



(10) **DE 20 2018 002 283 U1** 2019.06.19

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2018 002 283.7**
(22) Anmeldetag: **07.05.2018**
(47) Eintragungstag: **09.05.2019**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **19.06.2019**

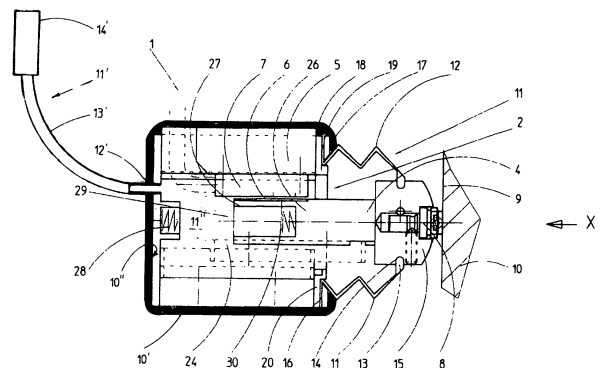
(51) Int Cl.: **G01B 21/02 (2006.01)**
G01B 21/16 (2006.01)
B23Q 17/20 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Dr. Franke + Dr. Hitzler Entwicklungen UG
(haftungsbeschränkt) & Co. KG, 38112
Braunschweig, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Messkopf für die Anwendung eines Linearmesssystems und Messanordnung**

(57) Hauptanspruch: Messkopf für die Anwendung eines Linearmesssystems (2) in einem Gehäuse (3) des Messkopfes (1), zum Messen einer relativen Position und/oder einer relativen Bewegung eines ersten Teils (4) des Linearmesssystems (2) gegenüber einem zweiten Teil (5) des Linearmesssystems (2), wobei das Linearmesssystem (2) einen Maßstab (6) aufweist, der vorzugsweise an dem ersten Teil (4) ausgebildet ist oder mit dem ersten Teil (4) verbunden ist, und mit einem Messsensor (7) der an dem zweiten Teil (5) so angeordnet ist, dass während des Betriebes des Messsensors (7) Signale des Messsensors (7) eine Position und/oder eine Bewegung des Maßstabes (6) relativ zu dem Messsensor (7) abbilden, wobei das erste Teil (4) unmittelbar an einer Kontur (9) eines zu vermessenden Werkstückes (10) anliegt oder mittelbar über einen Messeinsatz (8), der mit dem ersten Teil (4) wirkverbunden ist, an der Kontur (9) des Werkstückes (10) anliegt, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (3) des Messkopfes (1) mediendicht gebildet ist und eine Schicht (10') aus einem Dichtwerkstoff an seiner Aussenseite (10'') aufweist und dass eine Dichteinrichtung (11) zwischen dem Messeinsatz (8) und dem ersten Teil (4) des Messkopfes (11) und dem Gehäuse (3) so angeordnet ist, dass eine Messung der Position und/oder der relativen Bewegung des ersten Teils (4) unabhängig von äußeren Einflüssen, insbesondere von Betriebsstoffen am Messort des Messkopfes (1) ermöglicht ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Messkopf für die Anwendung eines Linearmesssystems gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Ferner betrifft die Erfindung eine Messanordnung unter Verwendung eines Messkopfes gemäß Anspruch 30.

[0002] Messköpfe mit Linearmesssystemen sind bekannt und dienen beispielsweise dazu, Koordinaten und/oder Oberflächeneigenschaften von Werkstücken zu bestimmen. Insbesondere werden derartige Messköpfe dazu eingesetzt, während der Bearbeitung eines Werkstückes in einer Dreh- oder Fräsmaschine oder sonstigen Werkzeugmaschine die genannten Parameter zu bestimmen. Bei einem Einsatz des Messkopfes in einer Dreh-, Fräs- oder Schleifmaschine beispielsweise ist es wünschenswert, Messungen der Koordinaten und Oberflächeneigenschaften des betreffenden Werkstückes während dessen Bearbeitung vorzunehmen und ein absätziges Verfahren mit einem ersten Verfahrensschritt als Bearbeitungsschritt und einem zweiten Verfahrensschritt als Messschritt zu umgehen.

[0003] Die zum Teil rauen Umgebungsbedingungen an Dreh-, Fräs- und Schleifmaschinen insbesondere gekennzeichnet durch das Auftreten von Bohrwasser oder anderen Betriebsstoffen und die mechanischen Belastungen der meist in filigraner Bauweise als Messtaster gebildeten Messköpfe erschweren einen direkten Einsatz eines Messkopfes an einem Werkstück während dessen Bearbeitung. Derartige Messköpfe sollen hierbei an Koordinatenmessgeräten oder Werkzeugmaschinen eingesetzt werden, die diese Umgebungsbedingungen während ihres Betriebs aufweisen. Bei solchen Werkzeugmaschinen sind in geradliniger Richtung bewegliche Teile, wie Schlitten zur Aufnahme von Dreh- oder Schleifwerkzeugen und Werkzeughaltern vorhanden, wobei an diesen beweglichen Teilen Werkstückkoordinaten mit Hilfe eines solchen Messkopfes zu ermitteln sind.

[0004] Die DE 195 43 626 B4 beschreibt eine Werkstück - Dimensionmessvorrichtung wie etwa eine Messsonde oder einen Messroller, die an einer Mantelfläche eines im Wesentlichen zylindrischen Werkstückes bei dessen Umlauf anliegt und auf dieser Fläche sich bewegt. Hierbei sind jeweils ein Messtaster an einem Schenkel der Dimensionmessvorrichtung angeordnet und gegen die abzutastende Fläche des Werkstückes gerichtet.

[0005] Die an solchen Werkstück - Dimensionmessvorrichtungen eingesetzten Messköpfe weisen in einem Gehäuse ein Linearmesssystem zum Messen einer relativen Position und/oder einer relativen Bewegung eines ersten Teils des Linearmesssystems gegenüber einem zweiten Teil des Linearmesssystems auf, wobei das Linearmesssystem einen Maß-

stab aufweist, der vorzugsweise an dem ersten Teil ausgebildet ist oder mit dem ersten Teil verbindbar ist. Ferner weisen solche Messsysteme einen Messsensor auf, der an dem zweiten Teil so angeordnet ist, dass während des Betriebes des Messsensoren Signale dessen Position und/oder Bewegung des Maßstabes relativ zu dem Messsensor abbilden, wodurch mit Hilfe einer mit dem Messsensor verbundenen Rechneinheit des Linearmesssystems die gemessenen Signale in Maße umgerechnet werden.

[0006] Die bekannten Messköpfe und Messanordnungen mit Messköpfen lassen in Bezug auf ihre Beständigkeit und Einsatzfähigkeit unter Einwirkung von Betriebsmitteln, wie Bohrwasser oder Schleifzusätze und aufgrund ihrer filigranen Bauweise, oft in der Art von nadelartigen Messtastern auch aufgrund der mangelhaften mechanischen Beanspruchbarkeit an Werkzeugmaschinen Wünsche in Bezug auf deren einwandfreien Einsatzes und Betriebs während der Werkstückbearbeitung offen.

[0007] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen gegenüber Umgebungseinflüssen resistenten, im Betrieb zuverlässig arbeitenden Messkopf und eine Messanordnung mit einem Messkopf anzugeben.

[0008] Die Aufgabe wird mit einem Messkopf mit den Merkmalen des Anspruchs 1 in seiner Gesamtheit und mit einer Messanordnung mit den Merkmalen des Anspruchs 30 in seiner Gesamtheit gelöst.

[0009] Dadurch dass das Gehäuse des Messkopfes mediendicht gebildet ist und eine Schicht aus einem Dichtwerkstoff an seiner Aussenseite aufweist und dass eine Dichteinrichtung zwischen dem Messeinsatz und/oder dem ersten Teil des Messkopfes und dem Gehäuse so angeordnet ist, dass eine Messung der Position und/oder der relativen Bewegung des ersten Teils unabhängig von äußeren Einflüssen, insbesondere von Betriebsstoffen am Messort des Messkopfes ermöglicht ist, ist ein Messkopf geschaffen, dessen Funktion von Umgebungseinflüssen, wie etwa von auf den Messkopf auftreffenden Betriebsstoffen unbeeinflusst ist. Es ist ein Messkopf geschaffen, der während der Bearbeitung eines Werkstückes auch bei problematischen Betriebsbedingungen genaue und reproduzierbare Messwerte ermitteln kann. Flüssige oder feste Betriebsstoffe in der Umgebung des Messkopfes haben keinen Einfluss auf die Messgenauigkeit und Betriebssicherheit dessen. Der Messkopf kann zeitgleich während eines Bearbeitungsschrittes des Werkstückes zur Messung eingesetzt werden und ist robust in Bezug auf seine mechanische Beanspruchbarkeit.

[0010] Bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0011] In einem ersten Ausführungsbeispiel ist an einer Aussenseite des Gehäuses des Messkopfes eine Belüftungseinrichtung für einen von dem Gehäuse umschlossenen Innenraum angeordnet und fluidführend mit dem Innenraum verbunden. Dadurch ist gewährleistet, dass sich im Betrieb des Messkopfes weder Kondenswasser im Inneren bildet, noch dass sich Differenzdrücke beim Ein- und Ausfahren des ersten Teils des Linearmesssystems zwischen der Aussenseite des Gehäuses und dem Innenraum bilden können. In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel des Messkopfes ist in der Belüftungseinrichtung eine Filterfunktion verwirklicht, sodaß gefilterte Aussenluft zu/von dem Innenraum zu/von der Umgebung des Messkopfes geführt ist. Dadurch wird insbesondere ein Eintrag von Aerosolen in den Innenraum des Messkopfes verhindert.

[0012] Die Schicht aus dem Dichtwerkstoff umschließt bevorzugt einstückig das Gehäuse des Messkopfes, sodaß auch kein Eintrag von Betriebsstoffen in das Innere des Gehäuses durch Kapillarkwirkung und Migration an Gehäusedeckeln stattfinden kann. Die Schicht aus dem Dichtwerkstoff kann zudem zumindest teilweise die Dichteinrichtung zwischen dem Messeinsatz und/oder dem ersten Teil des Messkopfes und dem Gehäuse umschließen.

[0013] Ein kostengünstiges und einfaches Aufbringen des Dichtwerkstoffes auf das Gehäuse des Messkopfes ist dadurch ermöglicht, dass die Schicht des Dichtwerkstoffes aus einem vor dem Antrag an das Gehäuse zunächst flüssigen Duroplast- oder Elastomer-Werkstoffes gebildet ist, der durch Tauchen und/oder Streichen und/oder Spritzen auf das Gehäuse aufgebracht und ausgehärtet und/oder getrocknet und/oder polymerisiert oder in sonstiger Weise von seinem flüssigen Zustand in einen festen und/oder elastischen Zustand überführt ist.

[0014] Da die um den Messkopf häufig auftretenden Betriebsstoffe sich durch unterschiedlichste chemische Zusammensetzungen auszeichnen und säure- oder laugenartigen Charakter haben können, ist vorteilhaft die Schicht des Dichtwerkstoffes aus einem chemikalienbeständigen, insbesondere säure- und laugenbeständigen, synthetischen oder natürlichen Gummiwerkstoff gebildet.

[0015] In einem besonders kostengünstig und auf einfache Weise herstellbaren Ausführungsbeispiel des Messkopfes ist die Belüftungseinrichtung aus einem, an einer Wandöffnung des Gehäuses angeschlossenen Schlauch oder Rohr und einem mit dem Schlauch oder Rohr verbundenen Filtereinrichtung für Aerosolpartikel und/oder Feststoffpartikel gebildet. Der Schlauch ist ebenso aus einem chemikalienbeständigen, vorzugsweise transparenten Werkstoff gebildet. Dies ermöglicht eine optische Kontrolle der Belüftungsluft auf Vorhandensein von Partikeln oder

Tröpfchen. Um zu verhindern, dass an die Filtereinrichtung ein Antrag von Betriebsstoffen durch Fließen oder Spritzen erfolgen kann, ist der Schlauch oder das Rohr in seiner Länge so gewählt, dass die Filtereinrichtung an einem Ort positioniert werden kann, an dem zumindest ein Betriebsstoff in der Umgebung des Messkopfes nicht fließend oder durch Spritzer dessen anzutreffen ist.

[0016] Der Filter der Filtereinrichtung ist in einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel aus gefaltetem oder plissiertem, ein- oder mehrlagigem Filterwerkstoff mit oder ohne Koagulationseigenschaften für Aerosoltröpfchen gebildet.

[0017] Der Dichtwerkstoff ist besonders bevorzugt transparent. Dadurch ist eine etwaige Unterwanderung des Dichtwerkstoffes durch Betriebsstoffe optisch auf einfache Weise zu erkennen.

[0018] Die Dichteinrichtung zwischen dem Messeinsatz und/oder dem ersten Teil des Messkopfes und dem Gehäuse ist in der Art eines Dichtelementes aus einem Elastomerwerkstoff und vorzugsweise als Faltenbalg gebildet, wobei ein erstes Ende des Faltenbalgs in einer Umfangsnut einer Meßkopfspitze dichtend eingesetzt und mit einem zweiten Ende mit Hilfe einer Klemmplatte oder eines Klemmrings an einer Stirnseite des Gehäuses des Messkopfes um seinen vollen Umfang dichtend festgelegt ist. Zur Festlegung des Dichtelementes an dem Gehäuse des Meßkopfes kann eine Anschlussplatte als Teil des Gehäuses vorgesehen sein, die vorzugsweise formschlüssig lösbar mit weiteren Gehäuseteilen verbunden ist. Die Anschlußplatte kann als Dichtflansch für das flexible Dichtelement und insbesondere zur Festlegung der Klemmplatte, vorzugsweise in formschlüssig lösbarer Weise dienen. Zwischen Anschlußplatte und Klemmplatte ist somit das zweite Ende des Dichtelementes mit seinem gesamten Umfang geklemmt und die Messkopfspitze damit gegenüber dem Gehäuse abgedichtet, aber zumindest mit einem Freiheitsgrad beweglich gehalten.

[0019] Der Dichtflansch an der Anschlussplatte ist im Querschnitt vorzugsweise L-förmig gebildet, sodaß dieser auch in radialer Richtung das an ihm festgelegte, zweite Ende des Dichtelementes umschließen kann. In einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel des Messkopfes ist die Dichteinrichtung in der Art eines Labyrinthsystems, ohne die Verwendung eines flexiblen Dichtelementes, wie beschrieben, gebildet. Das Labyrinthdichtsystem weist zumindest zwei Labyrinthhülsen auf, wobei eine erste Labyrinthhülse an dem Gehäuse des Messkopfes angeordnet, das erste Teil des Linearmesssystems zumindest auf eine Teillänge dessen radial umschließt und von dem diesem, axial bewegbar, durchragt wird. Eine zweite Labyrinthhülse ist vorzugsweise um den Messeinsatz oder an der Messkopfspitze angeordnet wobei in

Zusammenwirkung die erste Labyrinthhülse und die zweite Labyrinthhülse axial sich mit radialem Spiel überschneidend, das Labyrinthdichtsystem bilden.

[0020] Der Messeinsatz ist bevorzugt als Diamantrolle formschlüssig lösbar an der Messkopfspitze angeordnet, wobei es vorteilhaft sein kann, ein weiteres Dichtelement in der Art eines O-Ringes oder dergleichen zwischen einem Messeinsatzhalter und der Messkopfspitze anzuordnen. Der Messeinsatz überragt die Messkopfspitze in Richtung auf das Werkstück und ist mit dem beweglichen ersten Teil zusammen in dem Messkopfgehäuse gelagert.

[0021] Das erste Teil des Linearmesssystems ist in einem vorteilhaften, ersten Ausführungsbeispiel mit Hilfe eines Miniatur-Rolltisches relativ zu dem zweiten Teil spielfrei und nahezu reibungsfrei in dem Meßkopfgehäuse gelagert. Bevorzugt ist der Miniatur-Rolltisch und auch das erste Teil zylinderförmig gebildet und das Meßkopfgehäuse weist einen rechteckigen, vorzugsweise quadratischen Querschnitt auf, wobei es vorteilhaft mit zumindest einer, vorzugsweise mit mehreren planen Außenflächen gebildet ist, die einen präzisen Anschlag des Meßkopfgehäuses an einem Meßrahmen oder einer Meßanordnung ermöglichen. Im Vergleich zu Messtastern, die aus dem Stand der Technik bekannt sind, ist das Messkopfgehäuse und auch das erste und zweite Teil ungleich robuster gebildet.

[0022] Eine besonders präzise, reibungsarme Lagerung des ersten Teils des Linearmesssystems in dem Gehäuse des Meßkopfes ergibt sich, wenn ein oder mehrere Kugellinearführungssysteme angewandt sind. Dabei kann das erste Teil von einem Kugellinearführungssystem umschlossen sein oder zwischen zwei oder mehreren Kugellinearführungssystemen axial verschiebbar, aber frei von Kipptendenzen angeordnet sein.

[0023] Das erste, bewegliche Teil ist bevorzugt in der Art eines Kolbens gebildet in dessen Innenraum zumindest von einem Teil eines Kolbenhemdes des Kolbens überragt, ein Energiespeicher angeordnet ist, der die Meßkopfspitze und den Meßeinsatz in Richtung auf das Werkstück vorspannt. Dadurch ist eine sehr hohe Messgenauigkeit des Messkopfes ermöglicht.

[0024] Vorzugsweise ist der Energiespeicher in der Art einer zylindrischen Zug- oder Druckfeder gebildet. Die Messkopfspitze und das erste Teil bilden einen Meßschieber.

[0025] An einer Innenwand des Gehäuses des Messkopfes ist der Messsensor als vorzugsweise optischer Sensor festgelegt. An dem ersten Teil ist, dem Meßsensor zugewandt und diesem gegenüberliegend, der Maßstab festgelegt, dessen Skalierung

von dem Meßsensor erfasst ist. Der Maßstab ist so an dem ersten Teil angeordnet, dass die Messebene des Maßstabes mit der Längsachse des ersten Teils zusammenfällt. Dadurch ist jeglicher systemische Messfehler, etwa hervorgerufen durch Biegeschwingungen des ersten Teils im Betrieb des Meßkopfes vermieden. Der Maßstab ist bevorzugt als Inkrementalmaßstab ausgebildet und Signale des Messensors werden von einer Recheneinheit des Linearmesssystems so verarbeitet, dass eine Auflösung der Messgenauigkeit von bis zu etwa 0,3 µm ermöglicht ist.

[0026] Das Linearmesssystem ist in Bezug auf die Umgebungstemperatur des Messkopfes temperaturkompensiert ausgebildet. Hierbei kann die Schicht aus dem Dichtwerkstoff an der Aussenseite des Messkopfgehäuses zu einem großen Teil beitragen. Die Schicht kann mehrere Millimeter dick gebildet sein. Um Anfahr- und Rückstellbewegungen des ersten Teils mit der Messkopfspitze an einem Werkstück generieren zu können ist vorteilhaft ein Aktuator in dem Gehäuse des Meßkopfes angeordnet. Der Messeinsatz kann so, vorzugsweise anwendungsspezifisch mit einer vorzugsweise gesteuerten Abhebe- und Annäherungsbewegung zu dem Werkstück bewegt werden. Der Aktuator ist vorteilhaft in der Art eines einfach oder doppelt wirkenden Pneumatikzylinders gebildet. Zu dessen Anschluß an eine Druckluftquelle ist ein Pneumatikanschluß an dem Gehäuse des Messkopfes vorgesehen. Auch der Pneumatikanschluß kann von der Schicht aus Dichtwerkstoff umhüllt sein.

[0027] Der erfindungsgemäße Messkopf kann vorteilhaft in einer Meßanordnung eingesetzt werden und hier an einem Meßrahmen, insbesondere jeweils ein Messkopf an einem Ende des Messrahmens angeordnet sein. Vorzugsweise liegen sich die Meßköpfe im Betrieb der Messanordnung diametral gegenüber und berühren mit ihrem jeweiligen Meßeinsatz das Werkstück auf gegenüberliegenden Seiten. So lässt sich beispielsweise ein Walzenzylinder von dem Meßrahmen der Messanordnung übergreifen und auch während dessen Bearbeitung, wie etwa einem Schleifvorgang unter Einwirkung von flüssigen Kühl- und Schleifzusatzfluiden, Durchmesser, Toleranzen, Werkstückprofile und dergleichen bestimmen. Hierbei kann die zwischen den beiden Messeinsätzen der Meßkopfspitze definierte Messebene genau oder etwa senkrecht zu einem Maschinenbett einer Werkzeugmaschine für die Bearbeitung des Werkstückes verlaufen. Es kann auch vorteilhaft sein, die Messebene in einem beliebigen, anderen Winkel zu dem Maschinenbett auszurichten. Ein Eindringen von Betriebsflüssigkeit in die Messköpfe ist durch diese Bauweise in jedem Fall vermieden.

	Bezugszeichenliste
1	Messkopf
2	Linearmesssystem
3	Gehäuse
3'	Wand
4	Teil, erstes
5	Teil, zweites
6	Maßstab
7	Meßsensor
8	Messeinsatz
9	Kontur, v. 10
10	Werkstück
10'	Schicht/Dichtwerkstoff
10''	Aussenseite
11	Dichteinrichtung
11'	Belüftungseinrichtung
11''	Innenraum
12	Dichtelement
12'	Wandöffnung
13	Ende, erstes v. 12
13'	Schlauch
14	Umfangsnut
14'	Filtereinrichtung
15	Messkopfspitze
16	Ende, zweites
17	Klemmplatte
18	Stirnseite
19	Anschlußplatte
20	Dichtflansch
21	Labyrinthdichtsystem
22	Labyrinthhülse, erste
23	Labyrinthhülse, zweite
24	Miniatur-Rolltisch
25	Kugellinearführungssystem
26	Kolben
27	Kolbenhemd
28	Energiespeicher
29	Messschieber
30	Skalierung

31	Messebene
32	Längsachse
33	Aktuator

[0028] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben und anhand der Zeichnung näher dargestellt. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen nicht maßstäblichen, schematischen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messkopfes,

Fig. 2 eine schematische Ansicht in Pfeilrichtung X in **Fig. 1**,

Fig. 3 einen weiteren, nicht maßstäblichen, schematischen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Messkopfes,

Fig. 4 einen schematischen Querschnitt entlang der Linie III-III in **Fig. 3**

[0029] In **Fig. 1** ist in einem schematischen Längsschnitt ein erstes Ausführungsbeispiel eines Messkopfes **1** für die Anwendung eines Linearmesssystems **2** in einem Gehäuse **3** aus Edelstahl gezeigt. Der Meßkopf **1** dient zum Messen einer relativen Position und/oder einer relativen Bewegung eines ersten Teils **4** gegenüber einem zweiten Teil des Linearmesssystems **2**. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist das erste Teil **4** zylinderförmig und axial beweglich in dem Gehäuse **3** angeordnet, während das zweite Teil **5** gehäusefest gebildet ist. An dem ersten Teil **4** ist ein in axialer Richtung sich erstreckender Maßstab **6** festgelegt. Ein Messsensor **7** ist an dem zweiten Teil **5** so angeordnet, dass während des Betriebes des Meßsensors **7** Signale dessen eine Position und/oder eine Bewegung des Maßstabes **6** relativ zu dem Messsensor **7** abbilden.

[0030] Das erste Teil **4** ist mit einem Meßeinsatz **8** in formschlüssig lösbarer Weise verbunden, wobei der Messeinsatz **8** im Betrieb des Messkopfes **1**- etwa bei der Messung des Durchmesser und der Oberflächentoleranzen einer Walze für Papiermaschinen - während eines Schleifvorganges der Walze permanent auf einer Kontur **9** des Werkstückes **10** geführt ist und anliegt. Das Gehäuse **3** des Meßkopfes **1** ist dabei mediendicht, d.h. dichtend gegenüber Betriebsstoffen, wie Bohrwasser etc. gebildet. Hierzu ist insbesondere das Gehäuse **3** durch wenige aneinander befestigten Teile mit entsprechender Dichtebeine ausgebildet und/oder weist an seiner Aussenseite **10''** eine Schicht **10'** aus einem Dichtwerkstoff auf. In den in allen Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen ist die Schicht **10'** aus einem synthetischen Gummiwerkstoff gebildet, der durch mehrfaches Tauchen in den Gummiwerkstoff und anschließendes Trocknen des Gehäuses **3** aufgebracht ist und etwa 3 mm

Schichtdicke aufweist. Der Dichtwerkstoff ist transparent und erlaubt so eine Kontrolle auf Unterwanderung etwa durch Betriebsstoffe. Um Differenzdrücke in dem Innenraum **11''** des Gehäuses **3** beim Ein- und Ausfahren des ersten Teils **4** mit dem Messeinsatz **8** zu verhindern und um eine ausreichende Belüftung des Innenraumes **11''** des Gehäuses **3** zu gewährleisten, damit keine Kondensation in dem Innenraum **11''** erfolgen kann, weist der Messkopf **1** eine Belüftungseinrichtung **11'** auf. Die Belüftungseinrichtung **11'** ist an der Aussenseite **10''** des Gehäuses **3** angeordnet und im Wesentlichen durch einen transparenten Silikonschlauch **13'** gebildet, der über einen Flansch an einer Wand **3'**, die vorzugsweise dem Messeinsatz **8** gegenüberliegt, fluidführend im Sinne von Luft in den Innenraum **11'** führend, mit dem Innenraum **11''** über eine Wandöffnung **12'** verbunden ist. An einem freien Ende des Schlauches **13'** ist eine Filtereinrichtung **14'** angeordnet, von der die in den Schlauch **13'** eintretende Umgebungsluft mit einem nicht gezeigten, plissierten mehrlagigen Filterwerkstoff gefiltert wird.

[0031] Eine Dichteinrichtung **11** ist zwischen dem Messeinsatz **8** des Messkopfes und dem Gehäuse **3** gebildet, die zum einen die Beweglichkeit des Messeinsatzes **8** gegenüber dem Gehäuse **3** nicht einschränkt und zum anderen die Axialverschiebung des ersten Teils **4** zu dem zweiten Teil **5** erlaubt und die Austrittsstelle des ersten Teils **4** aus dem Gehäuse **3** nach außen abdichtet.

[0032] In dem in **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Dichteinrichtung **1** in der Art eines Dichtelements **12** aus einem Elastomerwerkstoff gebildet und insbesondere als Faltenbalg ausgebildet. Ein erstes Ende **13** des Dichtelements **12** ist in einer Umfangsnut **14** einer Messkopfspitze **15** dichtend eingesetzt, wobei die Messkopfspitze **15** zur Aufnahme des Messeinsatzes **8** dient. Ein zweites Ende **16** des Dichtelements **12** ist mit Hilfe einer Klemmplatte **17** oder eines Klemmrings an einer Stirnseite **18** des Gehäuses **3** dichtend festgelegt.

[0033] Das Gehäuse **3** ist, wie insbesondere die **Fig. 4** in einem schematischen Querschnitt zeigt, im Wesentlichen aus einem U-förmigen Teil, einem seitlichen Deckelteil und stirnseitigen Platten gebildet, wobei die Platte an derjenigen Seite des Gehäuses **3**, durch welche das erste Teil **4** ragt, als Anschlußplatte **19** für den Dichtflansch **20** des Dichtelements **12** dient. Der Dichtflansch **20** hat eine L-förmige Querschnittsform, sodaß ein kreisförmiger Bund gebildet ist, an dem sich das innenumfangsseitige Ende des Dichtelements **12** anlegen kann.

[0034] Wie **Fig. 3** zeigt, ist die Dichteinrichtung **11** in einem weiteren, vorteilhaften Ausführungsbeispiel des Messkopfes **1** als Labyrinthdichtsystem **21** gebildet. Das Labyrinthdichtsystem **21** weist eine erste Labyrinthhülse **22** auf, die mit radialem Abstand den

ersten Teil **4** umfangsseitig zumindest auf einer Teillänge des ersten Teils **4** umschließt und die am Gehäuse **3** festgelegt ist.

[0035] Eine zweite Labyrinthhülse **23** ist an der Messkopfspitze **15** an deren radialen Umfangsfläche festgelegt. In der unteren Hälfte der **Fig. 3** ist die zweite Labyrinthhülse **23** mit geringerem Außendurchmesser als der Innendurchmesser der ersten Labyrinthhülse **22** gezeigt, während in der oberen Hälfte von **Fig. 3** die zweite Labyrinthhülse **23** so in Bezug auf ihren Umfang gebildet ist, dass sie hutartig die erste Labyrinthhülse **22** übergreifen kann. In Abhängigkeit von einer Expositionsrichtung etwa an dem Messkopf anspritzenden Betriebsfluids und dessen Fernhaltung von einem Eintritt in das Gehäuse **3** wird die eine oder andere Ausführungsform des Labyrinthdichtsystems **21** gewählt. In jedem Fall überschneiden sich im Betrieb des Messkopfes **1** die Labyrinthhülsen **22, 23** axial ständig.

[0036] In den in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** gezeigten Ausführungsbeispielen ist Teil des Messeinsatzes **8** eine Diamantrolle, die an der Spitze dessen drehbar gehalten ist und auf dem Werkstück **10** abrollen kann. Der Messeinsatz **8** selbst ist formschlüssig lösbar in der Art eines Stufenkolbens in einer entsprechend zylinderförmigen Aufnahme in der Messkopfspitze **15** gehalten. Der Messeinsatz **8** kann auf verschiedene Art und Weise, z.B. mittels zwischengelegter O-Ringe oder indem dessen Aufnahme in der Messkopfspitze **15** sacklochartig gebildet ist, gegenüber der Messkopfspitze **15** abgedichtet sein.

[0037] In **Fig. 1** und **Fig. 2** ist der erste Teil **4** in dem Gehäuse **3** unter Verwendung eines Miniatur-Rolltisches **24** gelagert. Eine spielfrei und frei von Kippbewegungen des ersten Teils **4** sich darstellende Längsführung ist dadurch ermöglicht.

[0038] Das in den **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellte Ausführungsbeispiel weist ein Kugellinearführungssystem **25** auf, mit Hilfe dessen das erste Teil **4** spielfrei, aber axial beweglich gegenüber dem Gehäuse **3** gelagert ist. Es werden hierbei zwei Kugellinearführungen (**Fig. 4**) zu jeder Seite des ersten Teils **4** angeordnet und das erste Teil **4** ist hierbei in der Art eines Schlittens axial in dem Gehäuse **3** gelagert. In **Fig. 1** hingegen ist das erste Teil **4** in der Art eines Kolbens **26** gebildet, in dessen Innenraum zumindest von einem Teil eines Kolbenhemds **27** des Kolbens **26** überragt, ein Energiespeicher **28** in der Art einer zylindrischen Druckfeder angeordnet ist, der die Messkopfspitze **15** und deren Messeinsatz **8** in Richtung auf das Werkstück vorspannt.

[0039] An dem zweiten Teil **5**, das vorzugsweise von einem Wandsegment des Gehäuses **3** gebildet ist, ist der Messsensor **7** als vorzugsweise optischer Sensor festgelegt. An dem ersten Teil **4**, dem Meßsensor **7**

zugewandt, ist der Maßstab **6** gegenüberliegend angeordnet, sodaß eine Skalierung **30** dessen von dem Messsensor **7** erfaßt werden kann.

[0040] Wie insbesondere **Fig. 4** verdeutlicht, ist der Maßstab so an dem ersten Teil **4** angeordnet, dass eine Messebene **31** des Maßstabes **6** mit einer Längsachse **32** des ersten Teils **4** deckungsgleich ist, bzw. zusammenfällt, sodaß sozusagen der Maßstab in einer neutralen Faser des ersten Teils und dessen Lagerung zu liegen kommt. Der Maßstab **6** ist als Inkrementalmaßstab ausgebildet und die Signale des Messensors **7** sind von einer nicht näher gezeigten Recheneinheit des Linearmeißsystems **2** so verarbeitet, dass eine Auflösung der Messgenauigkeit von bis zu etwa $0,3 \mu\text{m}$ ermöglicht ist. Das Linearmeißsystem **2** ist in Bezug auf Umgebungstemperaturen des Meßkopfes **1** temperaturkompensiert. Dies auch durch die Wirkung der Schicht **10'** aus Dichtwerkstoff.

[0041] In **Fig. 3** und **Fig. 4** ist ein Aktuator **33** im Inneren des Gehäuses **3** gezeigt, der eine Abhebe- und/oder Annäherungsbewegung des Messeinsatzes **8** bzw. des ersten Teils **4** an das Werkstück **10** ermöglicht. Dieser ist in der Art eines einfachwirkenden Miniatur-Pneumatikzylinders gebildet. Über einen nicht näher dargestellten Pneumatikanschluß an dem Gehäuse kann dieser, von einer Steuereinrichtung gesteuert, mit Druckluft beaufschlagt werden, beispielsweise um am Ende eines Messintervalls vom Werkstück **10** wegbewegt zu werden.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 19543626 B4 [0004]

Schutzansprüche

1. Messkopf für die Anwendung eines Lineararmsystems (2) in einem Gehäuse (3) des Messkopfes (1), zum Messen einer relativen Position und/oder einer relativen Bewegung eines ersten Teils (4) des Lineararmsystems (2) gegenüber einem zweiten Teil (5) des Lineararmsystems (2), wobei das Lineararmsystem (2) einen Maßstab (6) aufweist, der vorzugsweise an dem ersten Teil (4) ausgebildet ist oder mit dem ersten Teil (4) verbunden ist, und mit einem Messsensor (7) der an dem zweiten Teil (5) so angeordnet ist, dass während des Betriebes des Messsensors (7) Signale des Messsensors (7) eine Position und/oder eine Bewegung des Maßstabes (6) relativ zu dem Messsensor (7) abbilden, wobei das erste Teil (4) unmittelbar an einer Kontur (9) eines zu vermessenden Werkstückes (10) anliegt oder mittelbar über einen Messeinsatz (8), der mit dem ersten Teil (4) wirkverbunden ist, an der Kontur (9) des Werkstückes (10) anliegt, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (3) des Messkopfes (1) mediendicht gebildet ist und eine Schicht (10') aus einem Dichtwerkstoff an seiner Aussenseite (10'') aufweist und dass eine Dichteinrichtung (11) zwischen dem Messeinsatz (8) und/oder dem ersten Teil (4) des Messkopfes (1) und dem Gehäuse (3) so angeordnet ist, dass eine Messung der Position und/oder der relativen Bewegung des ersten Teils (4) unabhängig von äußeren Einflüssen, insbesondere von Betriebsstoffen am Messort des Messkopfes (1) ermöglicht ist.

2. Messkopf nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass an einer Aussenseite (10'') des Gehäuses (3) des Messkopfes (1) eine Belüftungseinrichtung (11') für einen von dem Gehäuse (3) umschlossenen Innenraum (11'') des Gehäuses (3) angeordnet ist und fluidführend mit dem Innenraum (11'') verbunden ist.

3. Messkopf nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch die Belüftungseinrichtung (11') gefilterte Aussenluft zu/von dem Innenraum (11'') zu/von der Umgebung des Messkopfes (1) geführt ist.

4. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (10') aus dem Dichtwerkstoff das gesamte Gehäuse (3) einstückig umschließt.

5. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (10') aus dem Dichtwerkstoff das gesamte Gehäuse (3) und zumindest teilweise die Dichteinrichtung (11) umschließt.

6. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (10') des Dichtwerkstoffes aus einem vor dem Antragsantrag an das Gehäuse (3) zunächst flüssigen Duroplast-

oder Elastomer-Werkstoff gebildet ist, der durch Tauchen und/oder Streichen und/oder Spritzen auf das Gehäuse (3) aufgebracht und ausgehärtet und/oder getrocknet und/oder polymerisiert oder in sonstiger Weise von seinem flüssigen Zustand in einen festen und/oder elastischen Zustand überführt ist, gebildet ist.

7. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schicht (10') des Dichtwerkstoffes aus einem chemikalienbeständigen, insbesondere säure- und laugenbeständigen, synthetischen oder natürlichen Gummiwerkstoff gebildet ist.

8. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Belüftungseinrichtung (11') einen, an einer Wandöffnung (12') des Gehäuses (3) angeschlossenen Schlauch (13') oder ein Rohr und eine mit dem Schlauch (13') oder Rohr verbundene Filtereinrichtung (14') für Aerosolpartikel und/oder Feststoffpartikel aufweist.

9. Messkopf nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filtereinrichtung (14') an einem, von dem Werkstück (10) zumindest so weit entfernten Ort angeordnet ist, dass ein Anstrich von Betriebsstoffen durch Fließen oder Spritzen an die Filtereinrichtung (14') ausgeschlossen ist.

10. Messkopf nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Filtereinrichtung (14') einen Filter aus plissierten, ein- oder mehrlagigen Filterwerkstoff mit oder ohne Koagulationseigenschaften für Aerosoltröpfchen aufweist.

11. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dichtwerkstoff transparent oder in einem frei wählbaren Farbton gebildet ist.

12. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichteinrichtung (11) in der Art eines Dichtelementes (12) aus einem Elastomerwerkstoff gebildet ist, mit einem ersten Ende (13), das in einer Umfangsnut (14) einer Messkopfspitze (15) dichtend eingesetzt ist und mit einem zweiten Ende (16) mit Hilfe einer Klemmplatte (17) oder eines Klemmringes an einer Stirnseite (18) des Gehäuses (3) dichtend festgelegt ist.

13. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gehäuse (3) des Messkopfes (1) eine dieses abschließende, vorzugsweise formschlüssig lösbare Anschlussplatte (19) aufweist, die als Dichtflansch (20) für das flexible Dichtelement (12) und zur Festlegung der Klemmplatte (17) vorzugsweise in formschlüssig lösbarer Weise, dient.

14. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Dichtflansch (20) eine L-förmige Querschnittsform aufweist.

15. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Dichteinrichtung (11) in der Art eines Labyrinthdichtsystems (21) gebildet ist.

16. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Labyrinthdichtsystem (21) zumindest zwei Labyrinthhülsen (22, 23) aufweist, wobei eine erste Labyrinthhülse (22) an dem Gehäuse (3) des Messkopfes (1) angeordnet, den ersten Teil (4) umfangsseitig zumindest auf eine Teillänge dessen umschließt und eine zweite Labyrinthhülse (23) an dem Messeinsatz (8) oder an der Meßkopfspitze (15) angeordnet ist, wobei in Zusammenwirkung die erste Labyrinthhülse (22) und die zweite Labyrinthhülse (23) sich mit Spiel axial überschneidend das Labyrinthdichtsystem (21) bilden.

17. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messeinsatz (8) formschlüssig lösbar an der Messkopfspitze (15) angeordnet ist, diese in Richtung auf das Werkstück (10) überragt und dass die Messkopfspitze (15) mit dem beweglichen ersten Teil (4) in dem Messkopfgehäuse (3) gelagert ist.

18. Messkopf nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Teil (4) des Linearmesssystems (2) mit Hilfe eines Miniatur-Rolltisches (24) relativ zu dem zweiten Teil (5) in dem Messkopfgehäuse (3) gelagert ist.

19. Messkopf nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet** dass der Miniatur-Rolltisch (24) und/oder das erste Teil (4) zylinderförmig gebildet sind und dass das Messkopfgehäuse (3) einen rechteckigen, vorzugsweise quadratischen Querschnitt aufweist.

20. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Teil (4) des Linearmesssystems (2) mit Hilfe eines spielfreien Kugellinearführungssystems (25) relativ zu dem zweiten Teil (5) in dem Gehäuse (3) gelagert ist.

21. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Teil (4) in der Art eines Kolbens (26) gebildet ist in dessen Innerem zumindest von einem Teil eines Kolbenhemdes (27) des Kolbens (26) überragt, ein Energiespeicher (28) angeordnet ist, der die Messkopfspitze (15) und den Messeinsatz (8) in Richtung auf das Werkstück (10) vorspannt.

22. Messkopf nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Energiespeicher (28) in der Art einer vorzugsweise zylindrischen Zug- oder Druckfeder gebildet ist.

23. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messkopfspitze (15) und das erste Teil (4) einstückig, einen Messschieber (29) bildend, ausgebildet sind.

24. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass an dem zweiten Teil (5), das vorzugsweise von einer Wand des Gehäuses (3) gebildet ist, der Messsensor (7) als vorzugsweise optisch wirkender Messsensor (7) festgelegt ist und dass an dem ersten Teil (4), dem Messsensor (7) zugewandt und gegenüberliegend, der Maßstab (6) festgelegt ist, dessen Skalierung (30) von dem Messsensor (7) erfasst ist.

25. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet** dass der Maßstab (6) so an dem ersten Teil (4) angeordnet ist, dass die Messebene (31) des Maßstabes (6) mit der Längsachse (32) des ersten Teils (4) zusammenfällt.

26. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Maßstab (6) als Inkrementalmaßstab ausgebildet ist und dass die Signale des Messsensors (7) von einer Recheneinheit des Linearmesssystems (2) so verarbeitet sind, dass eine Auflösung der Messgenauigkeit von bis zu etwa 0,3 µm ermöglicht ist.

27. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Linearmesssystem (2) in Bezug auf die Umgebungstemperatur des Messkopfes (1) temperaturkompensiert ausgebildet ist.

28. Messkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Gehäuse (3) des Messkopfes (1) ein Aktuator (33) angeordnet ist, der eine Abhebe- und/oder Annäherungsbewegung des Messeinsatzes (8) und/oder des ersten Teils (4) an das Werkstück (10) ermöglicht.

29. Messkopf nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktuator (33) in der Art eines Pneumatikzylinders gebildet ist, der einfach- oder doppelwirkend ausgeführt und der über einen Pneumatikanschluß an dem Gehäuse (3) des Messkopfes (1) mit Druckluft beaufschlagbar ist.

30. Messanordnung unter Verwendung eines Messkopfes gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messanordnung einen Messrahmen aufweist an dessen jeweiligem Ende jeweils zumindest ein Messkopf (1) angeordnet ist, wobei die Messköpfe (1) sich im

Betrieb der Messanordnung diametral gegenüberliegend, das Werkstück (10) auf sich gegenüberliegenden Werkstückseiten berühren.

31. Messanordnung nach Anspruch 30, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwischen den beiden Messeinsätzen (8) der Meßköpfe (1) definierte Messebene genau oder etwa senkrecht oder parallel zu einem Maschinenbett einer Werkzeugmaschine für die Bearbeitung des Werkstückes (10) verläuft.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

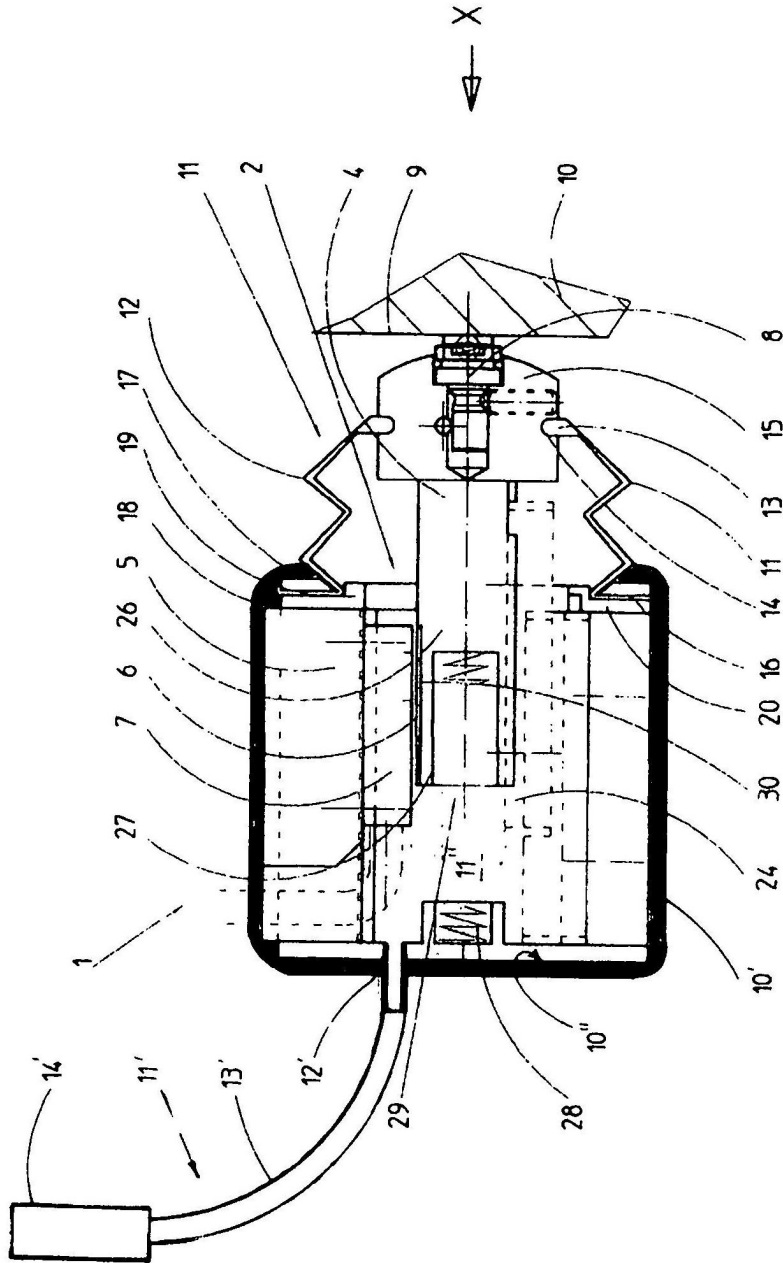


Fig. 1

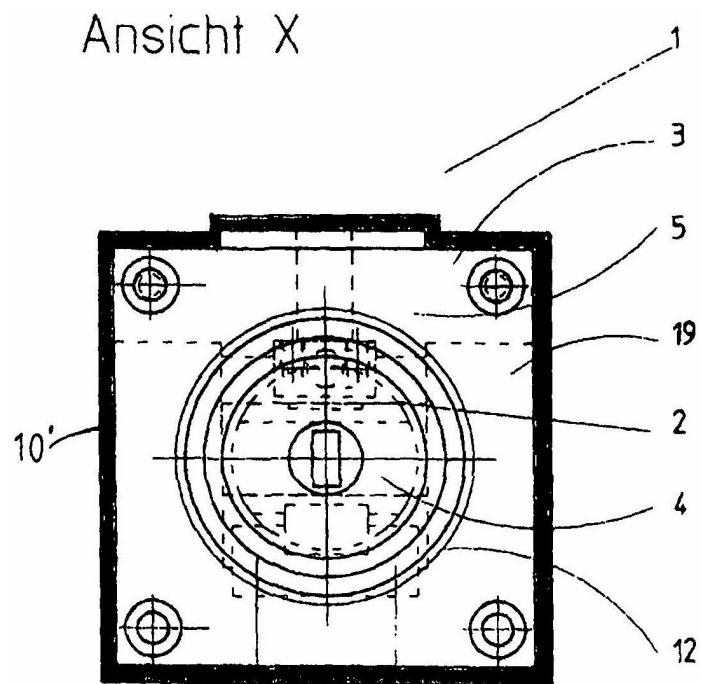


Fig. 2

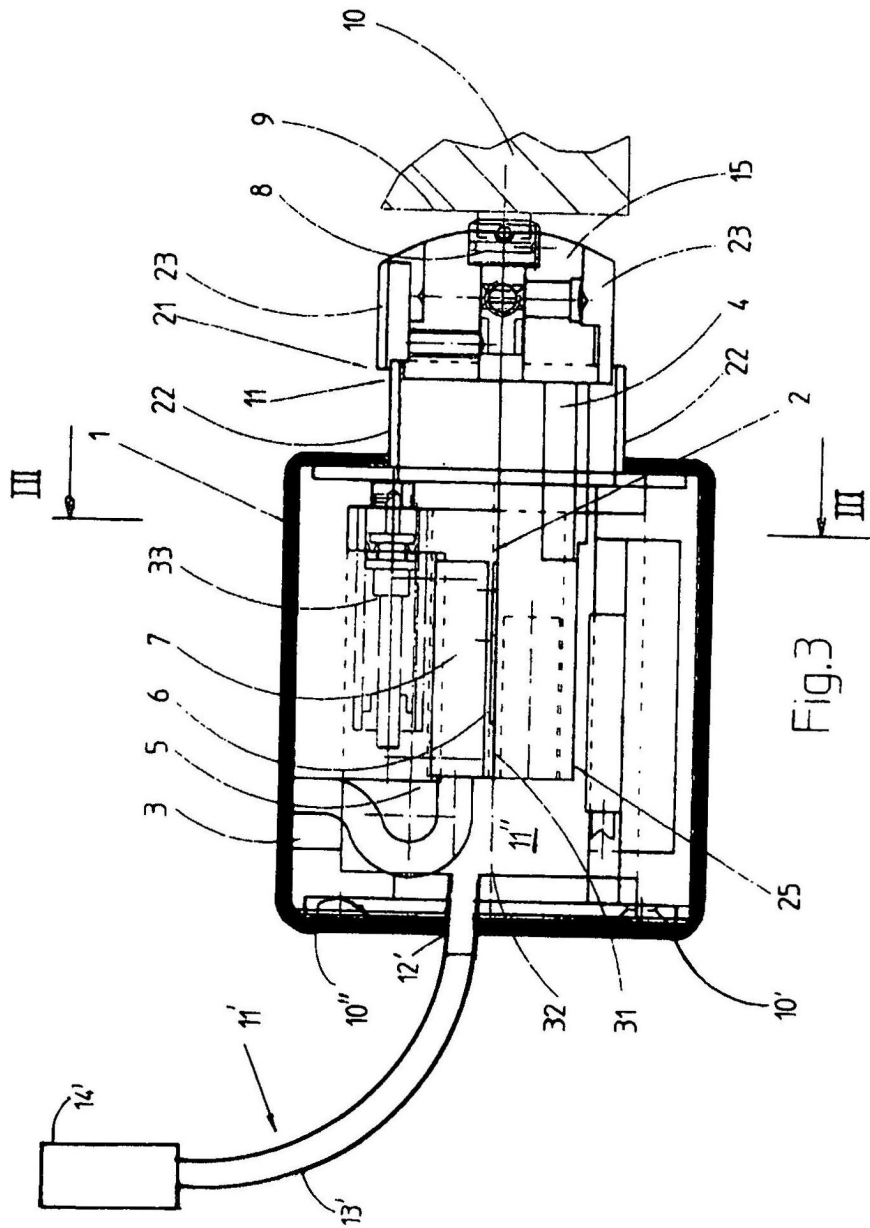


Fig.3

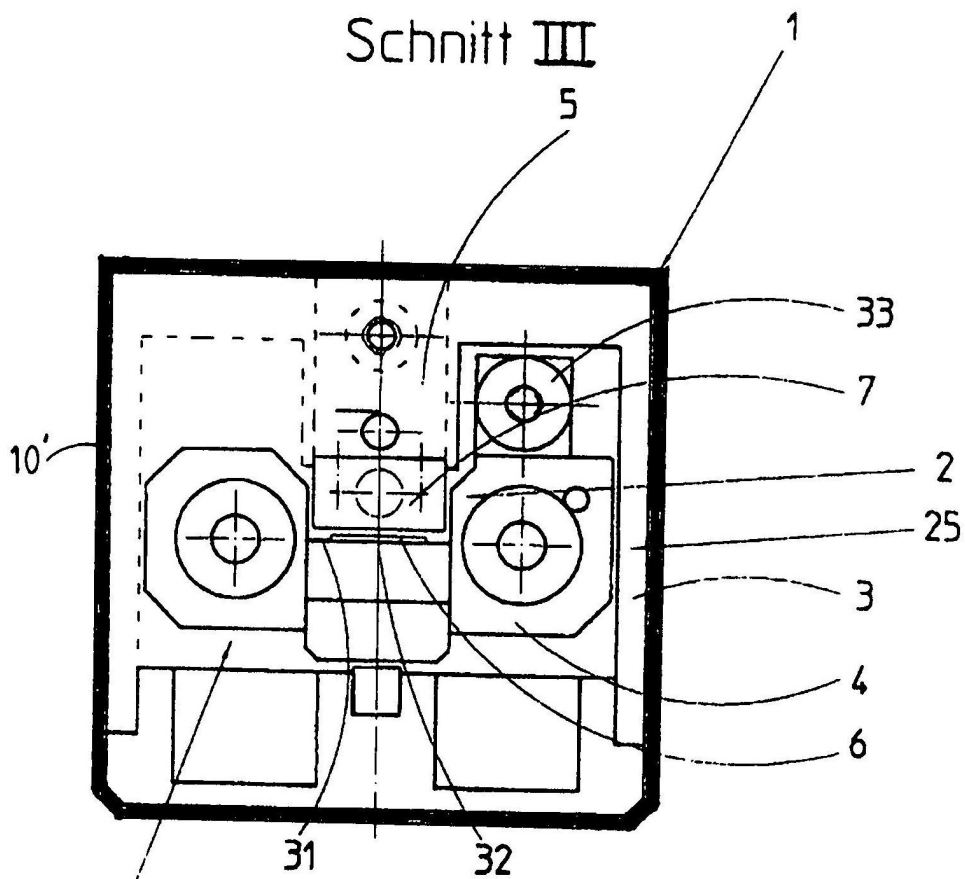


Fig.4