

PATENTSCHRIFT 150111

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Patentbibliothek
des AfEP

Int. Cl.³

(11) 150 111 (44) 12.08.81 3(51) G 01 B 5/03
(21) WP G 01 B / 220 263 (22) 08.04.80

(71) siehe (72)

(72) Klawun, Steffen; Löbel, Jürgen; Söllner, Bernt, Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

(74) VEB Carl Zeiss Jena, Büro für Schutzrechte, 6900 Jena,
Carl-Zeiss-Straße 1

(54) Einrichtung zur Weg-Kraft-Koordinierung an Antastsystemen

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Weg-Kraft-Koordinierung an Antastsystemen für Tastköpfe an Koordinatenmeßgeräten mit dem Ziel, auftretende Störquellen auszuschalten und die Meßgenauigkeit zu erhöhen. Die Aufgabe besteht darin, die Meßkraft am Taster in Betrag und Richtung programmierbar zu machen und über den Bereich der Tasterauslenkung konstant zu halten. Es sollen eine programmierbare Vorauslenkung des Tasters und eine programmierbare Dämpfung der Führungssysteme erreicht werden. Die Erfindung ist gekennzeichnet durch einen Steuerkreis, bei welchem Einstellmittel für den Sollwert der Meßkraft vorgesehen sind, oder durch einen Regelkreis mit Einstellmitteln für die Lage einer Tasteraufnahme. Die Einstellmittel sind über eine Stromquelle mit einem DC-Linearmotor verbunden. Im Tastkopf ist ein Wegmeßsystem und eine Regelstrecke und Regler vorhanden, durch welche die Weg- und Meßkraft-Sollwerte entsprechend den jeweiligen Antastbedingungen korrigiert werden. Eine dynamische Dämpfung des gesamten Systems ist erreichbar. - Fig.1 -

16 Seiten



**Titel: Einrichtung zur Weg-Kraft-Koordinierung an
Antastsystemen**

Anwendungsgebiet der Erfindung:

- Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Weg-Kraft-Koordinierung an Antastsystemen, insbesondere für die Meßkraftsteuerung für Tastköpfe an Koordinatenmeßgeräte.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen:

- Bekanntlich stellt das Antastsystem bei Koordinatenmeßgeräten die notwendige Beziehung zwischen Meßobjekt und Meßgerät her und beeinflusst deshalb in hohem Maße die Genauigkeit und Schnelligkeit der Messungen. Wesentlich für genaue Messung mit derartigen Meßgeräten ist bei Verwendung von Tastköpfen zur Objektantastung die Weg-Kraft-Beziehung der das Meßobjekt unmittelbar antastenden Taster und die Art der Übernahme der Meßwerte der Meßsysteme in einer definierten Stellung des Tasters in Bezug auf das Antastsystem. So sind, insbesondere bei Dreikoordinaten-Meßgeräten, Vor- und Nachlauftastsysteme und -taster bekannt.

- Bei den Vorlauftastern wird der Taster in Richtung zum Meßobjekt hin vorausgelenkt, und es erfolgt die Übernahme der Meßwerte der Meßsysteme in der Nulllage des Tasters, d. h. wenn der Taster infolge Objektberührung in die Nulllage zurückgedrückt wird. Ein solcher Tastkopf ist in der DD-PS 92.567 beschrieben, welcher mit mehreren Tastern versehen ist, von denen jeder in mindestens zwei Koordi-

natenrichtungen auslenkbar ist. Diese Taster sind mit einer vorgebbaren Meßkraft vorausgelenkt. Dieser Tastkopf besitzt Induktionsspulen für jede Meßrichtung zur Erzeugung der Meßkraft und die Rastung der Taster in einer Mittelstellung, wobei diese Spulen über mechanische Mittel mit einem die Taster tragenden Bügel verbunden sind. Durch vorgesehene Wandler werden nach dem Anlegen der Taster an das Meßobjekt von der Entfernung desselben zur Mittelstellung der Taster abhängige Steuersignale erzeugt, mit deren Hilfe der Bremsvorgang des Tastkopfes steuerbar ist. Beim Erreichen der Mittelstellung der Taster wird ein Meßwert, analoger Positionswert, an vorhandenen Meßsystemen abgenommen.

Bei diesem Tastkopf erfolgt eine Rastung bzw. Entrastung eines kardanisch gelagerten Kippsystems durch Hubmagnete und Rasthebel. Über komplizierte Umlenkgetriebe und Federsysteme, die mit der erforderlichen Genauigkeit schwer herstellbar sind, erfolgen die Rastung und die Meßkraft-erzeugung. Solch ein System ist für jede Koordinate vorgesehen, und es erfordert einen großen technischen Aufwand und ist außerdem störanfällig.

In dem DE-GM 7.231.877 ist ein Tastkopf beschrieben, welcher aus einer torsionssteifen Aneinanderreihung von spiel- und reibungsfreien Federgeradföhrungen besteht, die ein räumliches Koordinatensystem bilden. Desweiteren sind elektrische Signalgeber für jede Koordinate sowie feinverstellbare Präzisionsgesperre und Mittel zur definierten Meßkraftvorgabe vorgesehen. Um definierte Meßkräfte zu erzeugen, sind elektronisch gesteuerte Tauchspulen vorgesehen, deren Bewegungen über Übertragungselemente auf die

Tasteraufnahme übertragen werden. Zum Halten der Tasteraufnahme und damit der Taster in einer definierten Nulllage ist ein Rastgesperre, bestehend aus einem mit einer V-Nut versehenen Rastkörper und einer Rastkugel. Diese Rastgesperre sind zwecks übereinstimmender Einstellung der Taster sowohl auf den mechanisch-geometrischen als auch auf den elektrischen Nullpunkt. Dazu werden Signale vorhandener induktiver Meßwertgeber zur motorischen Nachstellung der Raststellung mit einem Elektromotor herangezogen.

Auch bei diesem Tastkopf ist der mechanische und elektrische Aufwand groß, und durch die große Zahl miteinander verbundener, zusammenwirkender Teile zur Erzeugung der Meßkraft und zur Verwirklichung einer genauen Rastung der Tasteraufnahme für alle Koordinaten sind Störquellen vorhanden, die die Meßunsicherheit des Tastkopfes heraufsetzen. Da die Federgeradföhrungen ein schwingungsfähiges System darstellen, sind weiterhin für jede Föhrung Dämpfungselemente vorzusehen, um unerwünschte Schwingungen allseitig zu verhindern. Im bekannten Tastkopf sind hierzu viskosehydraulische Elemente vorgesehen.

Bei weiteren bekannten Tasteinrichtungen (DE-AS 2.356.030 und DE-AS 2.347.633) erfolgt die Halterung (Fesselung) der Taster in einer Nulllage mittels Nuten und Federn. Desweiteren sind mechanische Elemente zur Meßkraftherzeugung vorgesehen. Bei der Antastung des Meßobjektes erfolgt eine Stromkreisunterbrechung, wodurch ein Einzelimpuls für eine automatische Schalteinrichtung zur Abnahme der Meßwerte ausgelöst wird.

Nachteil aller dieser Tastköpfe ist der große Aufwand, der zur Realisierung einer hohen Reproduzierbarkeit und Vorwählbarkeit der Meßkraft notwendig ist. So sind z. B. Rastsysteme und Systeme zur Meßkraftherzeugung für jede
5 Koordinate erforderlich. Außerdem treten Meßkraftschwankungen infolge von Störkräften, die durch die Führungssysteme hervorgerufen werden, auf. Die Schwankung der Meßkraft hat eine unterschiedliche Deformation an den Tastern und am Meßobjekt zur Folge, welche als Meßfehler
10 in die Meßergebnisse eingehen.

Ziel der Erfindung:

Es ist Zweck der Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zu beseitigen und auftretende Störquellen an Antastsystemen auszuschalten und damit die Genauigkeit der
15 mit Tastköpfen ausgeführten Messungen zu erhöhen.

Darlegung des Wesens der Erfindung:

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, bei Antastsystemen, insbesondere in Tastköpfen, die Meßkraft in Betrag und Richtung programmierbar zu machen und, sowohl
20 zeitlich als auch über den gesamten Bereich der Tasterauslenkung konstant zu halten, eine programmierbare, vor Störkräften unabhängige Vorauslenkung der Taster zu erzielen und eine programmierbare Dämpfung der Führungssysteme zu erreichen.

25 Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei einer Einrichtung zur Weg-Kraft-Koordinierung an Antastsystemen gelöst durch einen Steuerkreis, bei welchem Einstellmittel für den Sollwert der Meßkraft vorgesehen sind, oder durch einen Regelkreis mit Einstellmitteln für die Lage der
30 Tasteraufnahme, wobei diese Einstellmittel über eine

spannungsgesteuerte Stromquelle mit einem an sich bekannten DC-Linearmotor verbunden sind, bei welchem das im Tastkopf angeordnete Wegmeßsystem einerseits über einen Weg-Kraft-Wandler oder über eine im oder am Tastkopf angeordneten Bauteile gebildete und beeinflusste Regelstrecke mit dem Ausgang des DC-Linearmotors und andererseits über Verstärker, PID-Regler und/oder Geschwindigkeitsinformationen verarbeitende Glieder mit dem Eingang der spannungsgesteuerten Stromquelle verbunden ist.

- 10 Zur Erzielung einer konstanten Meßkraft für die Tasteraufnahme mit dem Taster ist ein Steuerkreis, bestehend aus der spannungsgesteuerten Stromquelle, dem DC-Linearmotor, dem Weg-Kraft-Wandler, dem Störinformationen liefernden Wegmeßsystem und einem Regelverstärker, vorgesehen ist,
15 wobei ^{ein} Einstellmittel für den Sollwert der Meßkraft über die spannungsgesteuerte Stromquelle mit dem DC-Linearmotor verbunden ist, dessen Ausgang mit dem die Störgröße erzeugenden Weg-Kraft-Wandler verbunden ist, und wobei das Wegmeßsystem über den Regelverstärker mit der Strom-
20 quelle elektrisch gekoppelt ist.

- Zur Erzielung einer definierten Auslenkung und Arretierung der Tasteraufnahme mit dem Taster ist ein Regelkreis vorgesehen, der aus der spannungsgesteuerten Stromquelle, dem DC-Linearmotor, der Regelstrecke, dem Wegmeßsystem und einem PID-Regler besteht, wobei ein Einstellmittel für den Lagesollwert über den PID-Regler mit der Strom-
25 quelle verbunden ist, an deren Ausgang der DC-Linearmotor liegt, und daß die Regelstrecke einerseits mit dem Ausgang des DC-Linearmotors und andererseits mit dem Wegmeß-
30 system verbunden ist, welches mit dem PID-Regler gekoppelt ist.

- Zur Erzielung einer dynamischen Dämpfung für die Tasteraufnahme mit dem Taster ist anstelle des PID-Reglers ein Geschwindigkeitsinformationen verarbeitendes Glied, vorzugsweise ein D-Regler, vorgesehen. Es ist ein Vorteil der Erfindung, daß bei Antastsystemen, insbesondere für Koordinatenmeßgeräte der gerätetechnische Aufwand zur Realisierung einer hohen Reproduzierbarkeit der Meßkraft, einer zuverlässigen Rastung der Tasteraufnahme mit dem daran angeordneten Taster und einer Dämpfung des gesamten Systems wesentlich verringert wird. Desweiteren ist eine Steuerung der Meßkraft und des Dämpfungsverhaltens in Abhängigkeit von den Antastbedingungen am Meßobjekt und von den Betriebsarten des gesamten Systems, z. B. Scanning-Betrieb, mit geringem Aufwand erzielbar.
- Es ist ferner möglich, eine exakte Lage des Tasters mittels "Fesselung" desselben im Sinne einer Rast, einzustellen und jederzeit auf den Sollwert zu korrigieren. Der entscheidende Vorteil gegenüber den bekannten, bei Antastsystemen angewendeten mechanischen Rasten liegt darin, daß bei Sollkraftüberschreitung bei der Antastung des Meßobjektes Steuersignale gewonnen werden können, die eine Lageregelung der Tasteraufnahme und ein evtl. notwendiges Ausweichen derselben ermöglichen, oder den Vor-schub des Antastsystems in Richtung zum Meßobjekt hin unterbrechen.

Ausführungsbeispiel:

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen

- Fig. 1 schematisch den Aufbau des Antastsystems,
 Fig. 2 das Blockschaltbild des Steuerkreises für die Meßkraftherzeugung

Fig. 3 das Blockschaltbild des Regelkreises für
die Lagefesselung und

Fig. 4 das Blockschaltbild des Regelkreises für
die Dämpfung

- 5 Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Antastsystem für
Tastköpfe umfaßt eine in einem Gehäuse 1 des Tastkopfes
z. B. in Blattfedern 2 und 3 verschiebbar angeordnete
Tasteraufnahme 4, in welcher ein Taster 5 zur Antastung
des Meßobjektes eingesetzt ist. Am Gehäuse 1 ist ein
10 Anker 6 angeordnet, der in eine, mit der Tasteraufnahme 4
verbundene und mit dieser bewegbare Tauchspule 7 ein-
greift. Anker 6 und Tauchspule 7 stellen einen DC-Linear-
motor dar und übernehmen dessen Funktion. Zur Ermittlung
der Relativverschiebung von Tasteraufnahme 4 und Taster 5
15 und Gehäuse 1 ist vorteilhafterweise ein internes Meß-
system 8, bestehend aus Kern 9 und Spule 10, am Tastkopf
vorgesehen. Als Meßsystem kann beispielsweise ein Diffe-
rentialtrafo angewendet werden.

- 20 Zur Veranschaulichung der Wirkungsweise der erfindungsge-
mäßigen Einrichtung sind den einzelnen Bauteilen des Tast-
kopfes nach Fig. 1 in den Figuren 2 bis 4 Blöcke 11, 12,
13, 14 im Blockschaltbild zugeordnet. So ist der Block 11
dem DC-Linearmotor, der aus Anker 6 und Tauchspule 7 be-
steht, Block 12 dem Weg-Kraft-Wandler, Block 13 der Regel-
25 strecke, Block 14 dem internen Wegmeßsystem 8. Bei der
Erläuterung zu den Figuren 2 bis 4 werden deshalb die
Bezugszeichen der einzelnen Blöcke für die entsprechen-
den Bauteile des Tastkopfes verwendet. In Fig. 1 ist die
Zuordnung durch gestrichelte Linien kenntlich gemacht.

Das in Fig. 2 dargestellte Blockschaltbild zeigt den Steuerkreis mit Störgrößenaufschaltung für die Meßkraft und deren Konstanthaltung, welcher aus einer spannungsgesteuerten Stromquelle 15 für die Spule 10 des DC-Linearmotors 11, dem DC-Linearmotor 11, dem Weg-Kraft-Wandler 12 und einem Regelverstärker 16 besteht. Es ist ferner ein Einstellmittel 17 für den Sollwert der Meßkraft vorgesehen, das über die Stromquelle 15 mit dem DC-Linearmotor 11 verbunden ist. Das interne Wegmeßsystem 14, welches wegproportionale Signale entsprechend der Auslenkung der Tasteraufnahme 4 mit dem Taster 5 erzeugt, ist über den Regelverstärker 16 mit der Stromquelle 15 elektrisch gekoppelt.

Der Sollwert der programmierten Meßkraft wird durch das Einstellmittel 17 über die spannungsgesteuerte Stromquelle 15 und den DC-Linearmotor 11 durch einen vorgeählten Spannungswert (Sollwert) programmiert. Eine Störgrößenaufschaltung erfolgt dann, wenn durch besondere Antastverhältnisse bei der Antastung des Meßobjektes durch den Taster 5 eine zusätzliche, durch Störkräfte bedingte Auslenkung ΔS der in den Blattfedern 2 und 3 gelagerten Tasteraufnahme 4 entsteht und damit das Meßsystem 14 (bzw. 8) an den Regelverstärker 16 eine Spannung liefert, welche dieser so bewertet, daß die Beeinflussung des Sollwertes genau den Einfluß der Störkräfte kompensiert, welche über den Weg-Kraftwandler 12 an den Ausgang des DC-Linearmotors 11 gegeben werden. Die dem Einfluß der Störkräfte entsprechende Ausgangsspannung des Verstärkers 16 wird vorzeichenbehaftet der spannungsgesteuerten Stromquelle 15 zugeschaltet, wodurch

der Sollwert der programmierten Meßkraft so korrigiert wird, daß während des gesamten Meßvorganges eine konstante resultierende Meßkraft F_{res} als Ergebnis zur Verfügung steht. Bei $\Delta S = 0$ ist demzufolge der Sollwert der programmierten Meßkraft gleich der resultierenden Meßkraft F_{res} .

Das Blockschaltbild nach Fig. 3 zeigt den Regelkreis für die Lage und Arretierung der Tasteraufnahme 4 mit dem Taster 5, welcher aus der spannungsgesteuerten Stromquelle 15, dem DC-Linearmotor 11, einer Regelstrecke 13, dem Wegmeßsystem 14 und einem PID-Regler 18 besteht. Dabei ist ein Einstellmittel 19 für den Sollwert der Lage der Tasteraufnahme 4 über den PID-Regler 18 mit der Stromquelle 15 verbunden, an deren Ausgang der DC-Linearmotor 11 angeschlossen ist. Die Regelstrecke 13, die durch das gesamte schwingungsfähige System des Tastkopfes beeinflusst wird, ist einerseits mit dem Ausgang des DC-Linearmotors 11 und andererseits mit dem Wegmeßsystem 14 verbunden, welches mit dem PID-Regler 18 gekoppelt ist.

Die zu regelnde Größe, die Regelgröße, ist die Auslenkung ΔS der Tasteraufnahme 4, d. h. diejenige Größe, die einmal durch einen, mittels des Einstellmittels 19 zu programmierenden Lage-Sollwert auf eine bestimmte Auslenkung geführt werden soll und zum anderen diese programmierte Lage auch unter Einflüssen von äußeren Störungen (Störkräften $F_{\text{stör}}$) möglichst genau beibehalten werden soll, was einer Fesselung der Tasteraufnahme 4 in einer Sollage gleichkommt. Die Einrichtung besitzt bei dieser Betriebsart die Eigenschaft einer Rast.

Bei Abweichung der Istwertlage der Tasteraufnahme 4 mit dem Taster 5 von der durch das Einstellmittel 19 programmierten Sollage, z. B. infolge einer auftretenden, auf den Taster 5 einwirkenden Störkraft $F_{\text{Stör}}$, verarbeitet der PID-Regler 18 ein Differenzsignal, das am Ausgang des Reglers 18 über die spannungsgesteuerte Stromquelle 15 an den DC-Linearmotor 11 gegeben wird, welcher eine Kraft erzeugt, die über die Regelstrecke 13 die Istwertlage zum Sollwert korrigiert. Im Fesselbetrieb, d. h. unter Beibehaltung einer festen Lage oder Vorauslenkung der Tasteraufnahme 4 während des gesamten Meßvorganges, werden mittels des Wegmeßsystems 14 ständig Betrag und Vorzeichen der Regelgröße, d. h. der Auslenkung ΔS , gemessen und entsprechende Signale dem PID-Regler 18 zugeführt.

Solange die einzelnen Elemente des Regelkreises nicht "übersteuert" werden, gibt es keine Regelabweichung, d. h. die Lage der Tasteraufnahme 4 ist an den Lage-Sollwert gefesselt. Dadurch werden die Eigenschaften einer Präzisionsrast erreicht, jedoch mit einem entscheidenden Vorteil gegenüber einer mechanischen Rast. Sobald auf die Tasteraufnahme 4 eine Kraft zu wirken beginnt, steht am Regelausgang eine in Betrag und Vorzeichen der Störkraft $F_{\text{Stör}}$ zugeordnete Spannung U' zur Auswertung zur Verfügung, welche zur zusätzlichen Kraftmessung oder auch zum Abschalten des Vorschubs benutzt werden kann. So kann diese elektronische Rast beim Auftreten von Störkräften auch noch vor dem Erreichen einer Grenzkraft aus dem Regelkreis ein Meldesignal liefern, welches weiterverarbeitbar ist.

Der in Fig. 4 dargestellte Regelkreis zur Erzielung einer dynamischen Dämpfung des gesamten Tastersystems, welches vor allem aus dem schwingungsfähigen System, Blattfedern 2, 3 - Tasteraufnahme 4 mit Taster 5 sowie Kern 9 und Tauchspule 7 besteht, umfaßt die in Fig. 3 beschriebenen Elemente des Regelkreises mit dem Unterschied, daß an Stelle des PID-Reglers 18 ein Geschwindigkeitsinformationen verarbeitendes Glied 20, vorzugsweise ein D-Regler, vorgesehen ist. Die Notwendigkeit einer Dämpfung ist wegen der geforderten reibungsfreien Federlagerung für die Tasteraufnahme 4 und der daraus resultierenden hohen mechanischen Schwingungsgüte immer dann besonders gegeben, wenn ohne Vorauslenkung, ohne zusätzliche Meßkraft und nicht im oben dargelegten Fesselbetrieb gearbeitet werden soll. Solche Einsatzfälle treten dann auf, wenn der Taster 5 selbstzentrierend das Meßobjekt antasten soll, wie z. B. bei Gewindemessungen. Durch die Dämpfung wird die Tasteraufnahme 4 mit dem Taster 5 dynamisch in einer Nulllage gehalten, d. h. die Amplituden der Eigenbewegung durch die unvermeidbaren Anregungen durch das Meßgerät werden unterdrückt.

Bei dieser Betriebsart der Einrichtung verarbeitet der Regelkreis durch das Meßsystem 14 gelieferte Spannungssignale, die im Glied 20 differenziert und in Geschwindigkeitsinformationen U der Regelgröße umgewandelt werden, die zur Erzeugung eines entsprechenden Dämpfungsgrades weiter verwendet werden.

So kann bei dieser Betriebsart die Dämpfung entsprechend den jeweilig vorliegenden Schwingungsverhältnissen der gesamten Einrichtung optimal gestaltet werden.

Erfindungsanspruch:

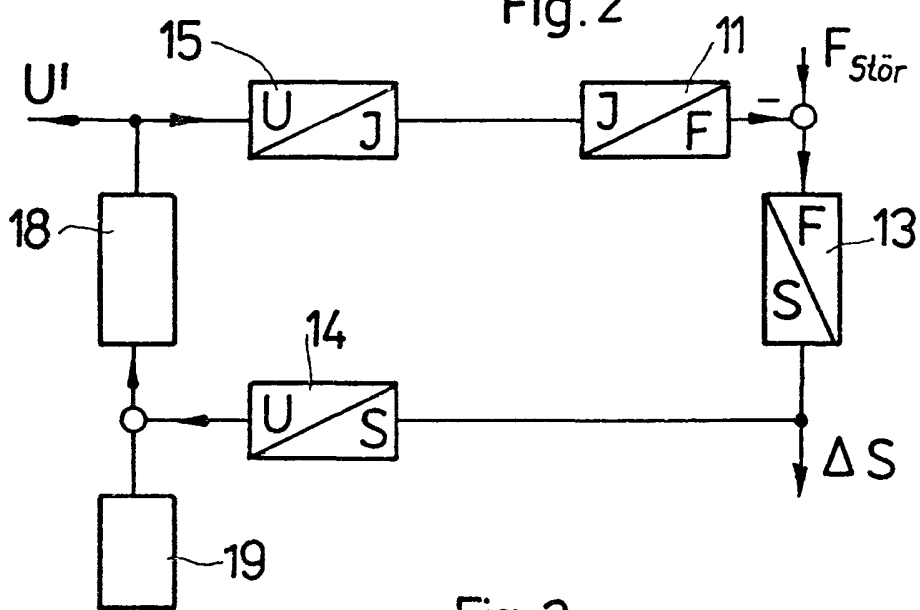
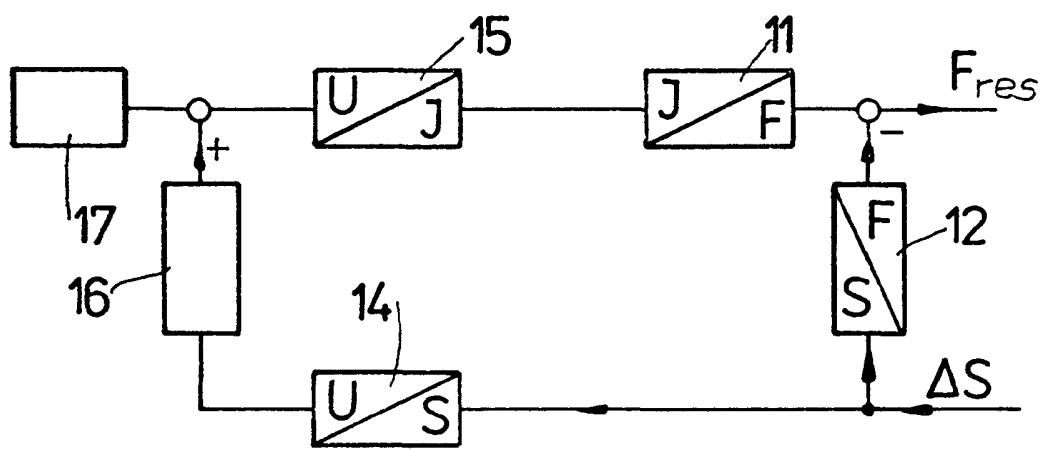
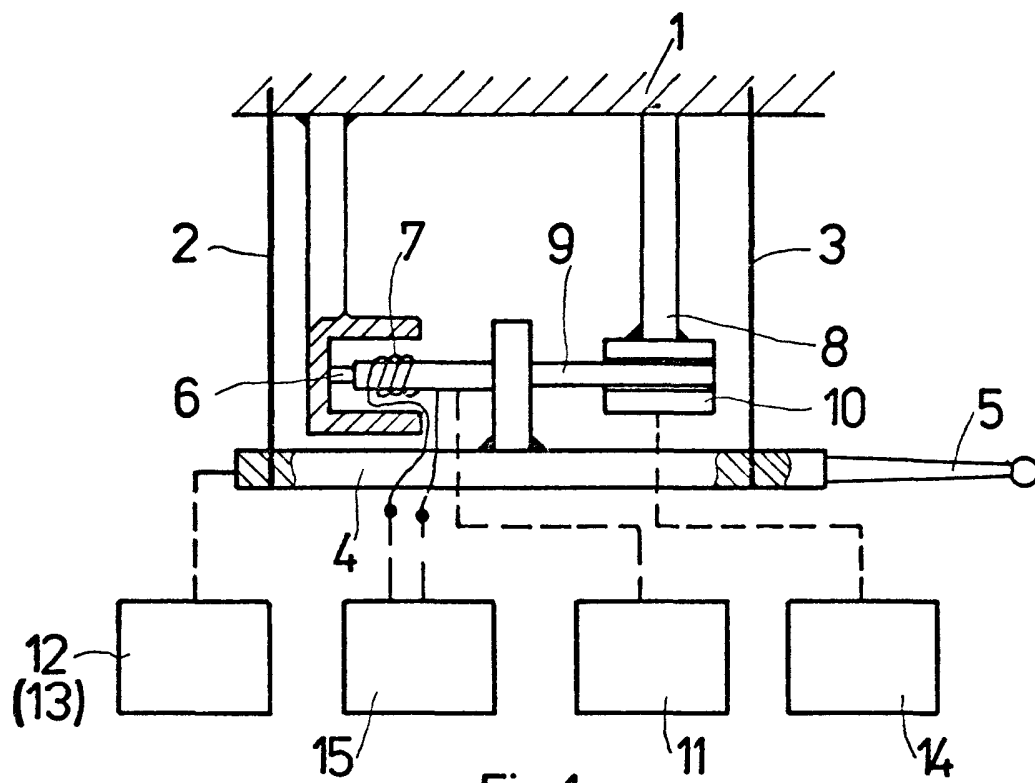
1. Einrichtung zur Weg-Kraft-Koordinierung an Antastsystemen mit einem Tastkopf, in welchem eine Tasteraufnahme mit darin angeordneten Tastern aus seiner Nulllage
5 heraus in einer oder mehreren Koordinaten auslenk- oder verschiebbar gelagert ist,
mit Mitteln zur Meßkraftherzeugung und zur Halterung der Tasteraufnahme in einer Nulllage sowie
mit Mitteln zur Dämpfung der Tasteraufnahme und
10 mit einem im Tastkopf angeordneten Wegmeßsystem gekennzeichnet, durch einen Steuerkreis, bei welchem Einstellmittel für den Sollwert der Meßkraft vorgesehen sind oder durch einen Regelkreis mit Einstellmitteln für die Lage der Tasteraufnahme, wobei die Einstellmittel über
15 eine spannungsgesteuerte Stromquelle mit einem an sich bekannten DC-Linearmotor verbunden sind, und bei welchem das im Tastkopf angeordnete Wegmeßsystem einerseits über einen Weg-Kraft-Wandler oder durch die am und im Tastkopf angeordneten Bauteile gebildete und beeinflusste
20 Regelstrecke mit dem Ausgang des DC-Linearmotors und andererseits über Verstärker, PID-Regler und/oder Geschwindigkeitsinformationen verarbeitende Glieder mit dem Eingang der spannungsgesteuerten Stromquelle verbunden ist.
- 25 2. Einrichtung nach Punkt 1 dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer konstanten Meßkraft für die Tasteraufnahme mit dem Taster ein Steuerkreis, bestehend aus der spannungsgesteuerten Stromquelle, dem DC-Linearmotor, dem Weg-Kraft-Wandler, einem die Störinformationen
30 liefernden Wegmeßsystem und einem Regelverstärker, wobei vorgesehen ist, wobei

ein Einstellmittel für den Sollwert der Meßkraft über die spannungsgesteuerte Stromquelle mit dem DC-Linearmotor verbunden ist, dessen Ausgang mit dem die Störgröße erzeugenden Weg-Kraft-Wandler verbunden ist, und
5 wobei das Wegmeßsystem über den Regelverstärker mit der Stromquelle elektrisch gekoppelt ist.

3. Einrichtung nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer definierten Auslenkung und Arretierung der Tasteraufnahme mit dem Taster ein Regelkreis,
10 bestehend aus der spannungsgesteuerten Stromquelle, dem DC-Linearmotor, der Regelstrecke, dem Wegmeßsystem und einem PID-Regler, vorgesehen ist, wobei ein Einstellmittel für den Lage-Soll-Wert über dem PID-Regler mit der Stromquelle verbunden ist, an deren Ausgang der DC-
15 Linearmotor liegt, und daß die Regelstrecke einerseits mit dem Ausgang des DC-Linearmotors und andererseits mit dem Wegmeßsystem verbunden ist, welches mit dem PID-Regler gekoppelt ist.

4. Einrichtung nach Punkt 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung einer dynamischen Dämpfung für die
20 Tasteraufnahme mit dem Taster anstelle des PID-Reglers ein Geschwindigkeitsinformationen verarbeitendes Glied, vorzugsweise ein D-Regler, vorgesehen ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen



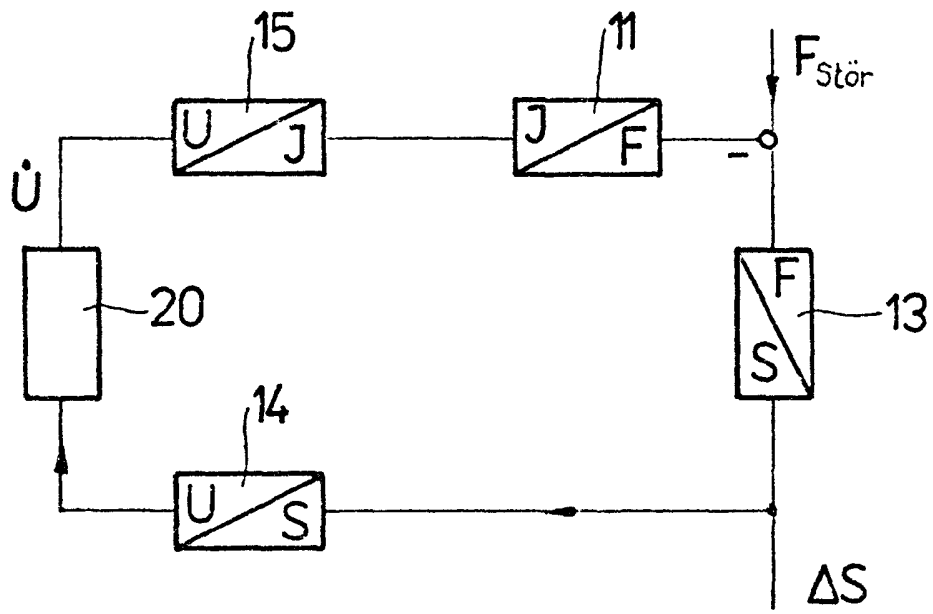


Fig. 4