung zwischen dem Versorgungselement und Peripheriegeräten vermieden werden. Die Arbeit am Einsatzort zum Ändern oder Hinzufügen des Versorgungselements, die bei einer Modifikation des Systems erforderlich wird, lässt sich durch Ausbilden der Öffnungen (oder der ersten und zweiten Öffnung) im vorderen Teil des Unterarms (oder im ersten Gelenkelement) und im hinteren Teil des Unterarms (oder der Unterarmbasis), durch die sich das Versorgungselement in die hohlen Abschnitte des Unterarms und des Untersetzungsgetriebes erstrecken kann, auf einfache Weise ausführen. Es ist deshalb vorteilhaft, dass nur minimale Arten von Roboterbauteilen für verschiedene Modifikationen des Systems erforderlich sind.

[0050] Obwohl die Erfindung unter Bezugnahme auf bestimmte Ausführungsformen, die zum Zwecke der Verdeutlichung gewählt worden sind, beschrieben worden ist, dürfte es auf der Hand liegen, dass der Fachmann zahlreiche Modifikationen daran vornehmen kann, ohne vom Gültigkeitsbereich der Erfindung abzuweichen, der in den beigefügten Ansprüchen angegeben ist.

Patentansprüche

1. Handhabungsstruktur für ein Versorgungselement (**6; 60**) eines Industrieroboters (**10**), der aufweist:
einen Vorderarm mit einer Basis (**14**);

ein erstes Gelenkelement (**15**), das an der Basis (**14**) des Vorderarms angebracht und um eine erste Achse (A) drehbar ist, die sich in Längsrichtung des Vorderarms erstreckt;

ein zweites Gelenkelement (**16**), das am ersten Gelenkelement (**15**) angebracht und um eine zweite Achse (B) drehbar ist, die die erste Achse (A) im Wesentlichen senkrecht schneidet; und

ein Bearbeitungswerkzeug (**17; 19**), das am zweiten Gelenkelement (**16**) angebracht und um eine dritte Achse (C) drehbar ist, die im Wesentlichen senkrecht zur zweiten Achse (B) verläuft und zu der ersten Achse (A) einen vorgegebenen Abstand hat, wobei das Versorgungselement (**6; 60**) einen Leiter und/oder einen mit dem Bearbeitungswerkzeug (**17; 19**) verbundenen Schlauch enthält,

wobei die Handhabungsstruktur aufweist:

ein Untersetzungsgetriebe (**30**) mit einem hohlen Abschnitt (**31**) zum Drehen des ersten Gelenkelements (**15**) um die erste Achse (A), wobei das Untersetzungsgetriebe (**30**) zwischen der Basis (**14**) des Vorderarms und dem ersten Gelenkelement (**15**) so angeordnet ist, dass die Rotationsachse des Untersetzungsgetriebes (**30**) mit der ersten Achse (A) zusammenfällt; und

ein Halteteil (**22**) zum Halten des Versorgungselements, das an einer Seite des ersten Gelenkelements (**15**) angeordnet ist,

wobei das Versorgungselement (**6; 60**) durch den hohlen Abschnitt (**31**) des Untersetzungsgetriebes (**30**) verläuft und aus einer ersten Öffnung (**21**) herausgeführt ist, die im ersten Gelenkelement (**15**) in der Nähe des Halteteils (**22**) ausgebildet ist, wobei mindestens eine Komponente der das Versorgungselement bildenden Komponenten vom Halteteil (**22**) gehalten ist,

und wobei das Versorgungselement (**6; 60**) durch einen hohlen Abschnitt (**47**) eines Hohlelements (**43**) verläuft, durch das sich die dritte Achse (C) erstreckt, und mit dem Bearbeitungswerkzeug (**17; 19**) verbunden ist.

2. Handhabungsstruktur nach Anspruch 1, bei der das Bearbeitungswerkzeug eine Hand (**17**) ist, die ein Paar Greifklauen (**18**) aufweist, die sich öffnen und schließen können.

3. Handhabungsstruktur nach Anspruch 1, bei der eine zweite Öffnung (**26**) an der Basis (**14**) des Vorderarms zur Verbindung mit dem hohlen Abschnitt (**31**) des Untersetzungsgetriebes (**30**) ausgebildet ist.

4. Handhabungsstruktur nach Anspruch 3, bei der das Bearbeitungswerkzeug ein Schweißbrenner (**19**) ist, das Versorgungselement ein Kabel (**62**) für den Schweißstrom, einen Schlauch (**63**) zum Zuführen von Schutzgas und einen Einsatz (**61**) zum Zuführen eines Schweißdrahtes (**61**) enthält, wobei ein Schweißdrahtvorschubgerät (**50**) am ersten Gelenk-

element **(15)** angeordnet ist und das Versorgungselement **(60)** von der zweiten Öffnung **(26)** aus zur Innenseite des Vorderarms und zum hohlen Abschnitt **(31)** des Untersetzungsgetriebes **(30)** eingeführt ist.

5. Handhabungsstruktur nach Anspruch 4, bei der das Schweißdrahtvorschubgerät **(50)** auch als das Halteteil **(22)** des Versorgungselements dient.

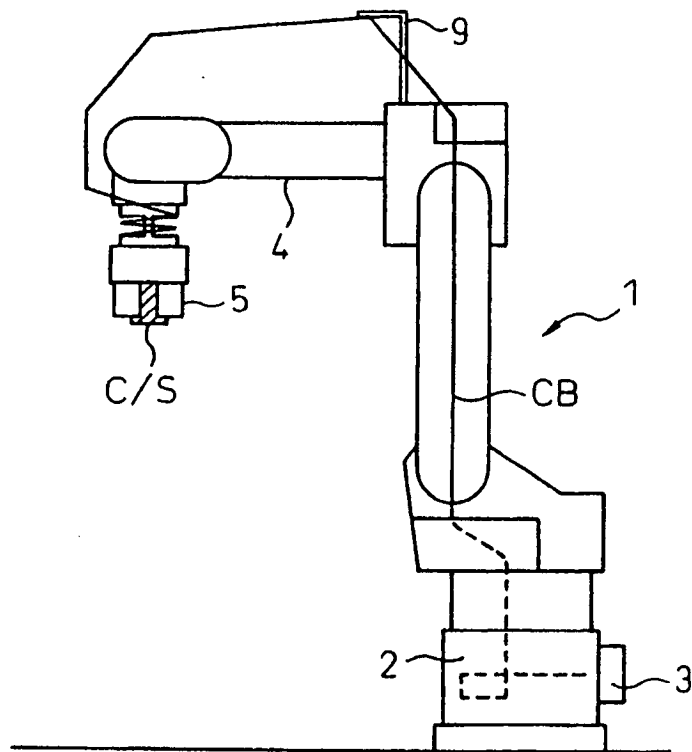
6. Handhabungsstruktur nach Anspruch 4, bei der das Halteteil **(22)** des Versorgungselements in der Nähe des Schweißdrahtvorschubgeräts **(50)** angeordnet ist.

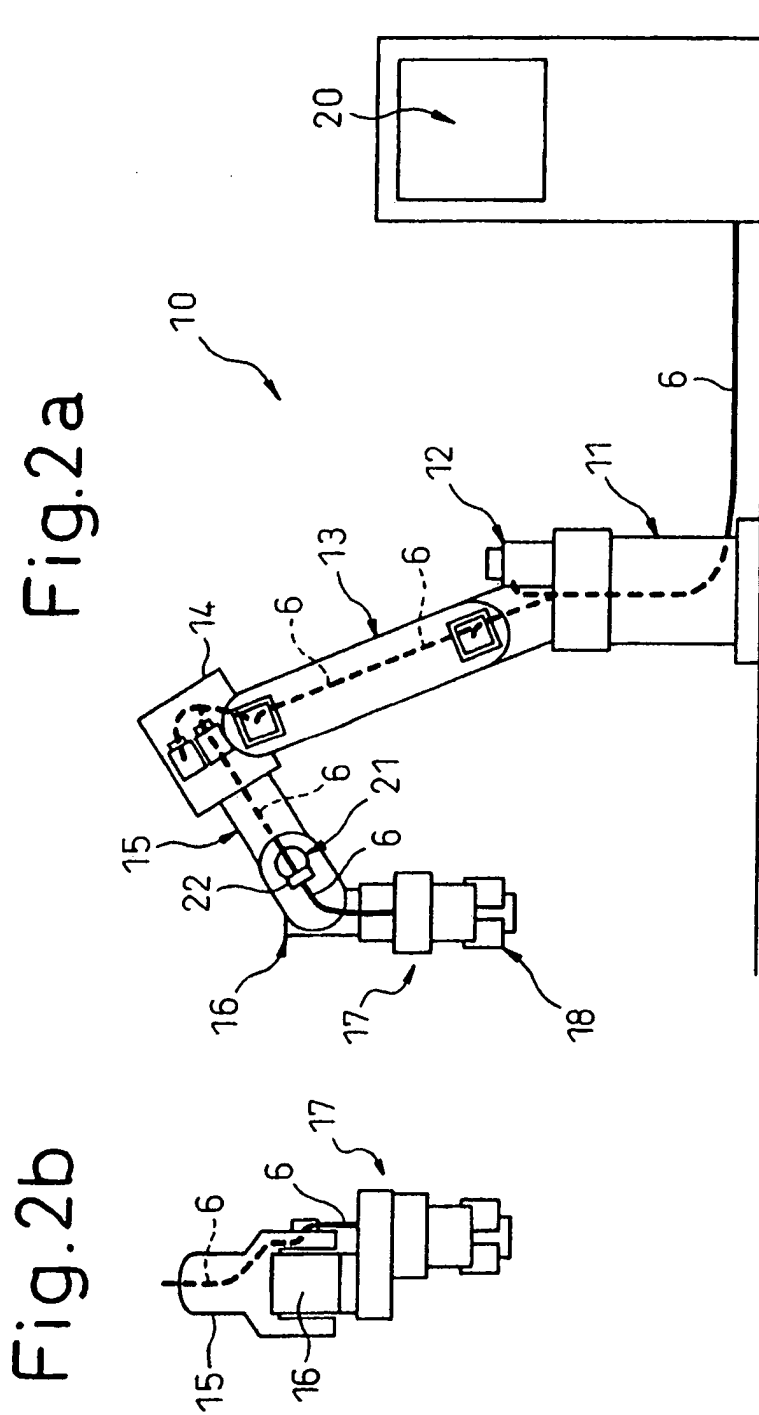
7. Handhabungsstruktur nach einem der Ansprüche 4 bis 6, bei der ein Motor **(52)** für das Schweißdrahtvorschubgerät **(50)** im ersten Gelenkelement **(15)** enthalten ist.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

STAND DER TECHNIK





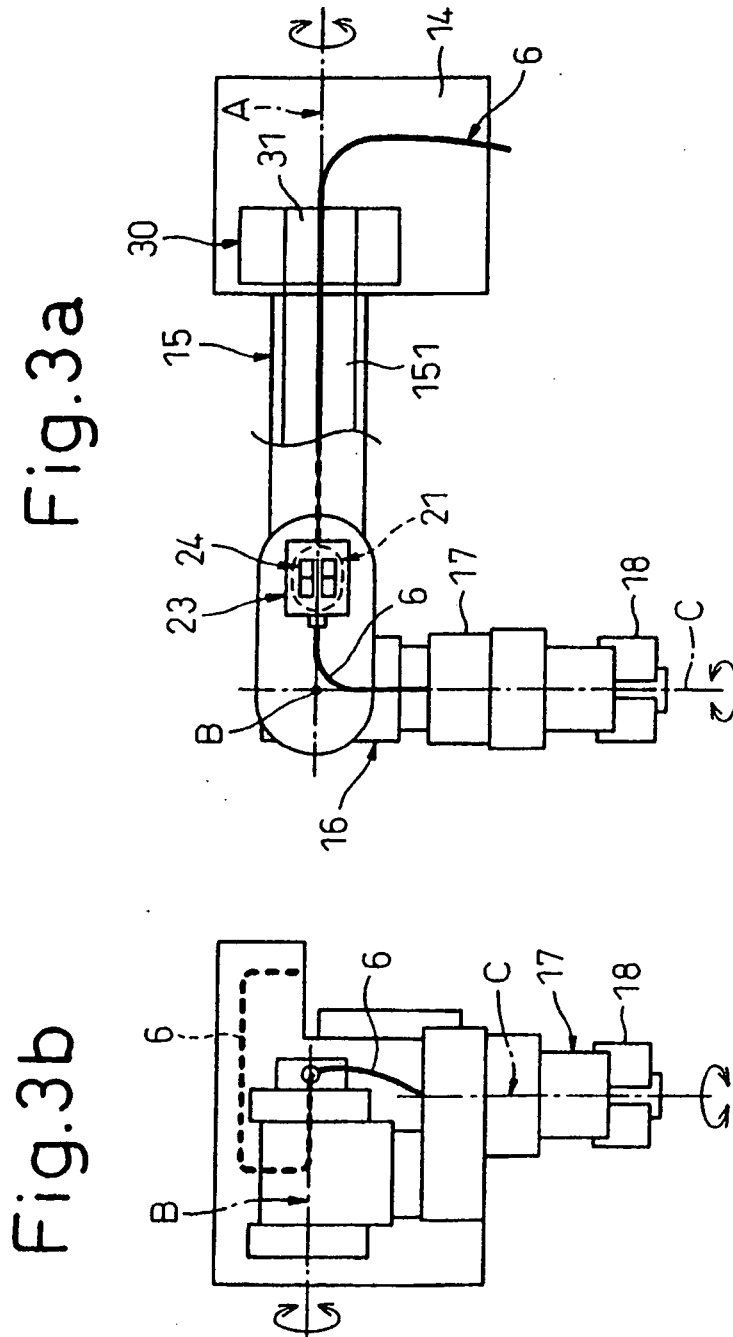


Fig.4

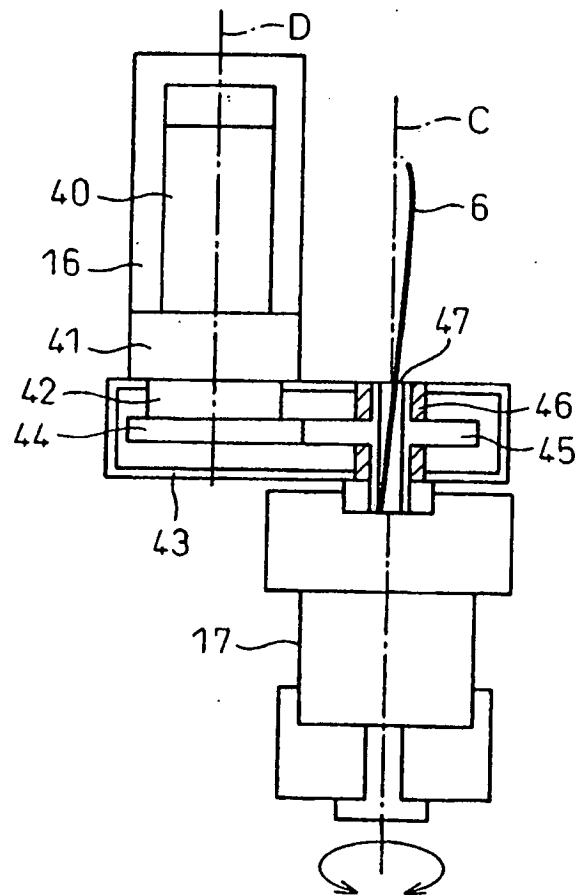


Fig. 5

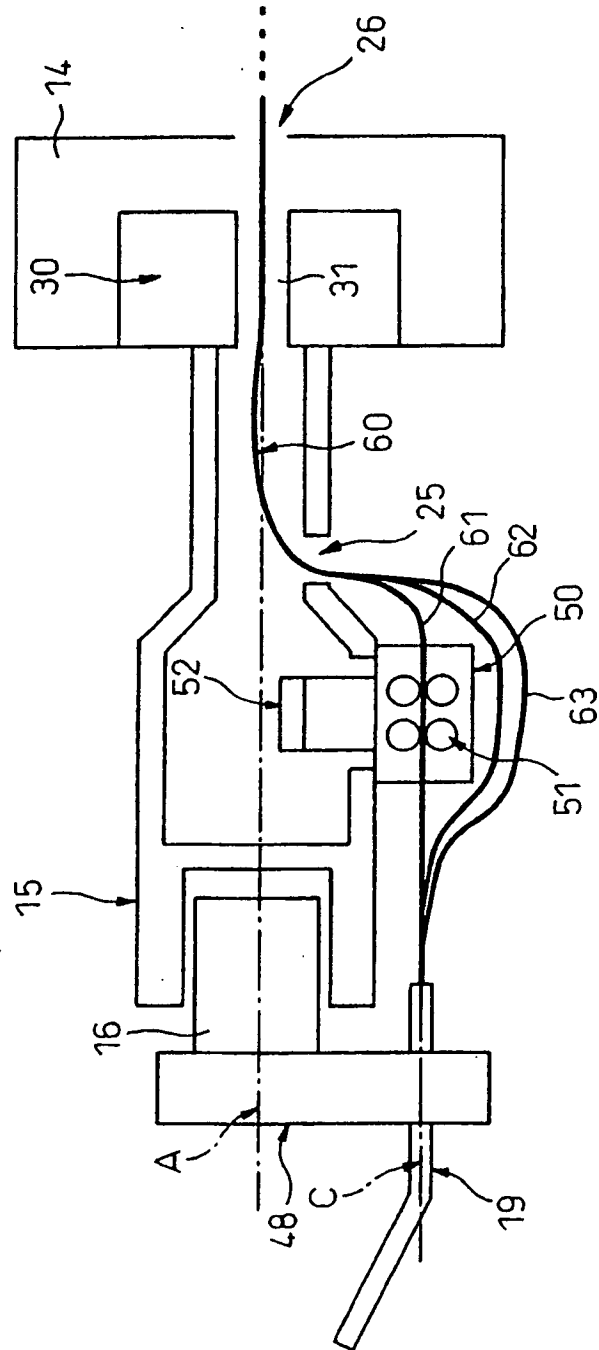


Fig.6

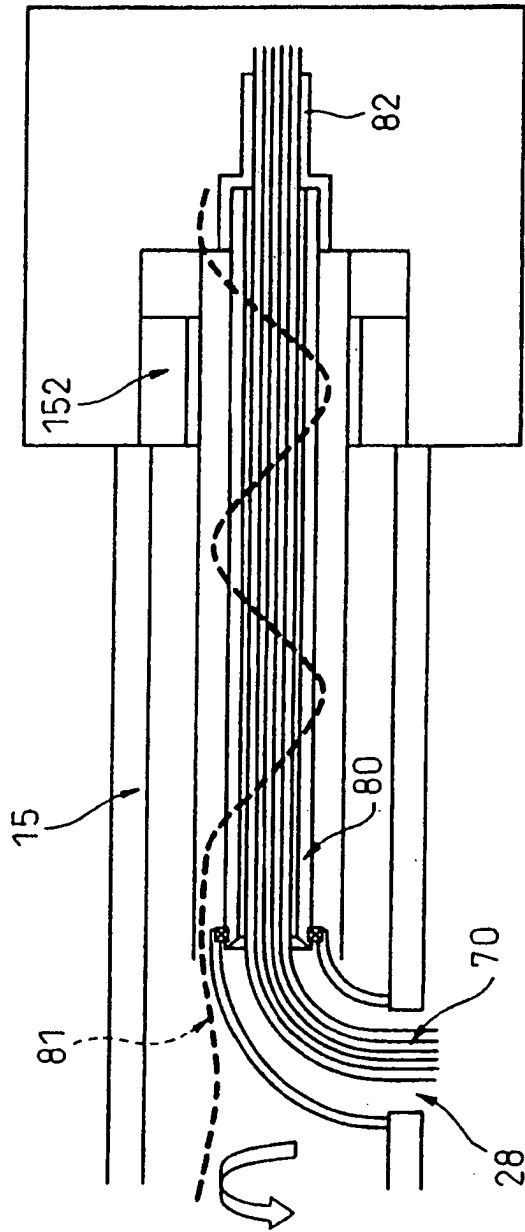


Fig.7

