



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 60 2004 011 794 T2** 2009.02.05

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 672 309 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01B 5/012** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **60 2004 011 794.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 106 607.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **15.12.2004**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.06.2006**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.02.2008**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.02.2009**

(30) Unionspriorität:  
**04106226      01.12.2004      EP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH, DE, FR, GB, LI**

(73) Patentinhaber:  
**TESA SA, Renens, CH**

(72) Erfinder:  
**Rouge, Claude, 1446, Baulmes, CH; Jordil, Pascal,  
1612, Ecoteaux, CH**

(74) Vertreter:  
**Beck & Rössig - European Patent Attorneys, 81679  
München**

(54) Bezeichnung: **Motorisierter und orientierbarer Messkopf**

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**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen orientierbaren Messkopf zur Messung von dreidimensionalen Koordinaten eines mechanischen Werkstücks und insbesondere, jedoch nicht exklusiv, einen orientierbaren Messkopf, der dazu bestimmt ist, auf einer handbetätigten oder automatischen Koordinatenmessmaschine verwendet zu werden.

## Stand der Technik

**[0002]** Auslösungstastköpfe sind Messinstrumente, die beispielsweise auf Produktionslinien von mechanischen Werkstücken für die Prüfung der Dimensionen oder der Flächen von Werkstücken verwendet werden. Auslösungstaster werden auch verwendet, um die dreidimensionale Form von komplexen Stücken zu erfassen, um sie beispielsweise nachzuformen oder zu modellieren.

**[0003]** Im Allgemeinen umfassen die Auslösungstaster einen Messkopf, der dazu bestimmt ist, auf einen Arm einer Messmaschine befestigt zu werden, sowie einen mobilen Taststift mit einer Sphäre am Ende eines länglichen Schafts, dazu bestimmt, in Kontakt mit dem zu messenden Stück gebracht zu werden.

**[0004]** In den meisten Anwendungen werden die Auslösungstaster auf dem mobilen Arm einer Maschine befestigt, deren räumliche Position mit Hilfe eines handbetätigten oder automatischen Messsystems genau bestimmbar ist, wie beispielsweise auf der Achse der Maschine angeordnete Weggeber. Der mobile Arm wird räumlich bewegt, um den Taststift des Tasters in Kontakt mit dem zu messenden Stück oder mit der zu messenden Fläche zu bringen. Während des Kontakts wird eine Ablenkkraft auf den Taststift ausgeübt, die ihn aus seiner anfänglichen Ruheposition bringt. Ein Sensor reagiert auf jede Bewegung des Taststifts, was ein elektrisches Signal erzeugt, das entweder an den Benutzer, in der Form eines Lichtsignals, geschickt wird oder an das Steuerprogramm der Maschine geleitet wird, das somit mittels der Daten des Messsystems die Koordinaten des Kontaktpunkts in einem gegebenen Referenzsystem bestimmt.

**[0005]** Verwendet werden zu diesem Zweck im Stand der Technik elektromechanische oder optische Sensoren oder auf unterschiedliche Prinzipien basierende Bewegungssensoren, beispielsweise Sensoren mit Dehnungsmessern.

**[0006]** Im Falle eines dreidimensionalen Auslösungstasters wird die Verbindung zwischen dem Taststift und dem fixen Teil des Messkopfes üblicherweise ge-

mäss dem Prinzip der Boys-Verbindung ausgeführt, d. h. beispielsweise mit drei auf sechs Sphären ruhenden zylindrischen Stiften, um sechs Kontaktpunkte zwischen dem festen Element und dem Taststift zu definieren. Es sind jedoch auch zwei- und eindimensionale Taster bekannt.

**[0007]** Wird der Taster für die Messung von Stücken komplexer Form verwendet, welche Vertiefungen und Protuberanzen aufweisen, ist es schwierig oder sogar unmöglich, den Taststift in Kontakt mit der Gesamtfläche des Stücks zu bringen, ohne dass der fixe Teil des Messkopfes oder der Schaft des Taststifts die Elemente des zu messenden Stücks stören. Um diesen Nachteil zu beheben sind Messköpfe bekannt, welche es erlauben, den Kontaktstift gemäss einer Vielzahl von Richtungen räumlich zu orientieren. Im Allgemeinen werden zwei unabhängige Drehachsen benötigt, um alle möglichen Orientierungen zu decken. Ein Taster dieser Art wird in der europäischen Patentanmeldung EP0392660 beschrieben.

**[0008]** Die Verwendung dieser Art Vorrichtungen ist jedoch nicht auf Kontakttaster beschränkt und man kann sie auch mit kontaktlosen Sensoren verwenden, beispielsweise mit Videokameras, um z. B. die Werkstücke zu prüfen und kontrollieren.

**[0009]** Die Drehachsen sind vorzugsweise indexiert, in dem Sinne, dass sie eine genügend grosse jedoch begrenzte Anzahl vorbestimmter und genau reproduzierbarer Ruhepositionen vorsehen. Diese Anordnung vermeidet die erneute Kalibrierung der Messmaschine nach jedem Einstellungswechsel des Tasters.

**[0010]** Erreicht wird die Indexierung der Drehachsen des Tasters durch Indexierungsflächen, welche gegenseitig ineinander greifen und die gewünschten Ruhepositionen definieren, beispielsweise durch einen Ring von Sphären, in welchen drei Stifte einragen. Ein Beispiel dieser Art von Indexierungsmechanismus wird in der europäischen Patentanmeldung EP1443299 im Namen der Anmelderin vorgestellt. Eine optimale Genauigkeit wird erreicht, wenn die Indexierungsflächen eine isostatische Verbindung mit sechs unabhängigen Kontaktpunkten in jeder der indexierten Positionen definieren.

**[0011]** Zur Messung von komplexen Stücken ist es wünschenswert, dass der Messkopf motorisiert ist, um den Taststift auf automatische Weise, auf Befehl des Steuerprogramms der Messmaschine, zu orientieren. Zu diesem Zweck werden die Drehung und die Verriegelung der Achsen des Tasters durch elektromagnetische Stellglieder durchgeführt, beispielsweise Motoren oder Servomotoren, welche die Indexierungsflächen auseinander drängen und die Achsen in Drehung versetzen.

**[0012]** Es ist eine Einschränkung der bekannten Messköpfe, und insbesondere der motorisierten Messköpfe, dass die orientierbaren Elemente in ihrer Drehung geführt werden müssen, beispielsweise durch Lager oder Kugellager. Diese Führungselemente stellen jedoch zusätzliche mechanische Beschränkungen im Vergleich mit der isostatischen Verbindung dar und beeinträchtigen die Indexierungsgenauigkeit. Um diesem Nachteil vorzubeugen, verwenden die bekannten Messköpfe oft Lager mit einem kleinen Durchmesser oder mit beträchtlichen Toleranzen.

**[0013]** Die mit der Masse des Abtasttasters verbundenen Trägheitskräfte können auch das Funktionieren des Messkopfes negativ beeinflussen, insbesondere wenn massive Taster und beträchtliche Translations- und Drehgeschwindigkeiten verwendet werden. Unter diesen Bedingungen ist es wichtig, wirksame Lager oder Führungselemente für die orientierbaren Elemente des Messkopfes zu haben.

**[0014]** Ohne wirksame Führung ist die Drehgeschwindigkeit der orientierbaren Elemente zwangsweise eingeschränkt. Zudem kann die Bahn des Abtasttasters während der Drehung nicht mit Genauigkeit bestimmt werden. Es ist somit nötig, einen bedeutenden Sicherheitsabstand zwischen dem Abtasttaster und dem zu messenden Stück zu halten, was die Bahnen des Kopfes verlängert und die Messgeschwindigkeit reduziert.

**[0015]** Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen Messkopf ohne die Einschränkungen der bekannten Vorrichtungen anzubieten, und insbesondere einen Messkopf, dessen orientierbare Elemente wirksam geführt werden, ohne die Indexierungsgenauigkeit zu beeinträchtigen, und worin die Bahn des Tasters vollständig beherrscht wird.

**[0016]** Erreicht werden diese Ziele durch die Vorrichtung mit der Kombination der Merkmale, welche das Objekt des Hauptanspruches darstellen, und insbesondere durch einen orientierbaren Messkopf zum Orientieren eines Tasteinsatzes in Bezug auf einen Messapparat, mit einem Stützelement; einem ersten orientierbaren Element, das in die Richtung einer ersten Achse zwischen einer verriegelten Position und einer entriegelten Position gleiten kann; einem ersten Führungselement, das mit dem besagten Stützelement verbunden ist; einem zweiten Führungselement, das mit dem besagten ersten orientierbaren Element verbunden ist; worin das besagte erste und das besagte zweite Führungselement sich nicht berühren, wenn sich das besagte orientierbare Element in der verriegelten Position befindet; worin das besagte erste Führungselement das besagte zweite Führungselement stützt, so dass das Drehen des besagten orientierbaren Elements um die besagte Achse in Bezug

auf das besagte Stützelement ermöglicht wird, wenn sich das besagte orientierbare Element in der besagten entriegelten Position befindet.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0017]** Die vorliegende Erfindung wird besser verstanden beim Lesen der als Beispiel angegebenen Beschreibung, illustriert durch die beigefügten Zeichnungen; es zeigen:

**[0018]** [Fig. 1](#) eine Ansicht eines motorisierten Messkopfes gemäss der Erfindung;

**[0019]** [Fig. 2](#) einen Querschnitt des Messkopfes der Erfindung in verriegelter Position;

**[0020]** [Fig. 3](#) einen Querschnitt des Messkopfes der Erfindung in entriegelter Position;

**[0021]** [Fig. 4](#) ein Detail des Verriegelungs-/Entriegelungsmechanismus des Messkopfes der Erfindung.

**[0022]** [Fig. 5–Fig. 8](#) verschiedene Ansichten des Stellglieds, das für die Verriegelung und Entriegelung gemäss einem Aspekt der Erfindung zuständig ist.

**[0023]** [Fig. 9](#) eine detaillierte Ansicht einer zum Stellglied der [Fig. 5–Fig. 8](#) dazu gehörende Kurbelwelle.

**[0024]** [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) die Position der Lager der orientierbaren Elemente des Messkopfes in der verriegelten bzw. entriegelten Position.

**[0025]** [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) Details der [Fig. 10](#) bzw. der [Fig. 11](#).

**[0026]** [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) eine andere Ausführungsform der Erfindung.

#### Ausführungsform(en) der Erfindung

**[0027]** Mit Bezug auf [Fig. 1](#) umfasst ein orientierbarer Messkopf **10** gemäss der Erfindung ein Stützelement **30**, der dazu bestimmt ist, auf den Arm einer Messmaschine befestigt zu werden, und der in der Lage ist, sich zu bewegen, beispielsweise gemäss drei Koordinatenachsen X, Y und Z innerhalb eines Messvolumens. Die Befestigung kann beispielsweise durch den Bolzen **20** oder durch irgendein anderes Befestigungsmittel erfolgen.

**[0028]** Hiernach wird einfachheitshalber der Ausdruck „senkrecht“ verwendet, um die Orientierung der Achse B auf [Fig. 1](#) zu bezeichnen. Diese Bezeichnung bezieht sich auf die konventionelle Orientierung der Figuren und auch auf die Orientierung, in welcher die erfinderische Vorrichtung normalerweise

verwendet wird, und entspricht gewöhnlich der Richtung der senkrechten Achse Z der Messmaschine, auf welcher der Taster montiert ist. Jedoch kann der Taster in jeglicher räumlichen Orientierung verwendet werden.

**[0029]** Ein erstes orientierbares Element **40** wird auf dem Stützelement **30** befestigt, so dass es um die senkrechte Achse B drehen kann. Das erste orientierbare Element **40** kann vorzugsweise eine Vielzahl von indexierten Positionen einnehmen, welche je einem Vielfachen eines kleinen vorbestimmten Winkels entsprechen, beispielsweise 10 Grad. Auf bekannte Weise werden diese indexierten Positionen beispielsweise durch eine isostatische Verbindung bestimmt, welche sechs Stützpunkte zwischen den Positionierungselementen definiert, deren Position mit einer hohen Präzision bestimmt wird.

**[0030]** Das zweite bewegliche Element **50** kann frei um die waagrechte Achse A, die mit dem ersten orientierbaren Element **40** fest verbunden ist, drehen. Die Drehung des zweiten orientierbaren Elements **50** um die Achse A kann durchgehend oder indexiert, motorisiert oder handbetätigt sein, wie für das oben erwähnte erste orientierbare Element **40**.

**[0031]** Ein Tasteinsatz **60** wird auf das zweite orientierbare Element **50** befestigt und trägt auf seinem Ende eine Sphäre **70**, die dazu bestimmt ist, in Kontakt mit dem zu messenden Stück zu kommen. Ein Erfassungssystem, nicht dargestellt, beantwortet dann jede Bewegung der Sphäre **70** in Bezug auf die Ruheposition mit einem elektrischen Signal, das durch ein nicht dargestelltes Verbindungsstück entweder an das Lichtsignal **35** oder an das Steuerprogramm der Maschine geleitet wird.

**[0032]** Das Achsenverriegelungs- und -entriegelungsmechanismus gemäss einem Aspekt der Erfindung wird nun mit Bezug auf die [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) beschrieben.

**[0033]** Die Stütze **30** trägt eine Reihe von Kugeln **31**, welche am Kreisumfangsrand mit einem gewöhnlich konstanten Winkelabstand, z. B. von 10°, angeordnet sind, um eine Reihe von gewöhnlich regelmässig verteilten indexierten Positionen zu definieren. Das erste orientierbare Element **40** trägt, entsprechend den Kugeln **31**, drei um 120° in Abstand von einander stehende Stifte **41**, welche mit den Kugeln **31** eingreifen können. In verriegelter Position ([Fig. 2](#)) wird das erste orientierbare Element **40** durch den Zug des Schafts **66** gegen das feste Element **30** gebracht. Jede der Stifte **41** berührt dann zwei benachbarten Kugeln **31**, um eine isostatische Verbindung zwischen dem Stützelement **30** und dem orientierbaren Element **40**, gemäss dem Prinzip der Boys-Verbindung, zu haben.

**[0034]** Auf äquivalente Weise wäre es ebenfalls möglich im Rahmen der Erfindung, die Position der Kugeln und der Stifte auszuwechseln, indem Erstere auf das orientierbare Element und die Zweiten auf das Stützelement angeordnet werden. Man könnte auch die Kugeln und die Stifte durch andere Positionierungselemente ersetzen, welche sechs Kontaktpunkte zwischen dem Stützelement **30** und dem orientierbaren Element **40** zu definieren vermögen.

**[0035]** Ein Ende des senkrechten Schafts **66** wird auf artikulierte Weise mit dem Stützelement **30** verbunden, während das andere Ende des Schafts **66** auf artikulierte Weise an einem Arm des Hebels **62** befestigt wird, der um die Achse **65** drehen kann, in Bezug auf das erste orientierbare Element **40** unbeweglich. Vorzugsweise ist der Schaft **66** mit der Drehachse B ausgerichtet.

**[0036]** Im verriegelten Zustand der [Fig. 2](#) ist der Schaft **66** gespannt und zieht das erste orientierbare Element **30** aufwärts, so dass die Indexierungsstifte **41** mit den Kugeln **31** der Stütze **30** eingreifen. In diesem Zustand wird jede Drehung um die Achse B unmöglich und das orientierbare Element **40** wird in einer der indexierten Positionen blockiert.

**[0037]** Die durch den Schaft **66** ausgeübte Kraft wird zentral in Bezug auf die Kontaktpunkte zwischen den Kugeln **31** und den Stiften **41** angewandt, und wird entlang der Achse B orientiert. Auf diese Weise wird eine gleichmässige Verteilung der Kontaktkräfte zwischen den Kugeln **31** und den Stiften **41** erreicht, für eine maximale Indexierungspräzision.

**[0038]** Das zweite orientierbare Element **50** wird auch gegen das erste orientierbare Element **40** durch den mit der Achse A ausgerichteten Zug des waagrecht Schafte **67** gehalten. Der Schaft **67** wird einerseits in Bezug auf das orientierbare Element **50** und andererseits in Bezug auf den Hebel **62** artikuliert.

**[0039]** Ein zweiter Satz von zwischen den ersten und den zweiten orientierbaren Elementen angeordneten Kugeln **43** und Stiften **42** erlaubt es, das Drehen des zweiten orientierbaren Elements **50** in einer indexierten Position zu blockieren.

**[0040]** Wahlweise umfassen die Schafte **66** und **67** nicht dargestellte elastische Elemente, beispielsweise metallische Feder, um eine konstante Indexierungskraft zwischen den Stiften **41**, **42** und den Kugeln **31**, **43** zu gewährleisten. Auf äquivalente Weise könnten elastische Elemente im Hebel **62** oder in den ersten und zweiten orientierbaren Elementen eingeschlossen werden.

**[0041]** Mit Bezug auf die [Fig. 5–Fig. 9](#) wird die Position des Hebels **62** durch die in Detail auf [Fig. 9](#) dar-

gestellte Kurbelwelle **59** bestimmt, die um die Achse **75** durch den elektrischen Motor **45** und die gezahnten Rädern **46**, **51** angetrieben wird. Auf äquivalente Weise könnte die Kurbelwelle **59** direkt durch einen auf der gleichen Achse **75** der Kurbelwelle **59** angeordneten Motor oder durch irgendwelches mechanische Getriebe, z. B. durch ein Scheibensystem, angetrieben werden.

**[0042]** Ein Arm des Hebels **62** umfasst eine Gabel, deren beiden Zinken **63** und **64** die beiden entgegen gesetzten Seiten des Zapfens **55** der Kurbelwelle **59** kontaktieren, so dass der Hebel **62** von der verriegelten Position zur entriegelten Position verschoben wird, wenn die Kurbelwelle **59** um  $180^\circ$  dreht. Wahlweise kann ein Kugellager zwischen den Zapfen **55** und die Gabel eingeschoben werden, um die Reibungen während des Verriegelns und/oder des Entriegelns zu reduzieren. Im auf den Figuren dargestellten Beispiel ist ein Kugellager **54** nur gegenüber dem Zinken **63** vorgesehen, der die Verriegelungskraft übermittelt. Gegenüber dem anderen Gabelzinken **64**, der für die Entriegelung vorgesehen ist, ist der erforderliche Aufwand geringer und ein einfaches Lagerfutter kann verwendet werden.

**[0043]** Die Drehung der Kurbelwelle **59** um die Achse **75** wird durch den Sektor **53** und den mit dem ersten orientierbaren Element **30** solidarisch verbundenen Zapfen **55** auf einen Drehwinkel leicht grösser als  $180^\circ$  eingeschränkt. Die Anschlagpositionen des Zapfens **55** gegen die Extremitäten des Sektors **53** sind so angeordnet, um über die Gleichgewichtspunkte hinauszugehen und somit um stabile Ruhepositionen zu definieren, welche dem verriegelten bzw. entriegelten Zustand entsprechen.

**[0044]** Die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) stellen den Messkopf der Erfindung in seinem entriegelten Zustand dar. In diesem Fall ist der Hebel **62** geneigt und die Schäfte **66** und **67** drücken auf das Stützelement **30** bzw. auf das zweite orientierbare Element **50**, um die Indexierungselement **31**, **41** bzw. **42**, **43** um einen vorbestimmten Abstand  $d_1$  bzw.  $d_2$  auseinander zu drängen.

**[0045]** In einer Ausführungsform könnten die Schäfte **66** und **67** durch eine Ritzel-Zahnrad-Einheit angetrieben werden.

**[0046]** Das Auseinanderdrängen und das Schliessen der Indexierungsflächen erfolgt dank der doppelten Aktion der Schäfte **66** und **67**, welche von der Direktion der Gewichtskraft und der Trägheitsmomente unabhängig ist und ohne Einwirkung von Federn oder elastischen Elementen ist. Der Mechanismus der Erfindung kann somit ein zuverlässiges und schnelles Funktionieren gewährleisten, was auch die Orientierung des Messkopfes sein möge.

**[0047]** In der entriegelten Position wird die Drehung um die beiden Achsen A und B durch nicht dargestellten, durch das Software der Messmaschine gesteuerten Servomotoren oder durch andere äquivalente automatische Stellglieder gewährleistet.

**[0048]** Die hier beschriebene Ausführungsform umfasst ein einziges Stellglied, um die beiden Achsen A und B gleichzeitig zu verriegeln und zu entriegeln. Die Erfindung umfasst jedoch auch Varianten, worin jede Drehachse durch ein unabhängiges Stellglied verriegelt und entriegelt wird.

**[0049]** In einer Ausführungsform umfasst der Messkopf der Erfindung eine einzige Drehachse, beispielsweise eine waagrechte Achse A.

**[0050]** Mit Bezug auf die [Fig. 10](#), welche das Führungssystem in verriegelter Position darstellt, wird das erste orientierbare Element **40** mit einer Führungshülse **82** ausgestattet, in welche die mit dem Stützelement **30** solidarisch verbundene Welle **84** einrastet. Die Fläche der Welle **84** weist Protuberanzen (**85a**, **85b**) auf, die durch Aussparungen getrennt sind, über die der Durchschnitt der Welle **84** in Bezug auf den maximalen Durchschnitt der Protuberanzen **85a**, **85b** reduziert ist.

**[0051]** Auf die gleiche Weise weist die Innenseite der Hülse **82** Protuberanzen **83a**, **83b** auf, welche durch Aussparungen mit einem Durchmesser grösser als der Innendurchschnitt der Protuberanzen **83a** und **83b** getrennt sind.

**[0052]** In der verriegelten Position der [Fig. 10](#) liegen die Protuberanzen **83a**, **83b** gegenüber den Aussparungen der Welle **84**. Es besteht somit kein Kontakt zwischen der Führungshülse **82** und der festen Welle **84**, was die Indexierungsgenauigkeit stören könnte.

**[0053]** In der entriegelten Position der [Fig. 11](#) wird das erste orientierbare Element **40** axial entlang der Achse B verschoben, um die Kugeln **31** von den Stiften **41** wegzudrängen. In dieser Position liegen die Protuberanzen **83a** und **83b** neben den Protuberanzen **85a** und **85b**, so dass das Drehen des orientierbaren Elements **40** um die Achse B unterstützt wird. Vorzugsweise umfassen die Hülse **82** und die Welle **84** je zwei entlang der Richtung der Drehachse voneinander getrennte Protuberanzen, um das Drehen optimal zu führen.

**[0054]** Dank dem Fehlen eines Kontakts zwischen den Führungselementen **82** und **84** in verriegelter Position, kann der Durchmesser Letzterer gross sein, und das Spiel zwischen der Hülse und der Welle in entriegelter Position kann im Wesentlichen null oder vernachlässigbar sein. Auf diese Weise wird die Position des Abtasttasters während der Drehung gänzlich bestimmt.

[0055] Die zweite waagrechte Drehachse A wird mit einem in den [Fig. 12](#) und [Fig. 13](#) sichtbaren Führungsmechanismus, ähnlich wie derjenige der ersten senkrechten Achse B, versehen. Die Führungshülse **88** der zweiten Achse trägt zwei Protuberanzen **89a** und **89b**, während die Welle **86** die beiden Protuberanzen **87a** und **87b** umfasst.

[0056] In der in [Fig. 12](#) sichtbaren verriegelten Position sind die Proberanzen **89a**, **89b** der Hülse **88** und die Protuberanzen **87a** und **87b** der Welle **86** verschoben. Auf diese Weise besteht kein Kontakt zwischen der Hülse **88** und der Welle **86**, was die Indizierungsgenauigkeit stören könnte.

[0057] In der entriegelten Position der [Fig. 13](#) liegen die Protuberanzen **89a**, **89b** der Hülse **88** und die Protuberanzen **87a** und **87b** der Welle **86** nebeneinander und bilden zwei Lager, um das Drehen des zweiten orientierbaren Elements **50** um die Achse A zu führen.

[0058] In einer auf den [Fig. 14](#) und [Fig. 15](#) dargestellten Ausführungsform der Erfindung sind die Welle **86** und die Hülse **88** mit konischen koaxialen Führungsflächen **87c** und **89c** versehen. In der verriegelten Anordnung der [Fig. 14](#) besteht kein Kontakt zwischen der Führungshülse **88** und der Welle **86**. In der in [Fig. 15](#) dargestellten entriegelten Anordnung stehen die konischen Flächen **87c** und **89c** in Kontakt und führen die Drehung des zweiten orientierbaren Elements **50** um die Achse A.

### Patentansprüche

1. Orientierbarer Messkopf (**10**) zum Orientieren eines Tasteinsatzes (**6**) in Bezug auf einen Messapparat, mit:  
 einem Stützelement (**30**);  
 einem ersten orientierbaren Element (**40**), das in die Richtung einer ersten Achse (B) zwischen einer verriegelten Position und einer entriegelten Position gleiten kann;  
 einem ersten Führungselement (**84**), das mit dem besagten Stützelement (**30**) verbunden ist;  
 einem zweiten Führungselement (**82**), das mit dem besagten ersten orientierbaren Element (**40**) verbunden ist;  
 worin das besagte erste und das besagte zweite Führungselement (**84**, **82**) sich nicht berühren, wenn sich das besagte orientierbare Element (**40**) in der verriegelten Position befindet;  
 worin das besagte erste Führungselement (**84**) das besagte zweite Führungselement (**82**) stützt, so dass das Drehen des besagten orientierbaren Elements (**40**) um die besagte Achse (B) in Bezug auf das besagte Stützelement (**30**) ermöglicht wird, wenn sich das besagte orientierbare Element (**40**) in der besagten entriegelten Position befindet.

2. Messkopf gemäss Anspruch 1, worin eines der besagten ersten und zweiten Führungselemente (**84**, **82**) eine Hülse und das andere eine Welle ist.

3. Messkopf gemäss einem der Ansprüche 1 oder 2, worin die besagten Führungselemente, auf ihrer Stützflächen, Protuberanzen aufweisen, wobei die besagten Protuberanzen verschoben sind, wenn das besagte orientierbare Element in der verriegelten Position ist, und übereinander liegen, wenn das orientierbare Element (**40**) in der entriegelten Position ist.

4. Messkopf gemäss Anspruch 3, worin die besagten Führungselemente (**84**, **82**) jeweils mindestens zwei Protuberanzen (**83a**, **83b**, **85a**, **85b**) aufweisen, welche in der Richtung der Achse (B) getrennt sind.

5. Messkopf gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:  
 einer Vielzahl von mobilen Positionierungselementen (**41**), welche mit dem ersten orientierbaren Element (**40**) fest verbunden sind;  
 einer Vielzahl von fixen Positionierungselementen (**31**), welche mit dem ersten Stützelement (**30**) fest verbunden sind und die mit den besagten mobilen Positionierungselementen (**41**) eingreifen können, um eine Vielzahl von vorbestimmten Orientierungen des besagten ersten orientierbaren Elements (**40**) in Bezug auf das besagte fixe Element (**30**) zu definieren.

6. Messkopf gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, mit einem Rotor, um das besagte erste orientierbare Element (**40**) in Bezug auf das Stützelement (**30**) zu drehen, wenn sich das besagte erste orientierbare Element in der entriegelten Position befindet.

7. Messkopf gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, worin die Kupplung zwischen den besagten ersten und zweiten Führungselementen im Wesentlichen spielfrei ist, wenn sich das erste orientierbare Element in der entriegelten Position befindet.

8. Messkopf gemäss einem der vorhergehenden Ansprüche, mit:  
 einem zweiten orientierbaren Element (**50**), das in Bezug auf das erste orientierbare Element (**40**) in die Richtung einer zweiten Achse (A) zwischen einer verriegelten Position und einer entriegelten Position gleiten kann;  
 einem dritten Führungselement (**88**), das mit dem besagten ersten orientierbaren Element (**40**) verbunden ist;  
 einem vierten Führungselement (**86**), das mit dem besagten zweiten orientierbaren Element (**50**) verbunden ist;  
 worin das besagte dritte und das besagte vierte Füh-

rungelement (**86, 88**) sich nicht berühren, wenn sich das besagte zweite orientierbare Element (**50**) in der verriegelten Position befindet;  
worin das besagte dritte Führungselement (**88**) das besagte vierte Führungselement (**86**) stützt, so dass das Drehen des besagten zweiten orientierbaren Elements (**50**) um die besagte zweite Achse (A) in Bezug auf das besagte orientierbare Element (**40**) ermöglicht wird, wenn sich das besagte zweite orientierbare Element (**50**) in der besagten entriegelten Position befindet.

9. Messkopf gemäss Anspruch 8, worin die erste Achse (B) und zweite Achse (A) im Wesentlichen orthogonal sind.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

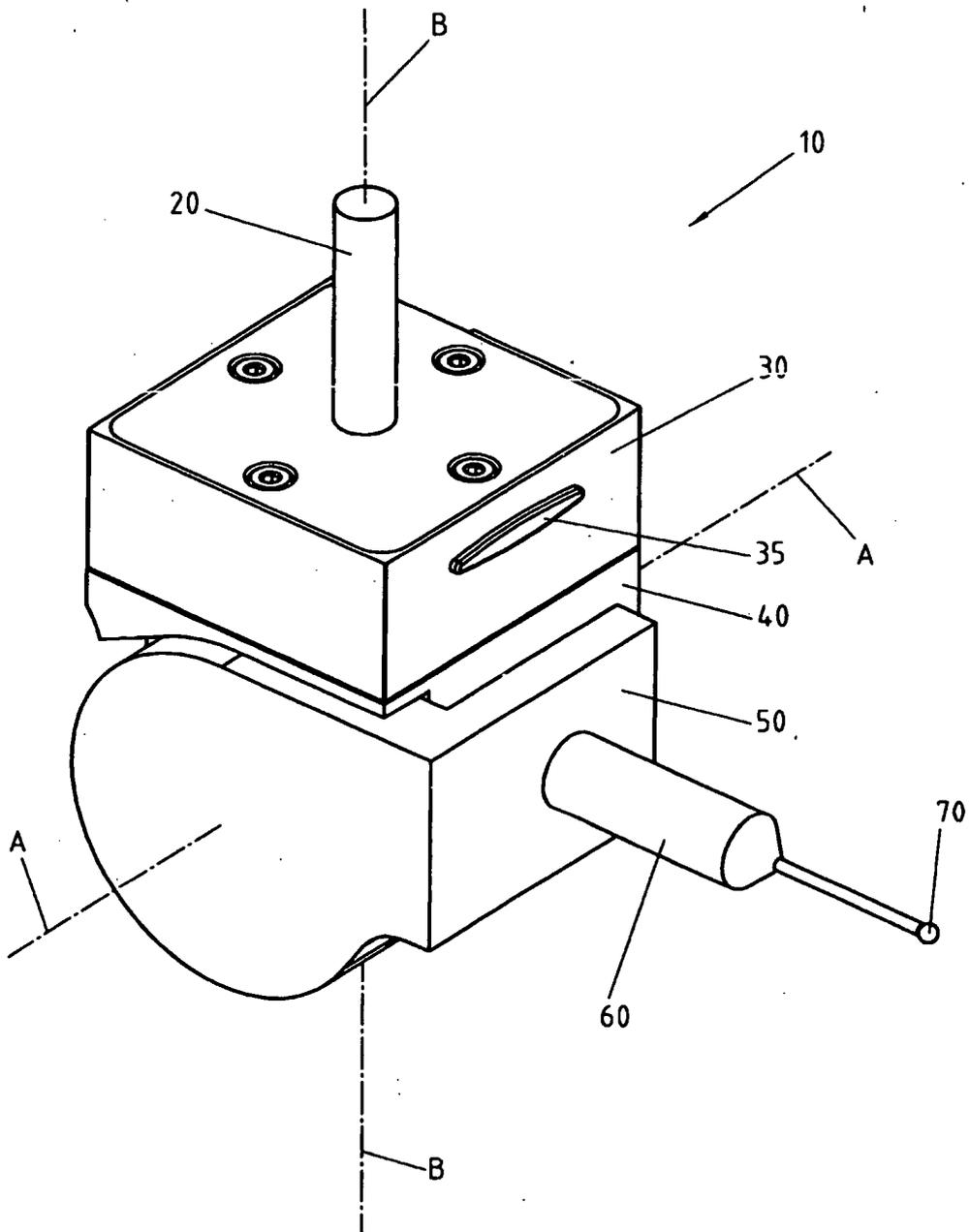


Fig. 1

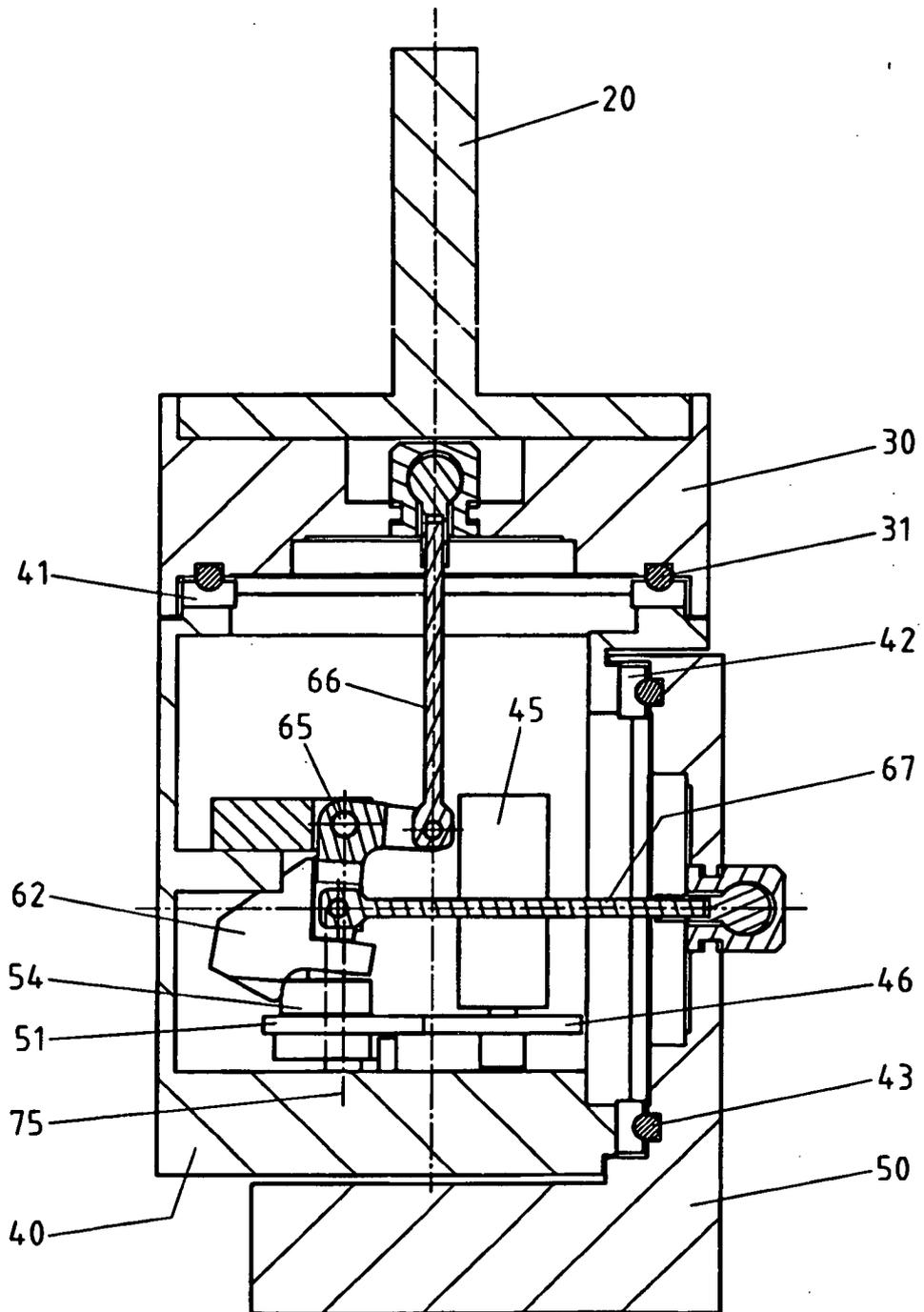


Fig. 2

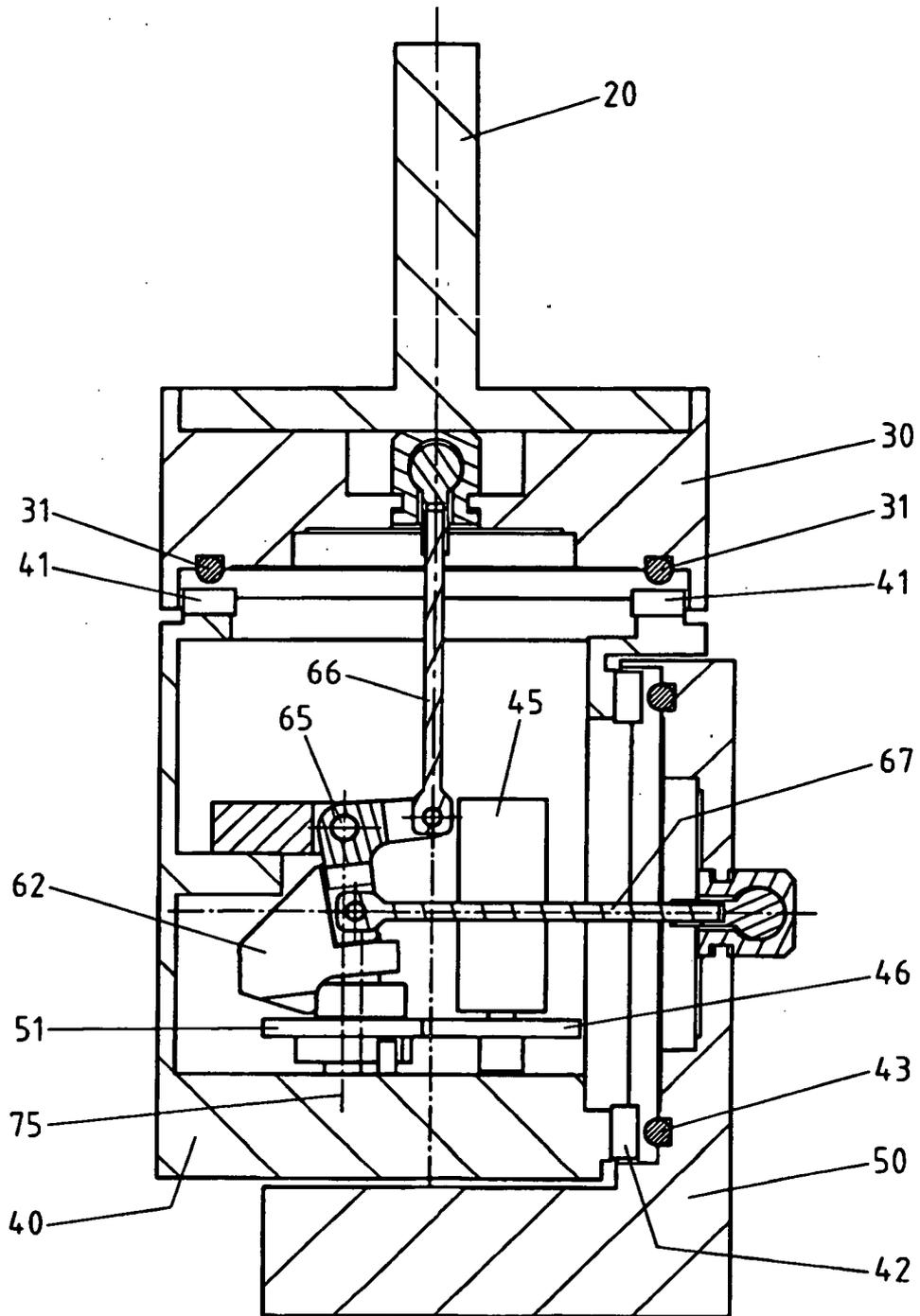
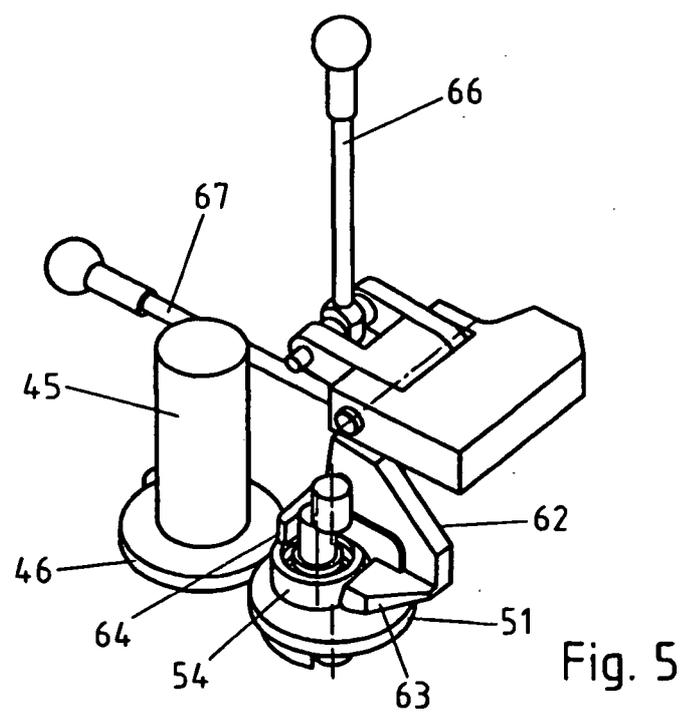
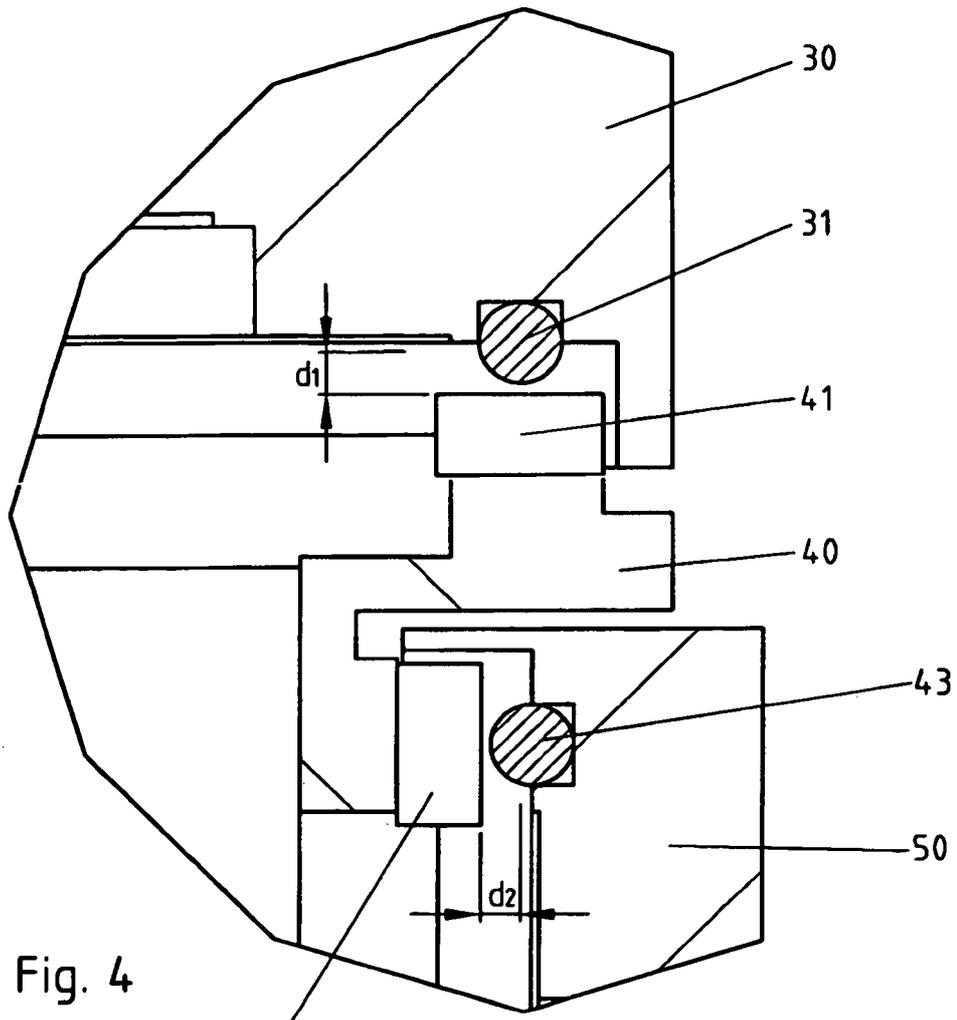


Fig. 3



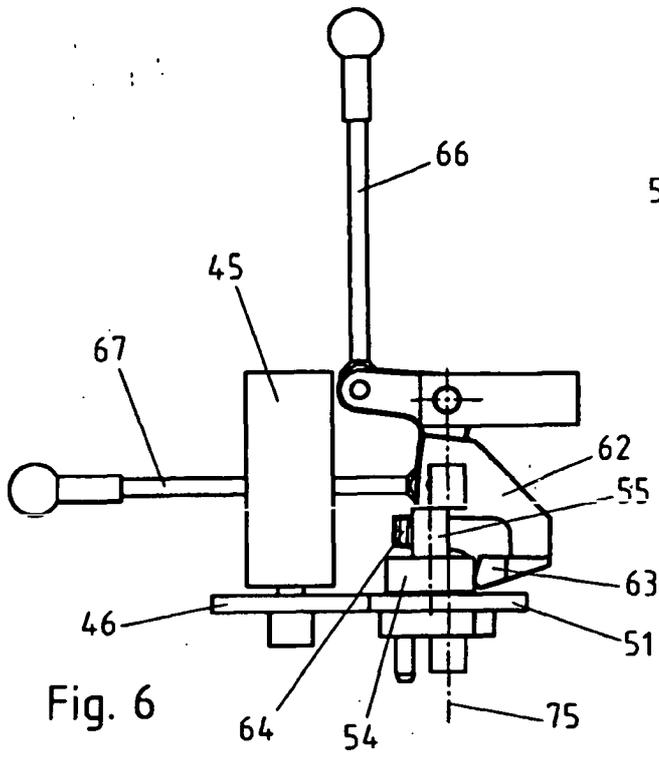


Fig. 6

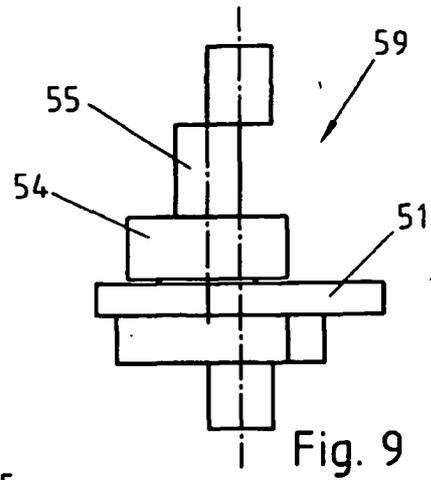


Fig. 9

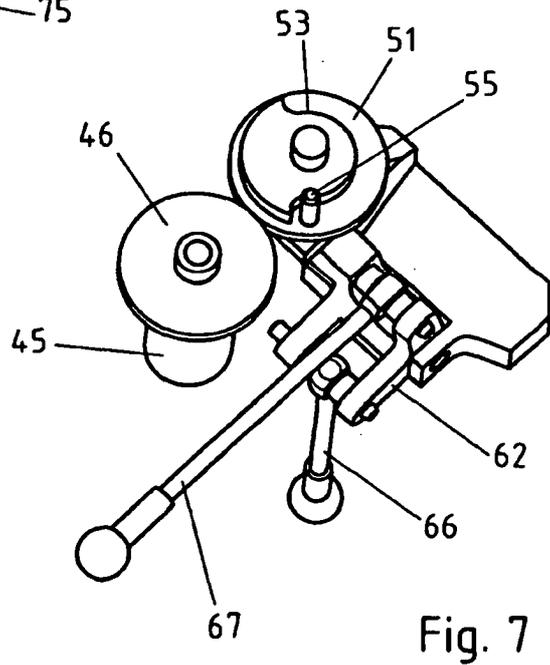


Fig. 7

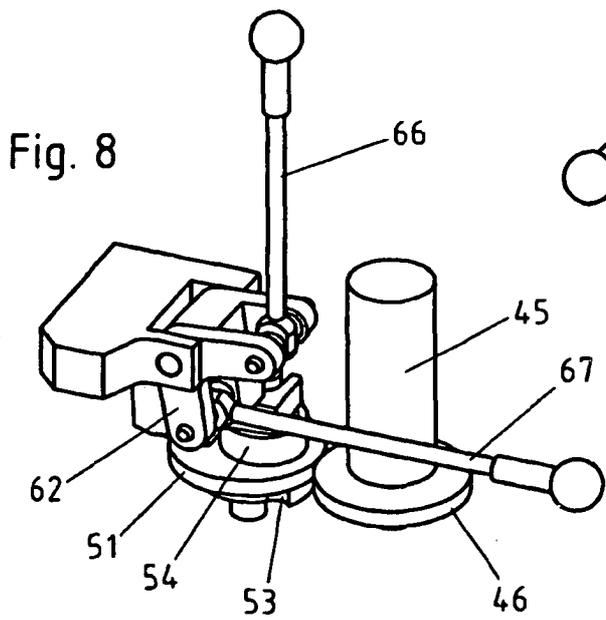
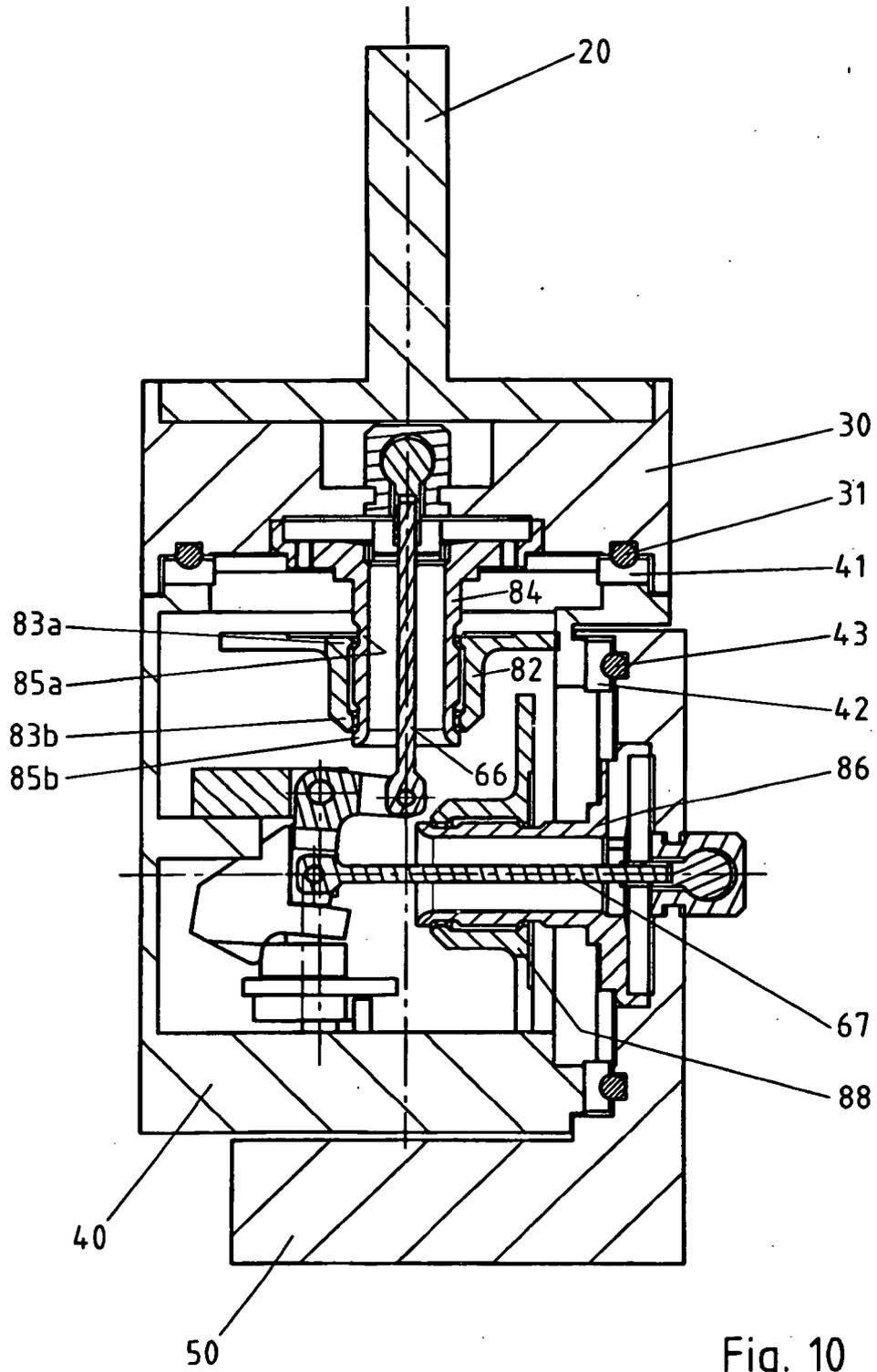
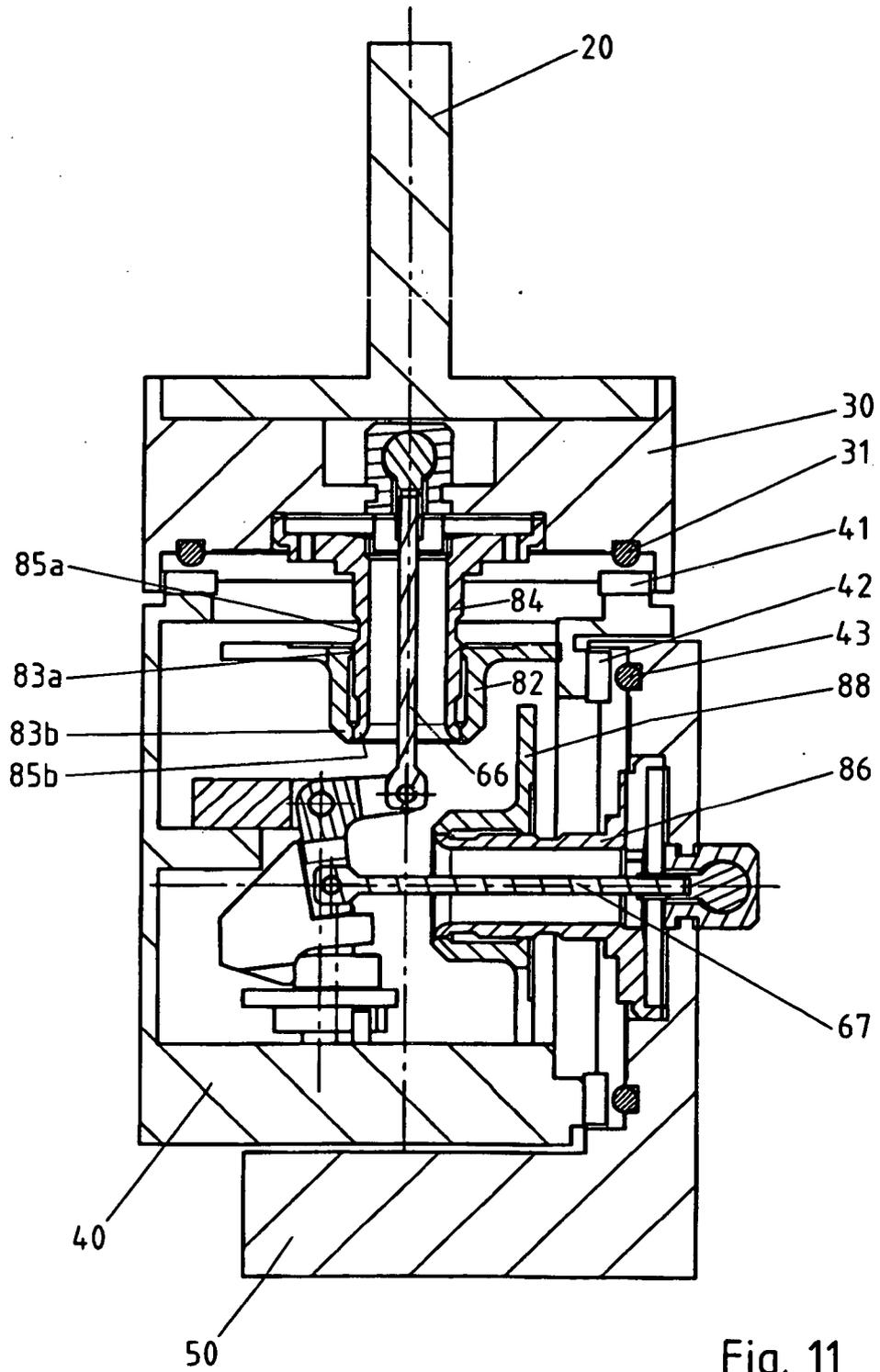


Fig. 8





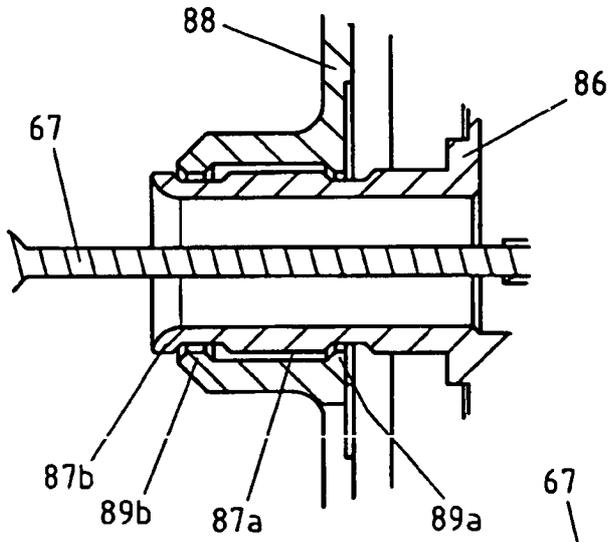


Fig. 12

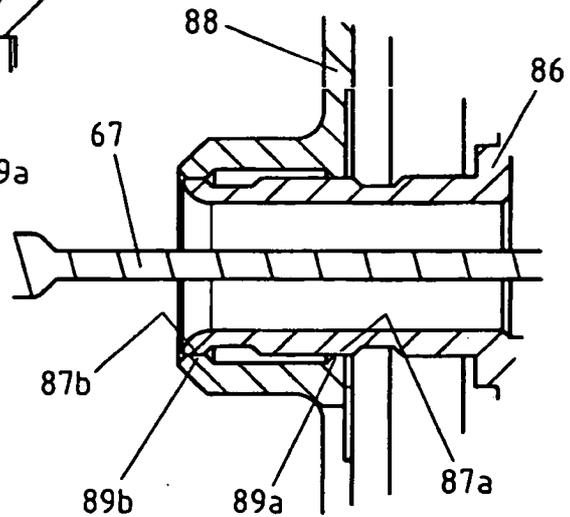


Fig. 13

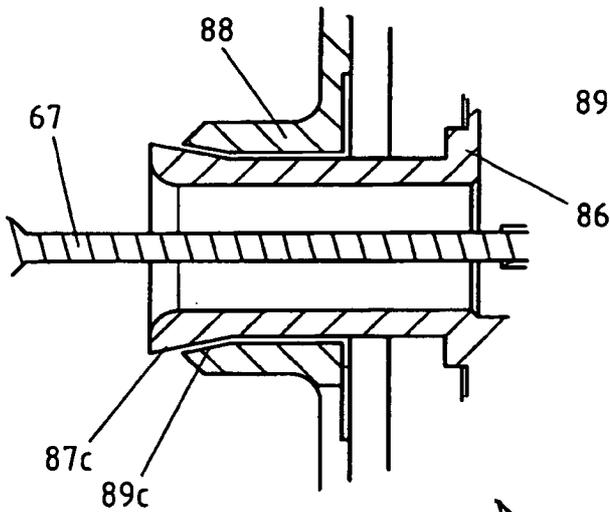


Fig. 14

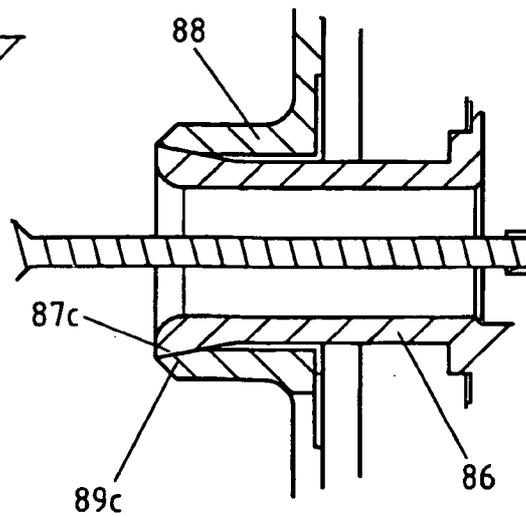


Fig. 15