(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Dezember 2005 (15.12.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/118232 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B25J 19/06, B23K 9/28

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/005325

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Mai 2005 (16.05.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 026 488.0 27. Mai 2004 (27.05.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SKS WELDING SYSTEMS GMBH** [DE/DE]; Austrasse 2a, 66849 Landstuhl (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KLEIN, Thomas** [DE/DE]; In der Zeil 26, 67731 Otterbach (DE).

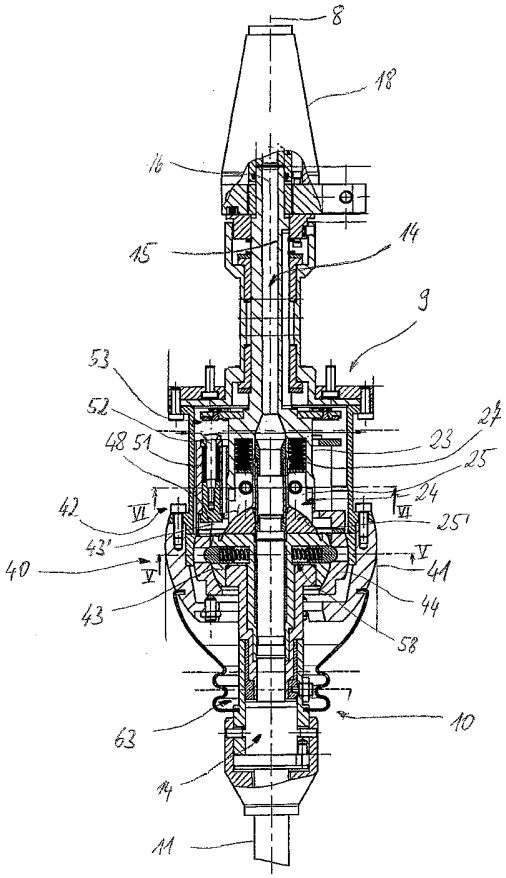
(74) Anwälte: **KLEIN, Friedrich, J.** usw.; Klein & Klein, Auf der Pirsch 11, 67663 Klaiserslautern (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: RETURN DEVICE FOR AN INDUSTRIAL ROBOT

(54) Bezeichnung: RÜCKFÜHREINRICHTUNG FÜR EINEN HANDHABUNGSAUTOMATEN



(57) Abstract: The invention relates to a return device for tools of industrial robots, such as welding robots, which comprises a connection for insertion of the return device into the force flow between the tool and a seat of the industrial robot occurring during a collision, and deflection means which are functionally linked with a tool and are deflected in the event of a collision. The return device is provided with a restoring unit which automatically returns the tool along a return path from a point of deflection reached due to a collision to a predetermined desired position, especially the reference point, whereby the restoring unit builds up a returning force during deflection. The aim of the invention is to increase the return precision in the case of a collision. For this purpose, the restoring unit has a force/distance characteristics that results, before the desired position is reached, in an increase in return force to a restoring force when the deflection means is returned along the return path.

(57) Zusammenfassung: Um die Rückstellgenauigkeit von Rückführeinrichtungen für Werkzeuge von Handhabungsautomaten, wie beispielsweise Schweißrobotern, im Falle einer Kollision zu erhöhen, wird für eine Rückführeinrichtung, die mit einem Anschluß zur Einfügung der Rückführeinrichtung in den bei einer Kollision entstehenden Kraftfluß zwischen dem Werkzeug und einer Aufnahme des Handhabungsautomaten versehen ist, ein Auslenkmittel aufweist, das mit einem Werkzeug wirkverbindbar ist und bei einer Kollision eine Auslenkung erfährt, die Rückführeinrichtung zudem eine Rückstelleinheit aufweist, zur automatischen Rückführung des Werkzeuges entlang eines Rückführweges von einer aufgrund einer Kollision erreichten Auslenkstelle in eine vorgegebene Sollposition, insbesondere in den Referenzpunkt, wobei die Rückstelleinheit bei einer Auslenkung eine Rückführkraft aufbaut, vorgeschlagen, daß die Rückstelleinheit eine Kraft-Weg-Kennlinie aufweist, die bei der Rückführung des Auslenkmittels entlang des Rückführweges vor Erreichen der Sollposition eine Erhöhung der Rückführkraft zu einer Rückstellkraft bewirkt.

WO 2005/118232 A2

FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)*

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für den folgenden Bestimmungsstaat US*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Rückführeinrichtung für einen Handhabungsautomaten

Die Erfindung betrifft eine Rückführeinrichtung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

In vielen Bereichen der Technik werden Handhabungsautomaten bzw. Roboter eingesetzt. Diese dienen zur mannlosen Handhabung oder Bearbeitung von Werkstücken. Zu diesem Zweck werden an den Robotern Werkzeuge angeordnet, die der Roboter zu den Werkstücken führt. Ein Beispiel hierfür sind Schweißroboter, die am freien Ende ihres Bewegungsarmes ein Schweißwerkzeug tragen. Die für derartige Bearbeitungsaufgaben vorgesehenen Roboter weisen den jeweiligen Anforderungen entsprechend eine bestimmte Anzahl an Bewegungsachsen auf.

Bei einer Automatisierung solcher Vorgänge können jedoch unvorhergesehene Ereignisse problematisch werden. Besonders häufig tritt hierbei das Problem auf, daß bei einer Zuführung eines Werkzeuges zu einem Werkstück eine Kollision mit dem Werkstück selbst oder einem anderen Objekt entsteht. Solche Kollisionen können zu ganz erheblichen Beschädigungen und zusätzlich zu einem Produktionsstillstand führen. Zudem werden bei einer Kollision in der Regel die bezüglich einem Koordinatensystem des Roboters sehr exakt ausgerichteten Werkzeuge dejustiert. So sind die Bearbeitungsspitzen, die sogenannten Tool-Center-Points (TCP), der Schweißwerkzeuge in vorbestimmter Weise gegenüber einem Nullpunkt des Roboterarmes ausgerichtet. Befindet sich nach einer Kollision die Bearbeitungsspitze nicht mehr im TCP so ist eine Bearbeitung, zumindest jedoch eine genaue Bearbeitung, nicht mehr möglich.

Um diesem Problem zu entgegnen sind bereits sogenannte Abschaltdosen bekannt geworden. Es handelt sich hierbei um eine Einrichtung, die bei Kollision des Werkzeuges mit einem Objekt ein Signal erzeugt, mit dem sich der Antrieb des Roboters stoppen läßt. Hierdurch kann bereits eine Minimierung der Dejustage und der möglichen Beschädigungen erreicht werden. Um dies weiter zu verbessern,

BESTÄTIGUNGSKOPIE

enthalten Abschaltdosen üblicherweise auch eine Rückführeinrichtung, die bei einer Kollision auch eine relative Auslenkung des Werkzeuges gegenüber dem Roboterarm ermöglichen. Die Abschaltdosen sind hierzu in der Regel mit einem oder mehreren Federelementen versehen, die während der Auslenkung des Werkzeuges federelastische Rückstellkräfte aufbauen. Eine Entlastung des Werkzeuges vom Kollisionsobjekt führt dann aufgrund der Rückstellkräfte zu einer automatischen Rückführung des Werkzeuges in den vorbestimmten TCP. Es hat sich jedoch gezeigt, daß mit den vorbekannten Abschaltdosen sehr häufig keine exakte Rückführung der Werkzeuge in den TCP möglich sind.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde eine Möglichkeit zu schaffen, die Rückstellgenauigkeit gattungsgemäßer Rückführeinrichtungen zu verbessern.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rückstelleinheit eine Weg-Kraft-Kennlinie aufweist, die bei der Rückführung des Auslenkmittels entlang des Rückführweges vor Erreichen der Sollposition eine Erhöhung bzw. einen Anstieg der Rückstellkraft bewirkt.

Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, daß vorbekannte Rückführeinrichtungen deshalb bei der Rückführung der Werkzeuge einer Ungenauigkeit unterliegen, weil gerade dann die Rückstellkräfte am geringsten sind, wenn sich das Werkzeug seinem TCP unmittelbar nähert. Aufgrund von Einflüssen wie Fertigungsungenauigkeiten, Verschleiß, Reibung und Temperaturschwankungen reichen dann oftmals die zur Verfügung stehenden Rückstellkräfte nicht mehr aus, um das Werkzeug von selbst tatsächlich in den vorgegebenen TCP zu führen.

Durch die genannte erfindungsgemäße Maßnahme kann erreicht werden, die Rückführkraft, insbesondere unmittelbar vor Erreichen des Tool-Center-Points, zu erhöhen. In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Krafterhöhung durch Freiwerden eines Energiepotentials, insbesondere eines zuvor gespeicherten Energiepotentials, erfolgen. Das Energiepotential kann hierbei durch die Kollision

BESTÄTIGUNGSKOPIE

bewirkte Auslenkung des Werkzeuges aufgebaut werden. Das Krafterhöhungsenergiepotential sollte zusätzlich zum Energiepotential für die Rückführung des Werkzeuges aufgebaut und vorzugsweise in einem eigenen Energiespeicher gespeichert werden. Bei der Rückführung wird dann das Energiepotential für die Krafterhöhung zu einem gegebenen Zeitpunkt als Positionierkraft freigesetzt und vorzugsweise dem Rückführungsenergiepotential überlagert. Die Rückführkraft und die Positionierkraft können sich zu einer Rückstellkraft addieren. Konstruktiv unaufwendige Ausgestaltungen können beide genannten Energiepotentiale in jeweils zumindest einem elastischen, insbesondere federelastischen, Speicher speichern.

In der Regel kann nicht vorhergesehen werden in welche Richtung sich das Auslenkmittel bei einer Kollision bewegt. Folglich sollte das zur Krafterhöhung vorgesehene Energiepotential unabhängig von der Auslenkrichtung aufbaubar und auch wieder abrufbar sein. In einer bevorzugten konstruktiven Lösung kann dies erreicht werden, in dem das zumindest eine Energiespeichermittel mehrere einzelne Speicher aufweist. Vorzugsweise kann von diesen einzelnen Speicher jeweils alleine oder in Kombination mit einem oder mehreren der anderen Speicher eine Kraft erzeugt werden, die für eine Erhöhung der Rückführkraft ausreichend ist.

Anstelle von Energiespeichermittel, die bei einer Auslenkung eine Positionierkraft zur Bildung einer Rückstellkraft aufbauen, können erfindungsgemäß auch andere Mittel verwendet werden, die Rückstellkräfte erzeugen. So liegt es beispielsweise im Rahmen der Erfindung, daß über Detektoren Auslenkungen festgestellt und mittels Aktoren entsprechende Rückstellbewegungen erzeugt werden, die vor Erreichen der Sollposition eine Krafterhöhung bewirken.

In einer weiteren zweckmäßigen konstruktiven Ausgestaltung der Erfindung kann die Rückstelleinheit eine Art Kugelgelenk aufweisen, um das sich das Auslenkmittel bei einer kollisionsbegründeten Auslenkung bewegen kann. Der eine Energiespeicher zur Krafterhöhung kann mit Vorteil im Bereich des Kugelgelenks angeordnet sein.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Eine in Bezug auf die Baugröße günstige Lösung läßt sich erreichen, wenn die Rückführeinrichtung auch Versorgungsmittel führt wie beispielsweise einen Schweißdraht und/oder Inertgas für MIG/MAG-Schweißungen. Als besonders vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn zumindest ein Teil der Versorgungsmittel durch eine Öffnung der Rückführeinrichtung vollständig durch die Rückführeinrichtung hindurchgeführt werden können. Eine zentrische Durchführung hat auch den Vorteil, daß die Versorgungsmittel bei einer Dreh- oder Auslenkbewegung einer Schweißbrennervorrichtung möglichst geringe mechanische Belastungen erfahren.

Zudem kann vorgesehen sein, dass die Ruckführeinrichtung ein Teil einer Stromübertragungseinrichtung ist, die wiederum zu einer an einem Schweißroboter anbringbaren Schweißbrennervorrichtung gehört, wie sie in der deutschen Patentanmeldung 103 54 880.7 der gleichen Anmelderin beschrieben ist. Der Inhalt dieser älteren deutschen Anmeldung wird hiermit durch Bezugnahme vollständig aufgenommen.

Eine solche Schweißbrennervorrichtung kann zu ihrer Befestigung am Schweißroboter einen Anschluß aufweisen. Der eigentliche Schweißbrenner wird an einer Halterung der Schweißbrennervorrichtung angebracht. Mittels einem elektrischen Anschluß ist ein Schweißstromkabel an der Schweißbrennervorrichtung elektrisch leitend befestigbar. Eine angetriebene rotatorische Bewegung des Schweißroboters ist von der Schweißbrennervorrichtung auf den Schweißbrenner übertragbar. Die Schweißbrennervorrichtung kann hierzu einen Stator aufweisen, der gegenüber einem Arm des Roboters zur drehfesten Anordnung vorgesehen ist, in Bezug auf einen schweißroboterseitigen Anschlußflansch jedoch relativ drehbar ist. Der Stator kann Bestandteil einer Durchführung sein, durch die zumindest der Schweißdraht in Richtung zum Schweißbrenner durchführbar ist. Die Halterung für den Schweißbrenner sowie der Anschluß können als Rotor ausgebildet, der relativ gegenüber dem Stator drehbar ist und die angetriebene Drehbewegung des Robotors auf den Schweißbrenner überträgt.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Die erfindungsgemäße Rückführeinrichtung kann vorzugsweise Bestandteil einer solchen Schweißbrennervorrichtung sein. Mit Vorteil ist sie zwischen dem Anschluß am Roboter und dem Schweißbrenner vorgesehen, wobei der Schweißbrenner an der Rückführeinrichtung befestigt sein kann. In die Rückführeinrichtung kann die Durchführung der Schweißbrennervorrichtung integriert sein. Hierdurch wird es möglich, die Versorgungsmittel vom Bereich des Anschlusses bis zum Schweißbrenner durch die Schweißbrennervorrichtung hindurchzuführen.

Die Rückführeinrichtung kann Bestandteil des Rotors sein. Zudem kann die Rückführeinrichtung auch in die Stromübertragungseinrichtung integriert sein, wodurch der Schweißstrom von der Rückführeinrichtung auf den Schweißbrenner übertragbar ist. Die Rückführeinrichtung sollte hierzu elektrisch leitende Mittel aufweisen.

In einer zweckmäßigen Weiterbildung kann zur Übertragung des Schweißstromes auf die Rückführeinrichtung eine Schleifkontakteinrichtung vorgesehen sein. Eine konstruktive günstige Lösung mit möglichst wenig Bauteilen läßt sich erzielen, wenn das Kugelgelenk der Rückführeinrichtung Bestandteil der Schleifkontakteinrichtung ist und der Strom auf das Kugelgelenk übertragen wird.

Die Rückführeinrichtung kann anstelle mit einem Schweißbrenner prinzipiell mit jedem anderen Manipulator, wie beispielsweise einem Werkzeug oder einem Greifer zum Einsatz kommen. Auch in solchen Anwendungsfällen kann die Rückführeinrichtung in den bei eine Kollision entstehenden Kollisionskraftfluß zwischen dem Manipulator und dem Anschluß eingefügt sein. Die Auslenkbarkeit des Auslenkmittels entkoppelt hierbei den Anschluß vom Kollisionskraftfluß. Außer einer Beschädigung des Manipulators selbst kann damit auch eine Beschädigung des Roboters vermieden werden.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der Beschreibung und der Zeichnung. Auch wenn Merkmale nur in abhängigen Ansprüchen oder im Zusammenhang mit anderen Merkmalen dargestellt

BESTÄTIGUNGSKOPIE

sind, so haben sämtliche Merkmale und Merkmalskombinationen auch selbständige Bedeutung.

Die Erfindung wird anhand eines in den Figuren rein schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert, es zeigen:

Fig. 1 einen Handhabungsautomaten, mit der die erfindungsgemäße Rückführeinrichtung zum Einsatz kommen kann,

Fig. 2 eine perspektische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schweißbrennervorrichtung mit einer darin integrierten Rückführeinrichtung;

Fig. 3 eine teilweise geschnittene Darstellung der Schweißbrennervorrichtung aus Fig. 2;

Fig. 4 eine Detaildarstellung der Schweißbrennervorrichtung aus Fig. 3;

Fig. 5 eine Schnittdarstellung der Schweißbrennervorrichtung aus Fig. 3;

Fig. 6 eine weitere Schnittdarstellung der Schweißbrennervorrichtung aus Fig. 3;

Fig. 7 die Schweißbrennervorrichtung aus Fig. 3 in einer Darstellung bei der ein Auslenkmittel ausgelenkt ist;

Fig. 8 ein Weg-Kraft-Diagramm einer Rückstelleinheit der Rückführeinrichtung.

Bei dem in den Fig. 1 gezeigten Knickarmroboter 1 handelt es sich um einen handelsüblichen Roboter, wie er in vielfacher Weise eingesetzt wird. Der Roboter weist ein Gestellteil 2 und einen daran angeordneten Arm 3 auf, der mit mehreren Gelenken 4 versehen ist. Das freie Ende 5 des Armes des Knickarmroboters ist

BESTÄTIGUNGSKOPIE

hierdurch in der Lage beliebige dreidimensional verlaufende Bewegungsbahnen abzufahren.

Am freien Ende 5 des Armes 3 ist der Roboter mit einem Anschlußflansch 6 versehen, der zur Aufnahme einer Schweißbrennervorrichtung 7 (Fig. 1) vorgesehen ist. Der Anschlußflansch 6 kann um eine Rotationsachse 8 und relativ zum letzten Glied des Armes 3 eine motorisch angetriebene Rotationsbewegung ausführen.

Die in den Figuren 2 bis 7 näher gezeigte Schweißbrennervorrichtung 7 hat einen Anschluß 9 und eine Halterung 10 (Fig. 3). Der Anschluß 9 ist dazu vorgesehen, die Schweißbrennervorrichtung mit dem Anschlußflansch 6 des Roboterarmes 3 lösbar, aber drehfest, zu verbinden. Die Halterung 10 dient hingegen zur Aufnahme eines Schweißbrenners 11 und zur nachfolgend noch näher erläuterten Übertragung des Schweißstromes auf den Schweißbrenner 11. Da die Halterung 10 in einer nachfolgend noch näher erläuterten Weise über den Anschluß 9 drehfest mit dem Rotationsbewegungen ausführenden Anschlußflansch 6 des Roboters verbindbar ist, werden die Halterung 10 und der Anschluß 9 auch gemeinsam als Rotor bezeichnet. Bezogen auf das letzte Glied des Roboterarmes 3, an dem der Anschlußflansch angebracht ist, ist der Rotor um die Rotationsachse 8 drehbar.

Ein gegenüber dem Rotor und dem letzten Glied des Roboterarmes 3 drehfester Stator weist eine in der Schweißbrennervorrichtung mittig (zentrisch) angeordnete rohrförmige Durchführung 14 auf, die eine zylindrische Ausnehmung 15 hat. Eine Längsachse 16 der Ausnehmung 15 fluchtet mit der Rotationsachse 8 des Anschlußflansches 6. Die Durchführung 14 erstreckt sich über die gesamte Länge der Schweißbrennervorrichtung. Das obere roboterseitige Ende der Durchführung 14 ist mit einem als elektrischer Anschluß dienenden, in den Figuren nicht erkennbaren, Außengewinde versehen, auf das ein Koaxialkabel 18 geschraubt werden kann. Zusätzlich zum Gewinde der Durchführung 14 können auch weitere Mittel zur Erzeugung einer elektrischen Verbindung zwischen einem in das Koaxialkabel 18 integrierten Schweißstromkabel und der Durchführung 14 vorgesehen sein. Bei einem solchen Koaxialkabel 18 kann das Schweißstromkabel koaxial um einen mittigen

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Kanal angeordnet sein. Der mittige Kanal kann dazu dienen einen nicht näher gezeigten Schweißdraht durch eine Vorschubbewegung dem Schweißbrenner 11 zuzuführen und ein Schutzgas zum Schweißbrenner fließen zu lassen.

Die Wand der Durchführung 14 dient somit in diesem Ausführungsbeispiel zur Übertragung des Schweißstroms. Etwa in der Mitte zwischen dem Anschluß 9 und dem Schweißbrenner 11 wird die Durchführung von einem im Querschnitt kreisrunden glockenförmigen Abschnitt 23 (Fig. 3 und Fig. 4) des Stators umgeben, der mit der Durchführung elektrisch leitend verbunden ist. Im Ausführungsbeispiel sind der glockenförmige Abschnitt 23 und die Durchführung 14 einstückig verbunden. Im wesentlichen innerhalb des glockenförmigen Abschnitts ist auf der Durchführung 14 eine Schleifkontakteinrichtung 24 angeordnet. Die Schleifkontakteinrichtung 24 weist ein näherungsweise hohlzylindrisches Kontaktteil 25 auf, das die Funktion eines Schleifteils inne hat. Das Kontaktteil 25 ist zum einen von mehreren parallel zur Längsachse 16 der Durchführung 14 wirkenden Druckfedern 27 kraftbelastet. Die Druckfedern 27 stützen sich am glockenförmigen Abschnitt 23 ab und drücken in einer Wirkrichtung, parallel zur Längserstreckung der Durchführung 14, auf den Kontaktteil 25, der an seinem unteren Ende eine konkave, gemäß einem Abschnitt einer Kugel geformte Kontakt- bzw. Schleiffläche 25' aufweist. Die Kontaktfläche 25' ist stromführend.

Der Kontakteil 25 setzt sich aus vier jeweils 90°-Schleifkontaktelementen 28 zusammen (Fig. 6), die einen Schleifring bilden und an ihren einander gegenüberliegenden radialen Begrenzungsflächen jeweils einseitig offene Taschen aufweisen. Da sich Öffnungen der taschenartigen Ausnehmungen unmittelbar gegenüber liegen, bilden jeweils zwei der Taschen eine im wesentlichen geschlossene Ausnehmung 29. In jeder der Ausnehmungen 29 ist jeweils eine Druckfeder 30 angeordnet. Die Wirkrichtungen von jeweils zwei radial gegenüberliegenden Druckfedern 30 verlaufen parallel zueinander, während die Wirkrichtungen von in Umfangsrichtung aufeinander folgender Druckfedern 30 senkrecht zueinander ausgerichtet sind. Die Druckfedern 30 bewirken, daß die Schleifkontaktelemente 28 an eine Innenfläche 33 des glockenförmigen Abschnitts 23

BESTÄTIGUNGSKOPIE

gedrückt werden. Damit kann der Strom vom Abschnitt 23 auf den Schleifring, d.h. die Schleifkontaktelemente 28, übertragen werden. Wie bereits erwähnt gibt der Schleifring wiederum den Schweißstrom an der Kontaktfläche 25' (Fig. 3) weiter. Als Werkstoff weisen die Schleifkontaktelemente einen guten elektrischen Leiter auf, beispielsweise Kupfer oder Kohle.

In Richtung zum Schweißbrenner 11 hin, befindet sich zwischen dem Anschluß 9 und dem Schweißbrenner 11 eine Rückführeinrichtung 40, deren Gehäuse 41 mit dem Rotor drehfest verbunden ist (Fig. 3 und Fig. 4). Die Rückführeinrichtung 40 weist hierzu einen Anschluß 42 auf. In anderen Ausführungsformen könnte das Gehäuse der Rückführeinrichtung auch direkt am Roboter befestigt sein. Aufgrund der Befestigung des Gehäuses 41 der Rückführeinrichtung 40 am drehbaren Rotor der Schweißbrennervorrichtung führt die Rückführeinrichtung 40 die vom Schweißbrenner 11 ausgeführten Rotationsbewegungen mit aus.

Innerhalb des Gehäuses 41 der Rückführungseinrichtung 40 ist ein in grober Näherung kugelförmiges Gelenkteil 43 angeordnet, das sich in einer kalottenförmigen Lagerschale 44 befindet. Das kugelförmige Gelenkteil 43 ist gegenüber der zum Rotor gehörenden Lagerschale um beliebige Schwenkachsen schwenkbar, die alle in einer horizontalen Ebene der Darstellung von Fig. 3 und 4 liegen. Bei diesen Schwenkbewegungen dient die Lagerschale 44 zur Abstützung des kugelförmigen Gelenkteils 43.

Das kugelförmige Gelenkteil 43 weist mehrere, beispielsweise drei, an seinem Umfang gleichmässig verteilte Stege 47 auf, die jeweils einem Stösselkopf 48 unmittelbar gegenüber liegen. Jeder der Stösselköpfe 48 befindet sich in Ausnehmungen 49, die in einem hohlzylindrischen Gehäuseinnenteil 50 eingebracht sind. Das Gehäuseinnenteil 50 umgibt im Bereich der Schleifkontakteinrichtung 24 die Durchführung 14 konzentrisch. Die Ausnehmungen 49 sind parallel zur Durchführung ausgerichtet und gleichmässig um die Durchführung verteilt. Zudem ist jeder der Stösselköpfe 48 mit einer in den Ausnehmungen angeordneten und jeweils als Druckfeder wirkenden Rückführfeder 51 versehen. Mittels durch die Rückführfedern

BESTÄTIGUNGSKOPIE

51 und in die Stösselköpfe 48 eingeschraubten Stellschrauben 52 kann eine Grundposition der Stösselköpfe 48 vorbestimmt werden, die diese einnehmen, wenn sie außer durch ihre Rückführfeder 51 nicht weiter belastet werden. Wird auf einen der Stösselköpfe 48 eine ausreichend große Kraft entgegen der Federkraft seiner Rückführfedern 51 aufgebracht, so wird die Schraube 52 hierdurch parallel zur Durchführung 14 in Richtung auf den Anschluß 9 verschoben.

Den Köpfen der Stellschrauben 52 liegen zwei ringförmige elektrische Leitungen 53 unmittelbar gegenüber, wobei die elektrische Leitungen 53 die Durchführung 14 konzentrisch umgeben. Von den beiden elektrischen Leitungen 53 gehen in nicht näher dargestellter Weise elektrische Schleifkontakte auf einen kreisförmigen Kontaktring 54, der ebenfalls konzentrisch zur Durchführung 14 angeordnet ist. Der Kontaktring 54 ist in drei 120° Segmente unterteilt, die mit geringem Abstand zueinander angeordnet sind. An jeder Stirnseite der Segmente, an denen ein Segment an jeweils ein anderes Segment angrenzt, ist eine halbkreisförmige Senkung eingebracht. Die Senkungen von aneinander grenzenden Segmenten ergeben somit eine jeweils trichterförmige Ausnehmung. Die Rückführfedern 51 drücken hierbei im nicht ausgelenkten Zustand der Rückführeinrichtung die Köpfe der Stellschrauben 52 in die jeweilige Senkung hinein. Hierdurch werden jeweils zwei Segmente des Kontaktrings 54 über die jeweilige Stellschraube 52 elektrisch leitend miteinander verbunden.

Wie insbesondere in Fig. 4 dargestellt ist, ist das kugelförmige Gelenkteil 43 mit einem oberen Abschnitt 43a in Kontakt mit dem Kontaktteil 25. Hierbei drückt das Kontaktteil 25 mit seiner Kontaktfläche 25' zur Stromübertragung gegen eine etwa einem Kugelabschnitt entsprechende Schleiffläche 43' des Gelenkteils 43. Letzteres kann zwei- oder mehrteilig gestaltet sein, insbesondere aus Fertigungs- und/oder Montagegründen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist das Gelenkteil vor allem deshalb mehrteilig ausgebildet, damit es im Bereich seiner Schleiffläche 43' mit einem geeigneten Werkstoff versehen sein kann, der trotz seiner guten elektrischen Leitfähigkeit widerstandsfähig gegen die durch den Schleifkontakt entstehenden abrasiven Belastungen ist. Das Kontaktteil 25 und das Gelenkteil 43 sind somit

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Bestandteil der Schleifkontakteinrichtung 24, mit der der Schweißstrom vom drehfesten Stator auf die drehbare Rückführeinrichtung übertragen wird. Zudem ist durch diese konstruktive Maßnahme die Schleiffläche 43' bei einem fortgeschrittenen Verschleiß hierdurch leicht austauschbar.

Im Bereich der (imaginären) Ebene der möglichen Schwenkachsen weist das Gelenkteil 43 mehrere Ausnehmungen 58 in Form von Sacklochbohrungen auf, deren Längserstreckung ebenfalls in etwa parallel zu der genannte Ebene ausgerichtet sind. Wie der Schnittdarstellung von Fig. 5 entnommen werden kann, sind die insgesamt fünf Bohrungen 58 in Bezug auf die Kugelform des Gelenkteils 43 radial ausgerichtet und gleichmäßig am Umgang des Gelenkteils 43 verteilt. In jeder dieser Ausnehmungen 58 ist eine Druckfeder 59 angeordnet, die ein als Kugel 60 ausgebildetes Rastelement aus der Ausnehmung heraus drückt.

In der Lagerschale 44 sind ebenfalls Ausnehmungen 61 eingebracht, wobei jeweils eine Ausnehmung 61 der Lagerschale 44 mit einer Ausnehmung 58 des Gelenkteils 43 fluchtet. Im nicht ausgelenkten Zustand der Rückführeinrichtung 40 drücken die Druckfedern 59 die Kugeln 60 gegen die Ausnehmungen 61 der Lagerschale 44. Da die Kugeln 60 größer sind als der Durchmesser der Ausnehmungen 61 bilden letztere eine Art Lagersitz für die Kugeln 60 aus. Die Rückführfedern 51 mit ihren Stösselköpfen 48 sowie und die Druckfedern 59 mit den Kugeln 60 sind Bestandteile einer Rückstelleinheit mit der beispielsweise der Schweißbrenner 11 bei einer Kollision wieder in seine Ausgangs- bzw.- Sollposition zurückgeführt werden kann, dem sogenannten Tool-Center-Point (TCP).

Das Gelenkteil 43 weist des Weiteren in Richtung auf den Schweißbrenner 11 einen mehrteiligen rohrförmigen Fortsatz 63 auf, der u.a. Bestandteil der Durchführung für die bereits erwähnten Schweißmedien ist. Der mehrteilige Fortsatz dient im wesentlichen zur Befestigung des Schweißbrenners 11, zur Durchführung der Versorgungsmittel und zur Weiterleitung des Schweißstroms an den Schweißbrenner. Da auch der Schweißbrenner hohlzylindrisch gestaltet ist, ergibt sich eine vom Anschluß bis zu einer Spitze des Schweißbrenners reichende durchgehende

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Durchführung 14. Im wesentlichen das Gelenkteil 43 und der rohrförmige Fortsatz 63 bilden hierbei einen Auslenkteil der Rückführeinrichtung.

Das Schutzgas kann über das Koaxialkabel 18 durch die Ausnehmung 15 der Durchführung 14 zum Schweißbrenner 11 strömen. Ein Schweißdraht kann auf dem gleichen Weg ebenfalls dem Schweißbrenner 11 zugeführt und jeweils nachgeschoben werden. Soweit es erforderlich ist, kann ein nicht dargestelltes Datenkabel in das Koaxialkabel 18 integriert sein oder über eine nicht dargestellte Bohrung in die Durchführung 14 eingebracht sein. Das Datenkabel kann beispielsweise u.a. als Signalkabel für die Rückführeinrichtung vorgesehen sein, mit der das von der Rückführeinrichtung generierte Notaus-Signal an eine Steuerung des Roboters gesandt wird.

Stößt der Schweißbrenner 11 gegen einen Gegenstand, so wird hierdurch aufgrund des zum Anschlußflansch gerichteten Kraftflusses ein Drehmoment um eine der möglichen Schwenkachsen des Gelenkteils 43 erzeugt. Unmittelbar zu Beginn der Kollision reicht das Drehmoment noch nicht aus, um die Kugeln 60 gegen die Druckkraft der Druckfedern 59 aus ihrem Sitz, d.h. den Ausnehmungen 61, zu drücken. Bewegt sich der Roboterarm weiter, wird die Kollision fortgesetzt wodurch auch das Drehmoment anwächst. Bei einem bestimmten Wert des Drehmoments übersteigt die hierdurch wirkende Kollisionskraft die Summe der Druckkräfte der Druckfedern 59. Die Kugeln werden somit aus ihren Sitzen herausgedrückt und die Federn 59 gestaucht. Es baut sich somit ein in den Federn 59 gespeichertes Energiepotential auf, das später als Positionierkraft genutzt werden kann.

Gleichzeitig drückt zumindest einer der Stege 47 auf seinen gegenüberliegenden Stösselkopf 48 und drückt diesen in seine Ausnehmung 49 hinein. Hierdurch wird die entsprechende Rückführfeder 51 des jeweiligen Stösselkopfs gestaucht. Die zumindest eine Rückführfeder 51, baut somit eine kontinuierlich ansteigende Rückführkraft auf. In Abhängigkeit der Federrate kann diese Rückführkraft linear oder auf andere stetige Weise ansteigen.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Der ansteigende Verlauf der Rückführkraft des Ausführungsbeispiels ist im Kraft-Weg Diagramm als Linie 65 der Fig. 8 gezeigt.

Im unausgelenkten Zustand sitzen die Köpfe der Stellschrauben 52 in den Senkungen des segmentierten Kontaktrings 54 und schließen hierdurch zwischen den Segmenten einen elektrischen Kontakt. Durch die beschriebene Auslenkung werden auch die Köpfe der Stellschrauben 52 in Richtung auf die elektrischen Leitungen 53 aus den Senkungen herausgehoben. Der elektrische Kontakt zwischen den Segmenten wird hierdurch unterbrochen. Dies wird wiederum über die elektrischen Leitungen 53 von einer nicht dargestellten Steuerung als „Notaussignal" detektiert, die sämtliche Antriebe des Roboters bzw. Manipulators sofort ausgeschaltet. Hierdurch kann eine weitere Auslenkung des Schweißbrenners und eine mögliche Beschädigung des Schweißbrenners 11 sowie des Roboters verhindert werden. Dieser Zustand ist in Fig. 7 gezeigt.

Der Roboter kann dann nachfolgend durch beispielsweise eine manuell gesteuerte Verfahrbewegung aus dem Kollisionszustand herausbewegt werden. Hierdurch werden der Schweißbrenner 11 und damit auch der Auslenkteil der Rückführeinrichtung frei bewegbar. Die zumindest eine ausgelenkte Rückführfeder 51 kann sich nun wieder entspannen. Die hierdurch frei werdende Rückstellkraft, die zunächst der nur durch eine oder mehrere Rückführfedern 51 erzeugten Rückführkraft entspricht, dreht das Gelenkteil von selbst in entgegengesetzter Drehrichtung in Richtung auf den TCP zurück. Die Kugeln 60 werden hierbei durch ihre Druckfedern 59 gegen die Innenflächen der Lagerschale 44 gedrückt und gleiten auf der Innenfläche in Richtung auf ihre jeweilige Ausnehmung 61. Die Kraft der zumindest einen wirksamen Feder 51 sollte größer sein als die Reibkräfte, welche die Kugeln 60 auf der Innenfläche der Lagerschale 44 erzeugen.

Mit Annäherung des Gelenkteils 43 an seine Ausgangs- bzw. Sollposition nimmt die Rückführkraft zunächst kontinuierlich ab. Sobald jedoch die Kugeln an den Rand der Ausnehmungen 61 gelangen, beginnen die Federkräfte der Druckfedern 59 die Kugeln in die Ausnehmungen 61 zurück zu drücken.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Die hierdurch frei werdenden Positionierkräfte addieren sich zu den Kräften der Rückführfedern 51 zu einer (Gesamt-)Rückstellkraft. Diese steigt bei Erreichen der Kugeln an den Ausnehmungen 61 - und damit dem Beginn der Entspannung der Druckfedern 59 - zunächst schlagartig an (Bezugszeichen 66 in Fig. 8). Bewegen sich die Kugeln von selbst dann auf ihre Endposition in den Ausnehmungen zu, nimmt die Rückstellkraft kontinuierlich bis zu einem bestimmten, von Null abweichenden Wert, ab (Bezugszeichen 67). In Abhängigkeit von der geometrischen Gestaltung des Randes der Ausnehmungen 61 und der Form der Rastelemente (Kugeln 60) kann der Verlauf der Abnahme der (Gesamt-)Rückstellkraft vor Erreichen der Sollposition auch von dem in Fig. 8 gezeigten progressiven Verlauf abweichen. Es sind auch lineare oder degressive Verläufe oder Mischformen hiervon möglich. Unabhängig vom jeweils konkreten Verlauf bewirkt die Erhöhung zur Rückstellkraft kurz vor Erreichen der Sollposition des Schweißbrenners eine besonders genaue und stets reproduzierbare Rückführung in die vorbestimmte Sollposition.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Bezugszeichenliste

1	Knickarmroboter
2	Gestellteil
3	Arm
4	Gelenk
5	freies Ende
6	Anschlußflansch
7	Schweißbrennervorrichtung
8	Rotationsachse
9	Anschluß
10	Halterung
11	Schweißbrenner
14	Durchführung
15	zylindrische Ausnehmung
16	Längsachse
18	Koaxialkabel
23	glockenförmiger Abschnitt
24	Schleifkontakteinrichtung
25	hohlzylindrisches Kontaktteil
25'	Kontaktfläche
26	Schleiffring
27	Druckfeder
28	Schleifkontaktelementen
29	Ausnehmung
30	Druckfeder
33	Innenfläche
34	Schleiffläche
40	Rückführeinrichtung
41	Gehäuse
42	Anschluß
43	kugelförmiges Gelenkteil
43a	oberer Abschnitt
43'	Schleiffläche
44	Lagerschale
47	Steg
48	Stösselköpf
49	Ausnehmung
50	Gehäuseinnenteil
51	Rückführfeder
52	Stellschrauben
53	Leitung
54	Kontaktring
58	Ausnehmung
59	Druckfeder
60	Kugel
61	Ausnehmung
63	Fortsatz
65	Linie
66	Anstieg
67	Anteil Positionierkraft

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Patentansprüche

1. Rückführeinrichtung für einen Handhabungsautomaten, mit der ein am Handhabungsautomaten angeordnetes Werkzeug, insbesondere ein Schweißwerkzeug, bei Kollision des Werkzeuges mit einem Kollisionsobjekt in seine relative Ausgangsposition gegenüber einer Sollposition, insbesondere einem Referenzpunkt, des Handhabungsautomaten rückholbar ist, wobei die Rückführeinrichtung

   a) mit einem Anschluß (9), zur Einfügung der Rückführeinrichtung in den bei einer Kollision entstehenden Kraftfluß vom Werkzeug in Richtung zu einer Aufnahme des Handhabungsautomaten, versehen ist,

   b) ein Auslenkmittel aufweist, das mit einem Werkzeug wirkverbindbar ist und bei einer Kollision eine Auslenkung erfährt, und

   c) eine Rückstelleinheit aufweist, zur automatischen Rückführung des Werkzeuges entlang eines Rückführweges von einer aufgrund einer Kollision erreichten Auslenkstelle in eine vorgegebene Sollposition, insbesondere in den Referenzpunkt, wobei die Rückstelleinheit bei einer Auslenkung eine Rückführkraft aufbaut,

   dadurch gekennzeichnet, daß

   die Rückstelleinheit eine Weg-Kraft-Kennlinie aufweist, die bei der Rückführung des Auslenkmittels entlang des Rückführweges vor Erreichen der Sollposition eine Erhöhung der Rückführkraft zu einer Rückstellkraft bewirkt.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

2. Rückführeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführeinrichtung mit einem Energiespeichermittel versehen ist, mittels dem während einer Auslenkung des Auslenkmittels ein Energiepotential zur Erzeugung der Rückstellkraft aufbaubar ist.

3. Rückführeinrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch zumindest zwei Energiespeichermittel, wobei im ersten Energiespeichermittel eine erste Energiemenge zur Erzeugung einer Rückführkraft und im zweiten Energiespeichermittel eine zweite Energiemenge zur Erzeugung einer zusätzlich zur Rückführkraft wirkenden Positionierkraft speicherbar ist.

4. Rückführeinrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch eine konstruktive Gestaltung der Rückführeinrichtung, bei der die Rückführkraft und die Positionierkraft zu einer Rückstellkraft addierbar sind, wodurch die Rückstellkraft vor Erreichen der Sollposition größer ist als die Rückführkraft.

5. Rückführeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eines der Energiespeichermittel zumindest ein elastisches Element aufweist.

6. Rückführeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß beide Energiespeichermittel jeweils mit zumindest einem elastischen Element versehen sind, wobei die Wirkrichtungen der zumindest zwei elastischen Elemente voneinander abweichen.

7. Rückführeinrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Rückführweg zunächst eine Abnahme des Betrags der Rückführkraft und erst danach vor, vorzugsweise unmittelbar vor, Erreichen der Sollposition die Erhöhung zur Rückstellkraft erfolgt.

8. Rückführeinrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet, durch eine kugelgelenkartige Anlenkung des Auslenkmittels.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

9. Rückführeinrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Rückführkraft zur Rückstellkraft kraftbelastete Rastelemente vorgesehen sind.

10. Rückführeinrichtung nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückführkraft von der Größe der Auslenkung des Auslenkmittels abhängig ist.

11. Rückführeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Durchführung, durch die Versorgungsmittel für das Werkzeug und/oder Leitungsmittel durchführbar sind.

12. Rückführeinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Halterung zur Befestigung des Werkzeugs an der Rückführeinrichtung.

13. Manipulatoreinrichtung zur Anbringung an einen Handhabungsautomaten, mit der eine Bearbeitung, eine Handhabung oder dergleichen an oder mit einem Werkstück ausführbar ist, umfassend

- einen Anschluß, mit dem die Manipulatoreinrichtung an einem Handhabungsautomaten lösbar befestigbar ist,

- einen Manipulator, der an einer Halterung anbringbar ist und zur Ausführung der Bearbeitung, der Handhabung oder dergleichen vorgesehen ist, sowie

- eine Rückführeinrichtung, mit der der Manipulator nach einer Auslenkung aufgrund einer Kollision in eine Sollposition zurückführbar ist, **gekennzeichnet** durch

- eine Rückführeinrichtung gemäß zumindest einem der vorhergehenden Ansprüchen 1 bis 12.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

14. Manipulatoreinrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Manipulator an der Rückführeinrichtung befestigbar ist, wodurch sich die Rückführeinrichtung in Bezug auf den Verlauf einer Kollisionskraft zwischen dem Anschluß und dem Manipulator befindet.

15. Manipulatoreinrichtung nach einem oder beiden der vorhergehenden Ansprüche 13 oder 14, gekennzeichnet durch eine Durchführung für Versorgungsmittel des Manipulators, wobei die Durchführung auch durch die Rückführeinrichtung verläuft.

16. Manipulatoreinrichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüchen 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Manipulator ein Schweißbrenner ist.

17. Schweißbrennervorrichtung zur Ausführung von insbesondere MIG/MAG-Schweißungen unter Verwendung eines Handhabungsautomaten, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- einen Anschluß, mit dem die Schweißbrennervorrichtung an einem Handhabungsautomaten befestigbar ist,

- einen elektrischen Anschluß für ein Schweißstromkabel, mittels dem eine Handhabungsautomatenseite der Schweißbrennervorrichtung mit einer Schweißstromquelle elektrisch verbindbar ist,

- eine Stromübertragungseinrichtung, über die das Schweißstromkabel mit einer Schweißbrennerseite der Schweißbrennervorrichtung elektrisch verbindbar ist,

- eine Halterung für Schweißbrenner und zur Übertragung von angetriebenen rotatorischen Bewegungen auf den Schweißbrenner, wobei

BESTÄTIGUNGSKOPIE

- die Stromübertragungseinrichtung einen Stator aufweist, der gegenüber dem Roboterarm zur drehfesten Anordnung vorgesehen ist, in Bezug auf den schweißroboterseitigen Anschlußflansch jedoch relativ drehbar ist, der Stator mit einer Durchführung versehen ist, durch die zumindest der Schweißdraht in Richtung zum Schweißbrenner durchführbar ist, und daß der Anschluß (9) und die Halterung (10) als Rotor ausgebildet sind, die relativ gegenüber dem Stator rotierbar sind, wobei die Halterung (10) und/oder der Anschluß (9) mittels einer elektrischen Kontakteinrichtung (24) mit dem Stator elektrisch leitend verbindbar ist.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

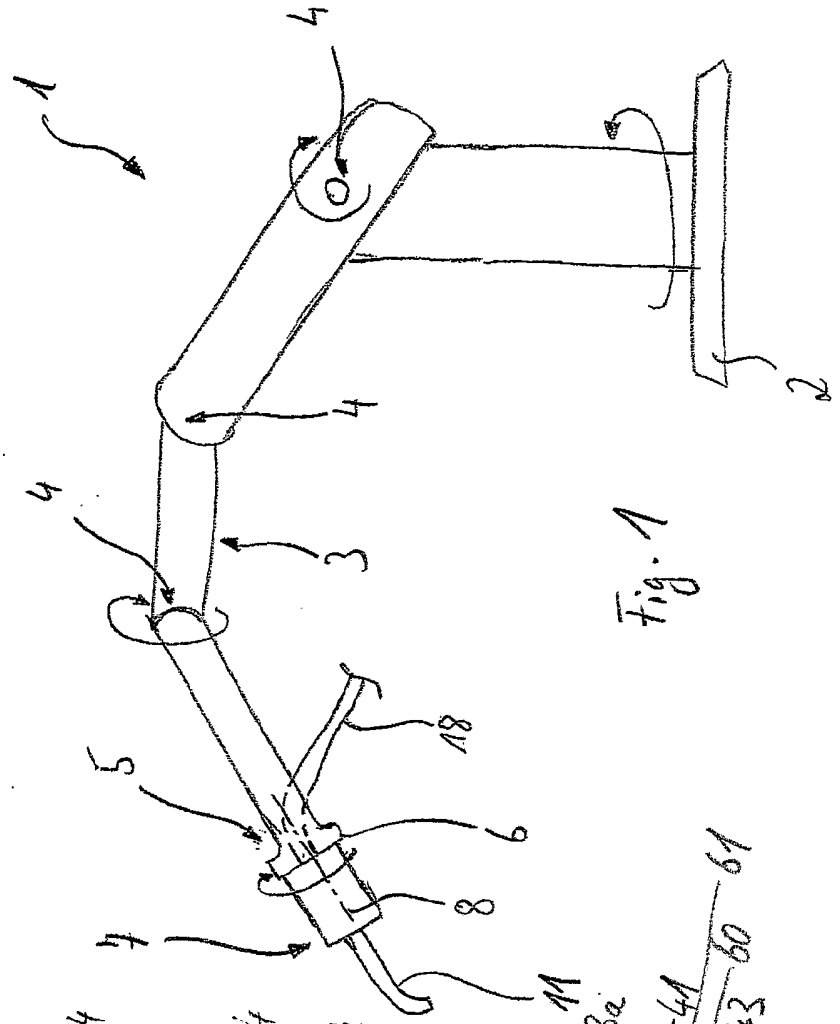


Fig. 1

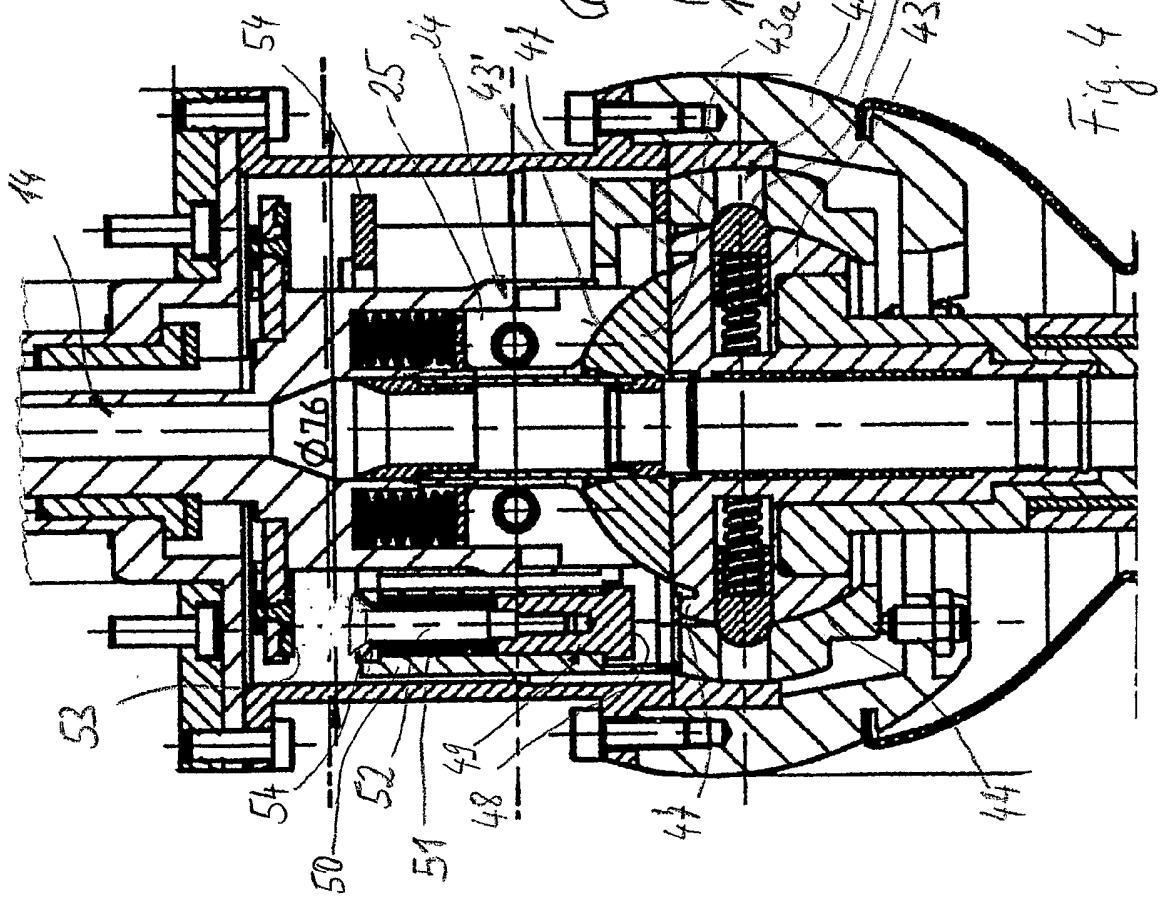


Fig. 4

BESTÄTIGUNGSKOPIE

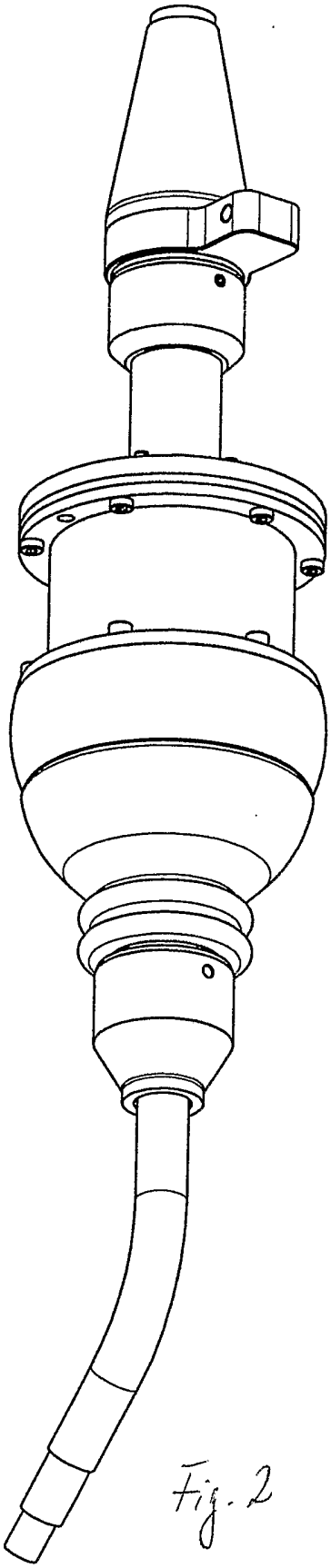


Fig. 2

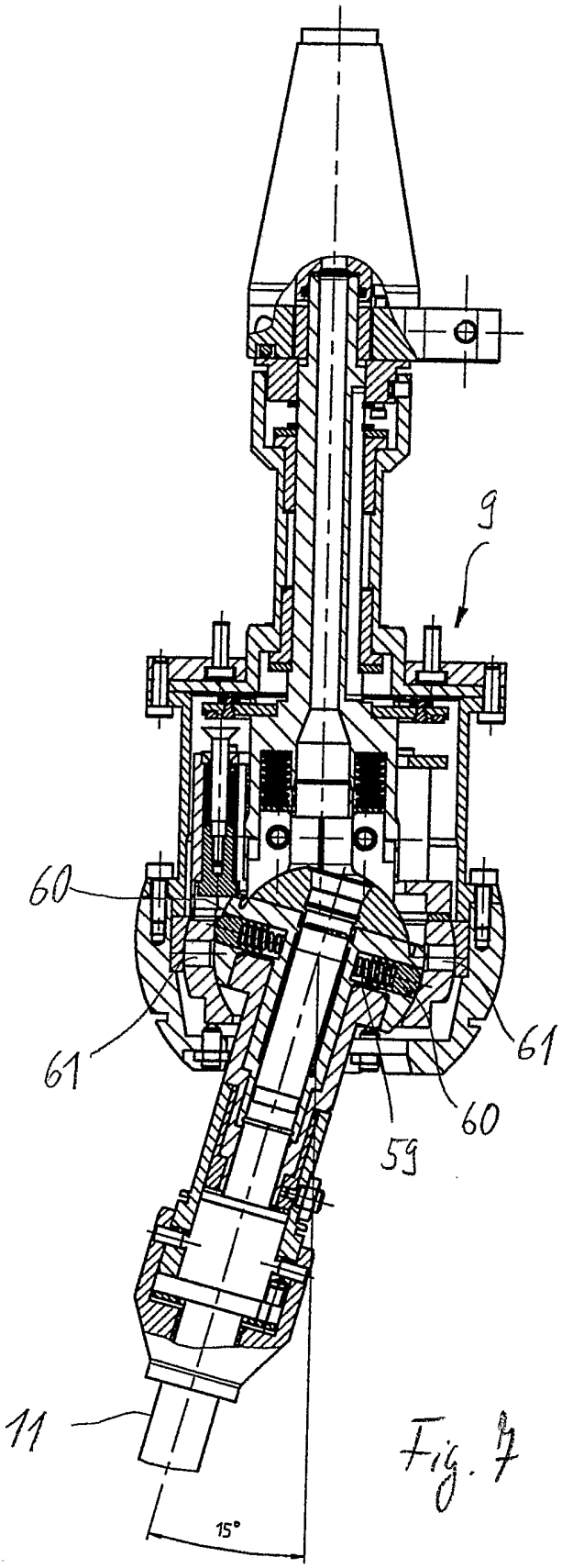


Fig. 7

BESTÄTIGUNGSKOPIE

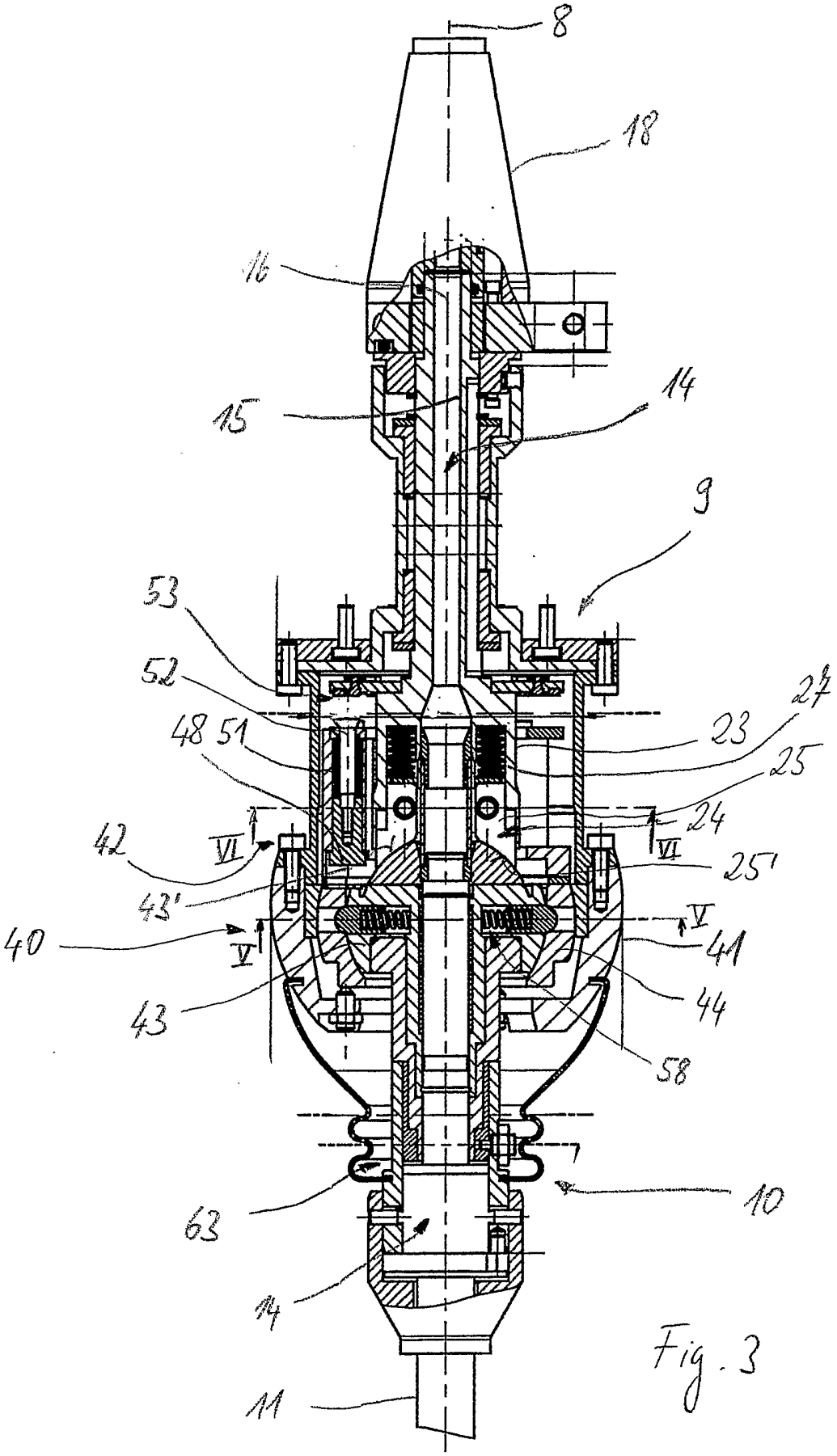


Fig. 3

BESTÄTIGUNGSKOPIE

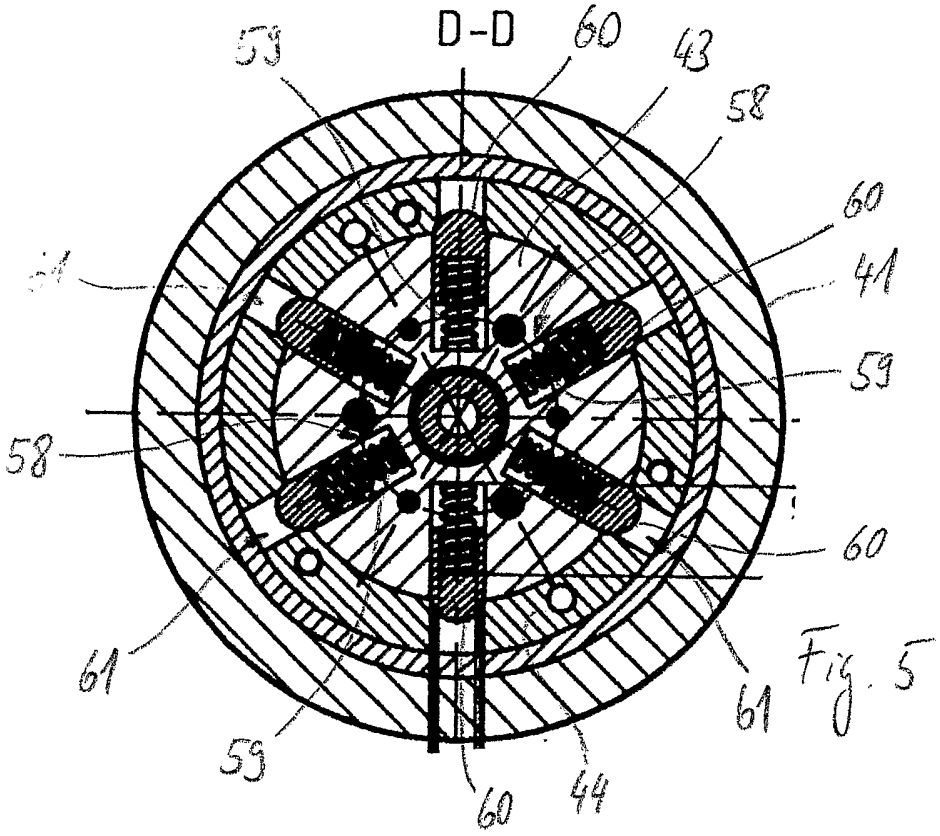

D-D
59
60
43
58
60
41
59
58
60
61
61
59
60
44

Fig. 5

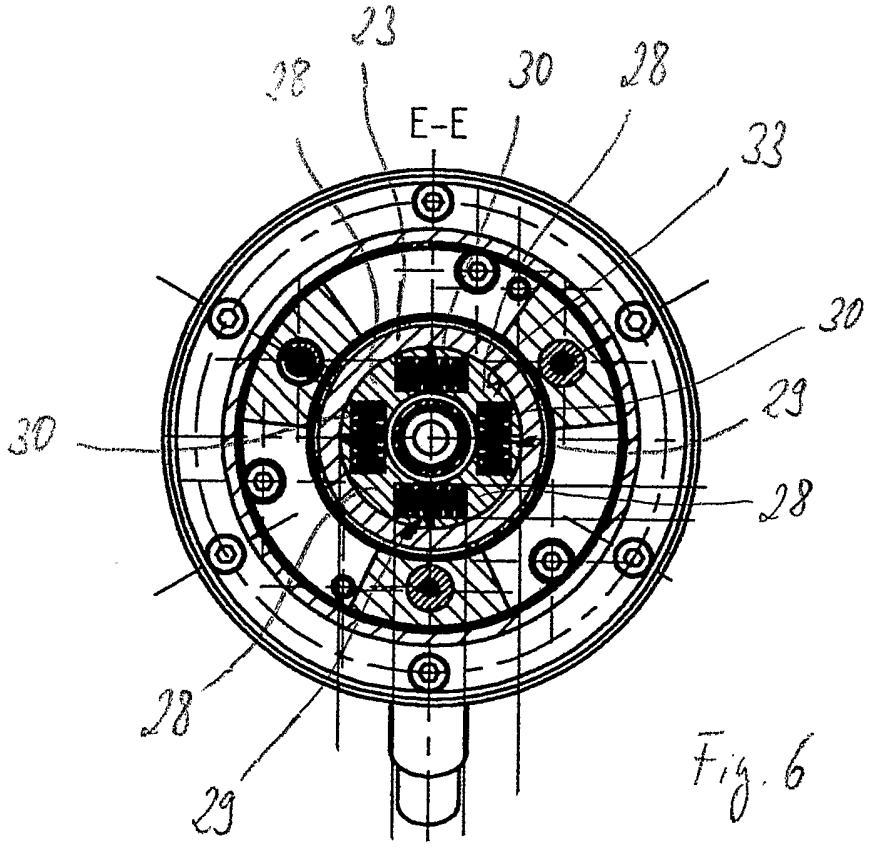

23
28
30
28
E-E
33
30
29
30
28
28
29

Fig. 6

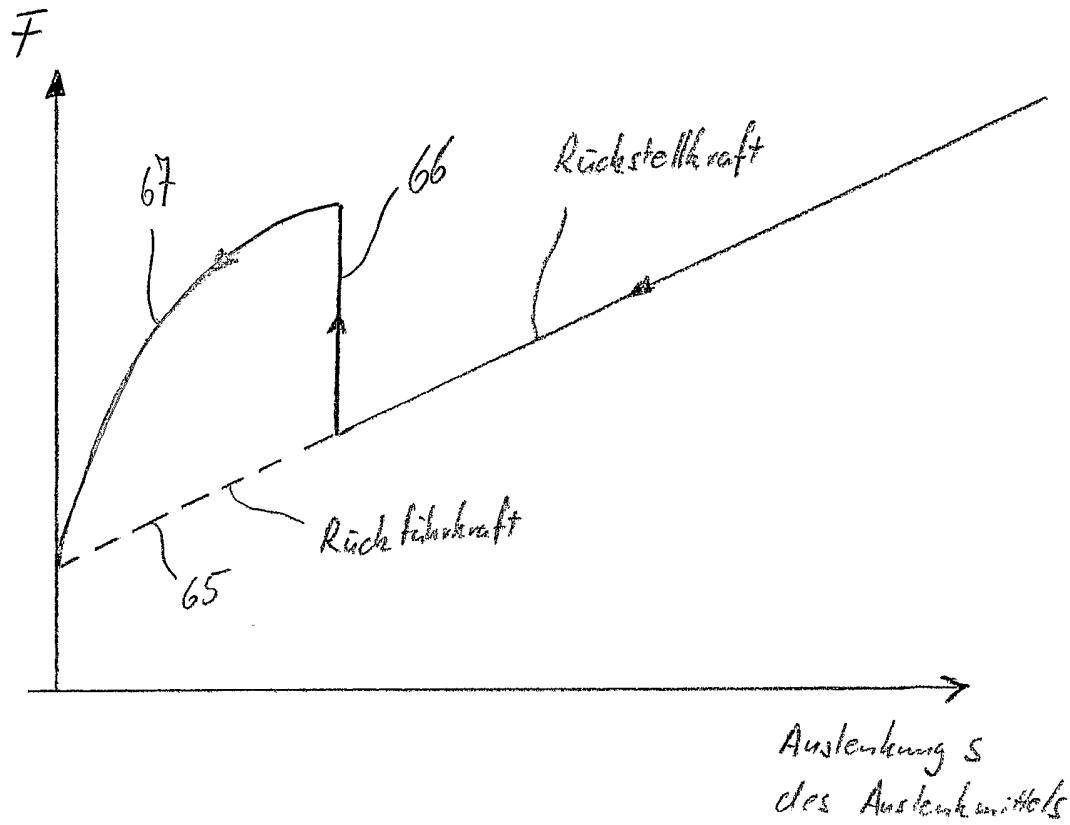


Fig. 8

BESTÄTIGUNGSKOPIE