



(10) **DE 10 2009 039 353 B4** 2011.06.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 039 353.6**
(22) Anmeldetag: **29.08.2009**
(43) Offenlegungstag: **24.03.2011**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.06.2011**

(51) Int Cl.: **G01B 21/04 (2006.01)**
G01B 5/008 (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH, 73447,
Oberkochen, DE**

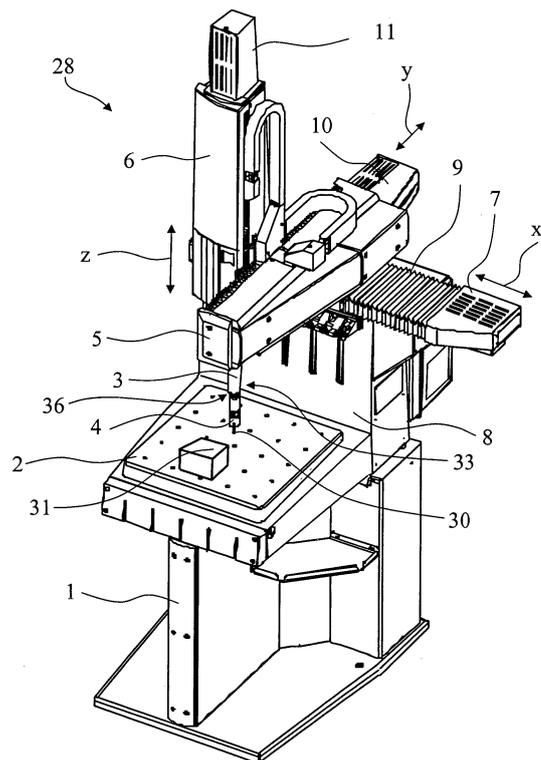
(72) Erfinder:
Matzkovits, Berthold, 89547, Gerstetten, DE;
**Walther, Jörg, 89547, Gerstetten, DE; Brenner,
Roland, 74599, Wallhausen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	10 2007 057849	A1
DE	199 60 891	A1
DE	103 33 561	A1
DE	44 08 912	A1
DE	43 31 655	A1
US	61 61 298	A1
US	49 64 221	
US	47 99 316	
US	43 89 781	
US	41 49 317	

(54) Bezeichnung: **Koordinatenmessgerät mit magnetischer Raste für den vertikalen Messschlitten**

(57) Hauptanspruch: Koordinatenmessgerät umfassend einen Sensor (4) zur Erfassung der Oberfläche eines Werkstückes (31), eine Werkstückauflage (2) zur Aufnahme eines zu vermessenden Werkstückes (31), und eine Mechanik, um den Sensor (4) relativ zu einem Werkstück (31) zu bewegen, wobei die Mechanik wenigstens einen in vertikaler Richtung beweglichen Messschlitten (36) umfasst, der auf einer vertikalen Linearführung (13, 15) beweglich relativ zu einem gegenüber dem Messschlitten feststehenden Teil (27) der Mechanik geführt ist, wobei am unteren Ende dieses Messschlittens der Sensor befestigt ist, wobei eine berührungslos arbeitende, magnetische Raste (29) vorgesehen ist, um den Messschlitten im oberen Endbereich seines Verfahrensweges fest zu rasten, wobei diese Raste (29) ein Rastelement (18) und ein Gegenrastelement (19) umfasst, die als magnetische Raste zusammenwirken, und wobei entweder das Rastelement (18) am Messschlitten (36) befestigt ist und am relativ zum Messschlitten feststehenden Teil (27) das Gegenrastelement (19) befestigt ist, oder das Rastelement am relativ zum Messschlitten feststehenden Teil befestigt...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Koordinatenmessgerät umfassend einen Sensor zur Erfassung der Oberfläche eines Werkstückes, eine Werkstückauflage zur Aufnahme eines zu vermessenden Werkstückes, und eine Mechanik, um den Sensor relativ zu einem Werkstück zu bewegen, wobei die Mechanik wenigstens einen in vertikaler Richtung beweglichen Messschlitten umfasst, der auf einer vertikalen Linearführung beweglich relativ zu einem gegenüber dem Messschlitten feststehenden Teil der Mechanik geführt ist, wobei am unteren Ende dieses Messschlittens der Sensor befestigt ist.

[0002] Derartige Koordinatenmessgeräte sind bereits seit längerem in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt. Gemeinsam ist diesen Koordinatenmessgeräten, dass der Sensor an einem vertikal beweglich gelagerten Messschlitten befestigt ist. Dieser Messschlitten ist üblicherweise auf einer vertikal ausgerichteten Führung beweglich gelagert, wobei der Messschlitten in der Regel über einen Antrieb in vertikaler Richtung angetrieben werden kann und ein Maßstab vorgesehen ist, über den die jeweilige Position des Messschlittens gemessen werden kann. Natürlich gibt es vereinzelt auch manuell bewegbare Koordinatenmessgeräte, bei denen der Messschlitten manuell verstellt wird. Zur Bewegung des Sensors relativ zum Werkstück in den beiden anderen Koordinatenrichtungen kann die Mechanik zwei weitere Messschlitten aufweisen, die genau wie die vertikale Linearachse aufgebaut sind. Koordinatenmessgeräte vom beschriebenen Typ sind in unterschiedlichen Ausgestaltungen bekannt. Beispielsweise zeigen die Druckschrift DE 44 08 912 A1 ein solches Koordinatenmessgerät in Portalbauweise, oder die US 6,161,298 in Brückenbauweise.

[0003] Alternativ kann aber auch die Werkstückauflage mit dem hierauf befindlichen Werkstück in einer oder zwei horizontalen Linearachsen verschieblich gelagert sein.

[0004] Bei diesen Koordinatenmessgeräten besteht die Forderung, dass die gegenüber dem feststehenden Teil beweglichen Messschlitten bei einem Abschalten des Koordinatenmessgerätes sich nicht mehr bewegen. Für die horizontal beweglichen Messschlitten ist diese Forderung unproblematisch, da nach dem Abschalten des Koordinatenmessgerätes keine Kräfte in Bewegungsrichtung des jeweiligen Messschlittens auftreten.

[0005] In vertikaler Richtung wurden zur Realisierung dieser Forderung in der Vergangenheit teils aufwändige Lösungen erforderlich, da aufgrund des Eigengewichtes des Messschlittens die Gewichtskraft kompensiert werden musste.

[0006] Beispielsweise wird die Gewichtskraft in den Druckschriften DE 44 08 12 A1, US 4 799 316, US 4,389,781 durch einen pneumatischen Druckluftzylinder kompensiert, der zwischen dem Messschlitten und dem relativ hierzu feststehenden Teil eine zur Gewichtskraft des Messschlittens entsprechende Gegenkraft erzeugt. Die Besonderheit hieran ist darin zu sehen, dass zur Gewichtskompensation eine relativ aufwändige Steuerung der Druckluft im pneumatischen Zylinder erforderlich ist und dass außerdem sichergestellt wird, dass der für die Gewichtskompensation notwendige Luftdruck im pneumatischen Druckluftzylinder auch während der Stillstandszeiten des Koordinatenmessgerätes immer aufrechterhalten wird. Außerdem ist diese Lösung verschleißanfällig.

[0007] In der Druckschrift DE 10 2007 057 849 A1 wird die Gewichtskraft über eine Gasdruckfeder kompensiert, wobei die Gasdruckfeder über eine Art Flaschenzug mit dem Messschlitten verbunden ist. Der Flaschenzug umfasst ein Seil, das über mehrere Umlenkrollen derart geführt ist, dass der relativ große lineare Verstellbereich des Messschlittens in vertikaler Richtung in einen relativ kleinen Verstellbereich der Gasdruckfeder umgesetzt wird. Auch diese Lösung ist relativ aufwändig. Das Seil ist außerdem verschleißanfällig.

[0008] In der Druckschrift US 4,964,221 wird die Gewichtskraft über eine stark vorgespannte Spiralfeder kompensiert, die damit in ihrem verwendeten Verstellbereich nahezu konstante Kräfte erzeugt. Auch hierin ist die Spiralfeder über eine Art Flaschenzug mit dem vertikal beweglichen Messschlitten verbunden, der eine Längenänderung der Spiralfeder in einen doppelt so großen Hub des Messschlittens umsetzt. Der Flaschenzug umfasst ein Band, das über mehrere Umlenkrollen geführt ist. Eine der Umlenkrollen kann hierbei über einen Antrieb angetrieben werden, so dass das Band nicht nur der Kompensation der Gewichtskraft des Messschlittens dient, sondern Gleichfalls auch die Kräfte zum Bewegen des Messschlittens überträgt. Auch diese Lösung ist relativ aufwändig. Das Band ist außerdem verschleißanfällig.

[0009] In US 4,149,317 wird zur Kompensation der Gewichtskraft ein Gegengewicht verwendet. Das Gegengewicht ist über ein Seil mit dem in vertikaler Richtung verfahrbaren Schlitten gekoppelt, wobei das Seil über eine Umlenkrolle am oberen Ende der vertikalen Führung geführt ist. Auch diese Lösung ist aufwändig. Zudem wird durch das Gegengewicht die bewegte Masse der Mechanik deutlich erhöht, was zu einer Verschlechterung des dynamischen Verhaltens führt. Zudem ist das Seil verschleißanfällig.

[0010] Die Druckschrift DE 103 33 561 A1 beschreibt eine Koordinaten-Messmaschine, bei der für einen in

vertikaler z-Richtung verfahrbaren Messschlitten eine Magnetbremse vorgesehen ist, um insbesondere bei einer Störung der Energiezufuhr oder bei einer Störung in der Steuerung ein unkontrolliertes Abstürzen des vertikal verfahrbaren Messschlittens mit dem hieran befestigten Tastkopf zu vermeiden.

[0011] Die Druckschrift DE 43 31 655 A1 zeigt eine Zentriereinrichtung für einen Taster, die einen linearbeweglich gelagerten Taster in eine vordefinierte Nulllage zurückzieht, wobei hierzu eine magnetische Raste verwendet wird, bei der ein ortsfester Magnet (Permanentmagnet, Elektromagnet, ferromagnetischer Körper) und ein mit dem beweglichen Taster verbundener Magnet (ferromagnetischer Körper, Permanentmagnet) sich unter Beibehaltung eines Luftspaltes gegenüberstehen, wobei die Pole der beiden sich gegenüberstehenden Enden der Magneten ungleich sind, so dass die Magneten sich anziehen und der Taster durch die Anziehungskraft der Magneten in die Nulllage gezogen wird.

[0012] Die Druckschrift DE 199 60 891 A1 beschreibt einen Drehgeber mit Drehrichtungserkennung, wobei bei einer Drehung ein mit der drehbaren Welle verbundener Permanentmagnet an ortsfest auf einem Umkreis angeordneten Permanentmagneten mit alternierenden Polen vorbeigeführt wird und wobei zwischen den ortsfesten Permanentmagneten Spulen angeordnet sind. Wenn der mit der Welle verbundene Permanentmagnet an einem ortsfesten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, dessen Pol mit dem Pol des an der Welle befestigten Permanentmagneten übereinstimmt, so stoßen sich diese Magneten ab und die Welle wird hierdurch beschleunigt. Dadurch wird in der jeweils in Drehrichtung nachfolgenden Spule durch den mit der Welle verbundenen Permanentmagneten eine höhere Spannung induziert als in der in Drehrichtung vorgelagerten Spule.

[0013] Es wurde außerdem schon vorgeschlagen den Antrieb für den vertikalen Messschlitten mit einer zusätzlichen elektrisch gelüfteten Haltebremse auszustatten. Nachteilig hieran ist, dass nicht für alle Koordinatenrichtungen dieselben Antriebe verwendet werden können. Außerdem ist für die Ansteuerung der Haltebremse ein zusätzliches Steuerkabel und ein zusätzliches Steuersignal notwendig. Durch den Stromverbrauch der Bremse entsteht außerdem zusätzliche Abwärme.

[0014] Ausgehend hiervon liegt unserer Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Koordinatenmessgerät der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass auf einfache Art der in vertikaler Richtung bewegliche Messschlitten nach dem Ausschalten des Koordinatenmessgerätes in seiner Position verbleibt.

[0015] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 3 gelöst.

[0016] Die Besonderheit dieser Lösung ist hierbei darin zu sehen, dass die Stellung des Messschlittens in vertikaler Richtung durch die magnetische Raste fixiert wird. Hierdurch wird auf besonders einfache Art und Weise die Gewichtskraft des Messschlittens kompensiert, sobald sich der Messschlitten in seiner Endposition befindet.

[0017] In einer möglichen Ausgestaltung weist das Rastelement einen ersten Permanentmagneten auf und das Gegenrastelement einen zweiten Permanentmagneten auf, wobei der erste und der zweite Permanentmagnet so zueinander angeordnet sind, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich ein Pol des ersten Permanentmagneten an dem gleichnamigen Pol des zweiten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, so dass sich zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten eine abstoßende Kraft ergibt.

[0018] Zusätzlich kann das Gegenrastelement einen dritten Permanentmagneten aufweisen, der so angeordnet ist, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich der andere Pol des am Rastelement angeordneten ersten Permanentmagneten an dem gleichnamigen Pol des dritten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, so dass sich auch zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten eine abstoßende Kraft ergibt. Hierdurch kann erreicht werden, dass keine Kräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens auftreten, nachdem die Komponenten der Abstoßungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten durch die Komponenten der Abstoßungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten kompensiert werden.

[0019] Alternativ kann das Rastelement aber auch einen ersten Permanentmagneten aufweisen und das Gegenrastelement einen zweiten Permanentmagneten aufweisen und der erste und der zweite Permanentmagnet so zueinander angeordnet sein, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich ein Pol des ersten Permanentmagneten an dem ungleichnamigen Pol des zweiten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, so dass sich zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten eine anziehende Kraft ergibt.

[0020] Zusätzlich kann das Gegenrastelement außerdem einen dritten Permanentmagneten aufweisen, der so angeordnet ist, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich der andere Pol des am Rastelement angeordneten ersten Permanentmagneten an dem ungleichnamigen

gen Pol des dritten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, so dass sich auch zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten eine anziehende Kraft ergibt. Hierdurch kann erreicht werden, dass keine Kräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens auftreten, nachdem die Komponenten der Anziehungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten durch die Komponenten der Anziehungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten kompensiert werden.

[0021] Das Gegenrastelement kann eine U-förmige Gabel umfassen, wobei in einem Schenkel der Gabel der zweite Permanentmagnet und im anderen Schenkel der dritte Permanentmagnet befestigt sind.

[0022] Das Rastelement kann einen Schenkel umfassen, in dem der erste Permanentmagnet befestigt ist.

[0023] Vorzugsweise umfasst die Mechanik zur Verstellung des Messschlittens einen Antrieb, über den der Messschlitten automatisiert verfahren werden kann.

[0024] Als Antrieb eignet sich ein Spindeltrieb, der einen Motor, eine Spindel und eine Spindelmutter umfasst. Ein solcher Antrieb ist insbesondere deshalb besonders geeignet, da bei ausgeschaltetem Motor relativ hohe Kräfte in Bewegungsrichtung des betreffenden Messschlittens erforderlich sind, um den Messschlitten zu bewegen. Damit kann bereits der Antrieb einen Großteil der Gewichtskraft des vertikal verschieblich gelagerten Messschlittens kompensieren, so dass die magnetische Raste dementsprechend so gestaltet werden kann, dass diese weniger Gewichtskräfte kompensieren muss.

[0025] Dem Antrieb kann auch eine Steuerung zugeordnet sein, über die der Antrieb angesteuert wird, wobei die Steuerung dazu eingerichtet ist, bei einem Abschalten des Koordinatenmessgerätes den Messschlitten über den Antrieb in den Endbereich zu verfahren um den Messschlitten über die Raste fest zu rasten.

[0026] Weitere Vorteile und Weiterbildungen der Erfindung sind aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung ersichtlich. Hierin zeigen:

[0027] [Fig. 1](#): Ein Koordinatenmessgerät **28**

[0028] [Fig. 2](#): Einen Teil des Messschlittens **6** aus [Fig. 1](#) mit einem Teil des hieran in vertikaler Richtung (siehe Pfeil z) verfahrbaren Messschlittens **36**

[0029] [Fig. 3](#): Eine reine Prinzipdarstellung, wie der in vertikaler Richtung verfahrbare Messschlitten **36** am Messschlitten **6** in vertikaler Richtung geführt ist.

[0030] [Fig. 4](#): Eine berührungslos arbeitende, magnetische Raste **29**

[0031] [Fig. 5](#): Das Gegenrastelement **19** der magnetischen Raste **29** gemäß [Fig. 4](#) mit Bezeichnung der Pole (N = Nord, S = Süd) des zweiten und dritten Permanentmagneten **22** und **23**.

[0032] [Fig. 6](#): Das Rastelement **18** der magnetischen Raste **29** gemäß [Fig. 4](#) mit Bezeichnung der Pole (N = Nord, S = Süd) des ersten Permanentmagneten **21**.

[0033] [Fig. 1](#) zeigt beispielhaft ein Koordinatenmessgerät **28**. Das Koordinatenmessgerät **28** umfasst eine Basis **1**, auf der ein Messtisch **2** befestigt ist. Rückwärtig ist auf der Basis **1** eine Steuerung **8** vorgesehen, von der hier nur das Gehäuse zu sehen ist. Auf der Oberseite des Gehäuses der Steuerung **8** ist eine Führung befestigt, entlang der ein Messschlitten **5** in der mit dem Pfeil x bezeichneten horizontalen Richtung verfahren werden kann. Die Führung ist in der Darstellung gemäß [Fig. 1](#) nicht zu sehen, da diese mit einem Faltenbalg **9** abgedeckt ist. Am Ende der Führung ist ein Antrieb **7** vorgesehen, von dem in [Fig. 1](#) nur die Abdeckung zu sehen ist, mit dem der Messschlitten **5** entlang der besagten Führung in Richtung des Pfeils x verfahren werden kann. Außerdem ist unter dem Faltenbalg noch ein Maßstab vorgesehen, mit dem die jeweilige Position des Messschlittens **5** in der mit x bezeichneten Richtung erfasst werden kann. Der Messschlitten **5** seinerseits umfasst ebenfalls eine Führung, entlang der der vertikal ausgerichtete Messschlitten **6** in der mit dem Pfeil y bezeichneten horizontalen Richtung verfahren werden kann. Auch für diesen Messschlitten **6** ist ein Antrieb **10** zum Verfahren vorgesehen (auch hier ist in [Fig. 1](#) nur die Abdeckung zu sehen), sowie ein Maßstab, mit dem die Position des Messschlittens in der mit dem Pfeil y bezeichneten horizontalen Richtung gemessen werden kann. Der Messschlitten **6** seinerseits weist in seinem Inneren ebenfalls eine Führung auf, die in der vertikalen, mit dem Pfeil z bezeichneten Richtung einen weiteren Messschlitten **36** beweglich lagert, von dem hier aber nur das untere Ende in Form einer Pinole **3** zu sehen ist. Am unteren Ende des Messschlittens **36**, also am unteren Ende der Pinole **3** ist ein Sensor **4** befestigt.

[0034] Der Messschlitten **36** kann über einen Antrieb **11** in der mit dem Pfeil z bezeichneten Richtung verfahren werden (auch hier ist nur die Abdeckung des Antriebes **11** in [Fig. 1](#) zu sehen). Außerdem ist innerhalb des Messschlittens **6** ein ebenfalls nicht sichtbarer Maßstab angeordnet, über den die genaue Position des Messschlittens **36** bestimmt werden kann.

Der Sensor **4** ist als messender Sensor ausgestaltet, bei dem ein Taststift **30**, mit dem das Werkstück **31** angetastet wird, gegenüber dem Sensorgehäuse in allen drei Koordinatenrichtungen x, y und z auslenkbar gelagert ist. Beim Antasten des Werkstückes **31** wird der Taststift **30** gegenüber dem Gehäuse des Sensors **4** in den Koordinatenrichtungen x, y und z aus seiner Ruhelage ausgelenkt, wobei diese Auslenkung durch entsprechende Aufnehmer in den Koordinatenrichtungen x, y und z ermittelt wird. Durch Verrechnung der gemessenen Auslenkung des Taststiftes **30** mit den über die Maßstäbe gemessenen Positionen der Messschlitten **5**, **6** und **36** kann dann genau die Position eines angetasteten Punktes auf der Oberfläche des Werkstückes **31** errechnet werden. Die Ansteuerung der Antriebe **7**, **10** und **11**, sowie die Auslesung der Maßstabswerte der Messschlitten **5**, **6** und **36**, sowie die Auslesung der Taststiftauslenkung des Taststiftes **30** des Sensors **4** in den Koordinatenrichtungen erfolgt durch die Steuerung **8**, die hierzu eine Vielzahl an Mikroprozessoren aufweist, um die Steuerungsaufgaben in Echtzeit ausführen zu können. Mit dieser Mikroprozessorstuerung ist ein in [Fig. 1](#) nicht näher dargestellter Messrechner verbunden, mit dem CNC-Messabläufe erstellt werden können und die Messergebnisse weiterverarbeitet werden können und ein Bedienpult, mit dem das Koordinatenmessgerät über entsprechende Bedienelemente auch manuell bedient werden kann.

[0035] Selbstverständlich ist das hier gezeigte Koordinatenmessgerät **28** nur rein beispielhaft. Beispielsweise können die Linearachsen anders angeordnet werden. Dazu könnte der Messtisch **2** in einer oder mehreren Koordinatenrichtungen linearverschieblich gelagert sein.

[0036] Auch der Sensor **4** ist nur beispielhaft. Anstelle eines messenden Sensors **4** kann auch ein schaltender Sensor verwendet werden, der bei Berührung des Werkstückes mit seinem Taststift einen elektrischen Impuls auslöst, oder ein optischer Sensor, wie beispielsweise eine Digitalkamera oder ein Lasertriangulationssensor.

[0037] [Fig. 1](#) zeigt damit also ein Koordinatenmessgerät **28** umfassend einen Sensor **4** zur Erfassung der Oberfläche des Werkstückes **31**, eine Werkstückauflage (Werkstücktisch **2**) zur Aufnahme eines zu vermessenden Werkstückes **31**, und eine Mechanik (Messschlitten **5**, **6** und **36**), um den Sensor **4** relativ zu dem Werkstück **31** zu bewegen, wobei die Mechanik wenigstens einen in vertikaler Richtung beweglichen Messschlitten **36** umfasst, der auf einer vertikalen Linearführung beweglich relativ zu einem gegenüber dem Messschlitten feststehenden Teil der Mechanik geführt ist, wobei am unteren Ende dieses Messschlittens der Sensor **4** befestigt ist.

[0038] [Fig. 2](#) zeigt den oberen Teil des Messschlittens **6** gemäß [Fig. 1](#) ohne die in [Fig. 1](#) dargestellte Verkleidung. In [Fig. 3](#) sind etwa dieselben Elemente wie in [Fig. 2](#) gezeigt, jedoch als reine Prinzipskizze. In [Fig. 3](#) wurden hierbei Elemente, die durch andere Elemente verdeckt sind, strichliniert gezeichnet und einzelne Elemente der besseren Verständlichkeit wegen etwas anders angeordnet, als in [Fig. 2](#).

[0039] Wie aus [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) zu sehen ist, ist unter dem in [Fig. 1](#) mit dem Bezugszeichen **11** bezeichneten Antrieb ein Spindeltrieb zu verstehen, der einen Elektromotor **12**, eine Spindel **20** und eine Spindelmutter **37** umfasst. Die Spindel **20** wird vom Elektromotor **12** angetrieben, wobei durch die Rotation der Spindel **20** wiederum die Spindelmutter **37** in der mit dem Pfeil z bezeichneten Richtung verstellt wird. Die Spindelmutter **37** ist am Messschlitten **36** befestigt, genauer gesagt am Gleiterkasten **39** des Gleiters **17**, wobei der Gleiter **17** wiederum ein Bestandteil des Messschlittens **36** ist, so dass bei einer durch den Elektromotor **12** erzeugten Drehbewegung der Spindel **20** ein Vorschub der Spindelmutter **37** und damit des Messschlittens **36** in Richtung des Pfeils z erzeugt wird. In [Fig. 2](#) ist vom Messschlitten **36** nur der Gleiter **17** gezeigt. Wie nur aus [Fig. 3](#) ersichtlich, umfasst der Messschlitten **36** allerdings neben diesem Gleiter **17** auch die Pinole **3**, die am Gleiterkasten **39** des Gleiters **17** befestigt ist. Am unteren Ende der Pinole **3** ist, wie bereits im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) erläutert, der Sensor **4** mit dem Taststift **30** befestigt (siehe auch [Fig. 1](#)).

[0040] Der Gleiter **17** umfasst unter anderem vier Kugelumlaufschuhe **14**, **16**, **24** und **38** (der Kugelumlaufschuh **38** ist nur in [Fig. 3](#) zu sehen), die auf zwei Kugelschienenführungen **13** und **15** beweglich gelagert sind. Dazu sind die Kugelumlaufschuhe **14**, **16**, **24** und **38** am Gleiterkasten **39** befestigt. Der Gleiter **17** umfasst ferner einen Lesekopf **25**, der seitlich am Gleiterkasten **39** befestigt ist. Über den Lesekopf **25** kann ein Inkrementalmaßstab **26** optisch abgetastet werden, um hierüber die aktuelle Position des Messschlittens **36** in der mit dem Pfeil z bezeichneten Richtung zu ermitteln.

[0041] Beim Ausschalten des Koordinatenmessgerätes wird der Messschlitten **36**, also der Gleiter **17** mit der Pinole **3** bis in den oberen Endbereich seines Fahrweges verfahren und hier der Antrieb **11** (genauer gesagt der Elektromotor **12** des Antriebes **11**) ausgeschaltet. Hierzu wird der Antrieb **11**, der zur Verstellung des Messschlittens **36** vorgesehen ist von der Steuerung **8** entsprechend angesteuert. Die Steuerung **8** ist hierbei dazu eingerichtet, bei einem Abschalten des Koordinatenmessgerätes den Messschlitten **36** über den Antrieb **11** in den oberen Endbereich seines Fahrweges zu verfahren um hierdurch den Messschlitten **36** über die noch weiter unten im Detail erläuterte berührungslos arbeitende,

magnetische Raste **29** fest zu rasten. Dazu enthält der für die Ansteuerung des Antriebes **11** zuständige Mikroprozessor der Steuerung **8** einen entsprechenden Programmabschnitt, durch den diese Funktion realisiert ist, wobei dieser Programmabschnitt gestartet wird, wenn vom Messrechner oder einem Bedienpult ein entsprechender Befehl kommt, den Ruhezustand einzunehmen.

[0042] In [Fig. 3](#) ist dies ebenfalls rein schematisch dargestellt. Wie hieraus zu sehen, ist sowohl der Elektromotor **12**, als auch der Lesekopf **25** und der Sensor **4** über Datenübertragungsleitungen mit der Steuerung **8** verbunden. Sobald an die Steuerung **8** ein Stop-Befehl kommt (siehe Leitung mit der Bezeichnung „stop“), der beispielsweise vom Bedienpult oder vom Messrechner ausgelöst worden ist, verfährt die Steuerung **8** den Messschlitten **36** solange, bis sich der Messschlitten **36** im oberen Endbereich seines Fahrweges befindet. Dazu steuert die Steuerung den Elektromotor **12** entsprechend an und überprüft dabei gleichzeitig die durch den Ablesekopf **25** des Inkrementalmaßstabes **26** gelieferten Positionswerte in z-Richtung. Sobald die vordefinierte Position erreicht ist, wird der Elektromotor **12** von der Steuerung abgeschaltet.

[0043] Der Spindeltrieb ist so dimensioniert, dass alleine dieser Antrieb **11** nicht sicher verhindern kann, dass die Gewichtskraft des Messschlittens **36** den Messschlitten **36** abwärts bewegt. Hierzu ist im oberen Teil eine berührungslos arbeitende, magnetische Raste **29** vorgesehen, um den Messschlitten **36** im oberen Endbereich seines Fahrweges fest zu rasten. Die Raste **29** umfasst ein Rastelement **18** und ein Gegenrastelement **19**, wobei das Rastelement **18** und das Gegenrastelement **19** als magnetische Raste zusammenwirken um den Messschlitten **36**, also den Gleiter **17** und die hieran befestigte Pinole **3**, wie gezeigt, im oberen Endbereich seines Fahrweges fest zu rasten. In [Fig. 3](#) ist die Raste **29** der besseren Übersichtlichkeit so gezeigt, dass das Rastelement **18** seitlich am Gleiterkasten **39** des Gleiters **17** des Messschlittens **36** befestigt ist. Wie bereits erwähnt, handelt es sich in [Fig. 3](#) um eine reine Prinzipskizze.

[0044] Der Elektromotor **12** mit Spindel **20**, die Führungen **13** und **15**, sowie der Inkrementalmaßstab **26** sind am Befestigungskasten **27** befestigt, der zum in der horizontalen Koordinatenmessrichtung y beweglichen Messschlitten **6** gehört (vgl. [Fig. 1](#)). Bei einer Bewegung des Messschlittens **36** auf den Linearführungen **13** und **15** in der mit dem Pfeil z bezeichneten vertikalen Messrichtung ist somit der Befestigungskasten **27** relativ zum Messschlitten **36** feststehend. Wie bereits oben erwähnt, weist die Mechanik des Koordinatenmessgerätes damit also einen in vertikaler Richtung beweglichen Messschlitten **36** auf, der auf einer vertikalen Linearführung (Kugelschienenführungen **13**, **15**) beweglich relativ zu einem ge-

genüber dem Messschlitten feststehenden Teil (Befestigungskasten **27**) der Mechanik geführt ist, wobei am unteren Ende dieses Messschlittens **36** der Sensor **4** befestigt ist

[0045] Die Funktion der berührungslos arbeitenden, magnetischen Raste **29** wird nunmehr anhand der [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) näher erläutert werden. In [Fig. 4](#) ist die Raste **29** gemäß [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#), das heißt also das Rastelement **18** und das Gegenrastelement **19** vergrößert gezeigt. Das Rastelement **18** ist hierbei über die beiden Schrauben **35a** und **35b**, wie in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt, am Gleiterkasten **39** (bzw. in [Fig. 3](#) an einem Ausleger des Gleiterkastens **39**) des Messschlittens **36** befestigt, während das Gegenrastelement **19** über vier Schrauben, von denen nur die Schrauben **34a** und **34b** zu sehen sind, am Befestigungskasten **27** des Messschlittens **6** befestigt ist. Damit ist also das Rastelement **18** am Messschlitten **36** befestigt, während das Gegenrastelement **19** am relativ zum Messschlitten **36** feststehenden Teil (Befestigungskasten **27**) befestigt ist. Natürlich kann auch das Gegenrastelement **19** am Messschlitten **36** befestigt sein (also am Gleiterkasten **39** des Messschlittens **36**) und das Rastelement **18** am relativ zum Messschlitten **36** feststehenden Teil (Befestigungskasten **27** des Messschlittens **6**).

[0046] Das Rastelement **18** umfasst hierbei einen ersten Permanentmagneten **21** und das Gegenrastelement **19** einen zweiten Permanentmagneten **22** und einen dritten Permanentmagneten **23**. Das Gegenrastelement **19** weist zur Aufnahme der Permanentmagneten **22** und **23** eine U-förmige Gabel auf, wobei in einem Schenkel **32a** der Gabel der zweite Permanentmagnet **22** und im anderen Schenkel **32b** der dritte Permanentmagnet **23** befestigt sind. Das Rastelement **18** hingegen weist zur Aufnahme des ersten Permanentmagneten **21** einen Schenkel **40** auf, wobei in diesem Schenkel der erste Permanentmagnet **21** befestigt ist. Der erste Permanentmagnet **21** und der zweite Permanentmagnet **22** sind hierbei so zueinander angeordnet, dass bei einer Bewegung des Messschlittens **36** in den besagten Endbereich ein Pol des ersten Permanentmagneten **21** an dem gleichnamigen Pol des zweiten Permanentmagneten **22** vorbeigeführt wird, so dass sich zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten eine abstoßende Kraft ergibt. Der erste Permanentmagnet **21** und der dritte Permanentmagnet **23** sind hierbei ebenfalls so zueinander angeordnet, dass bei einer Bewegung des Messschlittens **36** in den besagten Endbereich der andere Pol des am Rastelement **18** angeordneten ersten Permanentmagneten **21** an dem gleichnamigen Pol des dritten Permanentmagneten **23** vorbeigeführt wird, so dass sich auch zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten eine abstoßende Kraft ergibt.

[0047] Wie die Permanentmagneten **21** bis **23** hierzu angeordnet sind, kann aus [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) entnommen werden, die das Gegenrastelement **19** (siehe [Fig. 5](#)) und das Rastelement **18** (siehe [Fig. 6](#)) aus [Fig. 4](#) zeigen. Wie aus [Fig. 5](#) zu sehen, sind die Nordpole des zweiten Permanentmagneten **22** und des dritten Permanentmagneten **23** jeweils in Blickrichtung links ausgerichtet (siehe Bezugszeichen N), während der Südpol (siehe Bezugszeichen S) des ersten Permanentmagneten **21** im Rastelement **18** in Blickrichtung links ausgerichtet ist (siehe [Fig. 6](#)). Wenn der erste Permanentmagnet **21** des Rastelementes **18**, der sich im Schenkel **40** befindet, zwischen den Schenkeln **32a**, **32b** des Gegenrastelementes **19** hindurchbewegt wird, stehen sich somit der Südpol S des ersten Permanentmagneten **21** und der Südpol des zweiten Permanentmagneten **22** gegenüber, während sich der Nordpol N des ersten Permanentmagneten **21** und der Nordpol des dritten Permanentmagneten **23** gegenüber stehen, so dass sich sowohl zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem zweiten Permanentmagneten **22**, wie auch zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem dritten Permanentmagneten **23** eine abstoßende Kraft ergibt.

[0048] Sobald sich der erste Permanentmagnet **21** oberhalb des zweiten und des dritten Permanentmagneten befindet, wie dies in [Fig. 4](#) gezeigt ist, bewirkt diese abstoßende Kraft zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem zweiten Permanentmagneten **22**, wie auch zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem dritten Permanentmagneten **23**, dass die Raste in dem Zustand gerastet ist.

[0049] Die Raste ist natürlich nur rein beispielhaft gezeigt und kann vielfältig variiert werden. Beispielsweise können die Permanentmagneten **21**, **22** und **23** einfach um 180° gedreht angeordnet werden, so dass dann der Nordpol des zweiten Permanentmagneten **22** dem Nordpol des ersten Permanentmagneten **21** gegenübersteht und der Südpol des ersten Permanentmagneten **21** dem Südpol des dritten Permanentmagneten **23** gegenübersteht. Anstelle von zwei Permanentmagneten im Gegenrastelement **19** (zweiter Permanentmagnet **22** und dritter Permanentmagnet **23**) kann auch nur ein Permanentmagnet vorgesehen sein, beispielsweise der zweite Permanentmagnet **22**. Dann treten allerdings Kräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens **36** auf, nachdem die Komponenten der Abstoßungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem zweiten Permanentmagneten **22** nicht mehr durch die Komponenten der Abstoßungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem dritten Permanentmagneten **23** kompensiert werden.

[0050] Auch können der erste Permanentmagnet **21**, der zweite Permanentmagnet **22** und der dritte Permanentmagnet **23** so zueinander ausgerichtet sein, dass bei einer Bewegung des Messschlittens **36** in den besagten Endbereich ein Pol des ersten Permanentmagneten **21** an dem ungleichnamigen Pol des zweiten Permanentmagneten **22** vorbeigeführt wird, so dass sich zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten eine anziehende Kraft ergibt und der andere Pol des am Rastelement **18** angeordneten ersten Permanentmagneten **21** an dem ungleichnamigen Pol des dritten Permanentmagneten **23** vorbeigeführt wird, so dass sich auch zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten eine anziehende Kraft ergibt. In diesem Falle könnte beispielsweise der erste Permanentmagnet **21** gemäß [Fig. 6](#) in umgekehrter Richtung im Rastelement **18** eingebaut sein, so dass der Nordpol in Blickrichtung links zeigt. Wenn der erste Permanentmagnet **21** des Rastelementes **18**, der im Schenkel **40** angeordnet ist, zwischen den Schenkeln **32a**, **32b** des Gegenrastelementes **19** hindurchbewegt wird, stehen sich somit in diesem Falle der Südpol des zweiten Permanentmagneten **22** und der Nordpol des ersten Permanentmagneten **21** gegenüber, während sich der Südpol des ersten Permanentmagneten **21** und der Nordpol des dritten Permanentmagneten **23** gegenüberstehen.

[0051] Das Rastelement **18** ist in diesem Falle dann gerastet, wenn die Achsen der Permanentmagneten etwa auf einer Höhe sind, da hier die anziehende Kraft zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem zweiten Permanentmagneten **22**, sowie zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem dritten Permanentmagneten **23** maximal ist.

[0052] Auch in dieser Konfiguration kann anstelle von zwei Permanentmagneten **22**, **23** im Gegenrastelement **19** nur ein einziger Permanentmagnet vorgesehen sein, also beispielsweise nur der zweite Permanentmagnet **22**. Dann treten allerdings ebenfalls Kräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens **36** auf, nachdem die Komponenten der Anziehungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem zweiten Permanentmagneten **22** nicht mehr durch die Komponenten der Anziehungskräfte quer zur Bewegungsrichtung des Messschlittens zwischen dem ersten Permanentmagneten **21** und dem dritten Permanentmagneten **23** kompensiert werden.

Patentansprüche

1. Koordinatenmessgerät umfassend einen Sensor (**4**) zur Erfassung der Oberfläche eines Werkstückes (**31**), eine Werkstückauflage (**2**) zur Aufnahme eines zu vermessenden Werkstückes (**31**), und eine Mechanik, um den Sensor (**4**) relativ zu einem Werkstück (**31**) zu bewegen, wobei die Mechanik wenigstens

tens einen in vertikaler Richtung beweglichen Messschlitten (36) umfasst, der auf einer vertikalen Linearführung (13, 15) beweglich relativ zu einem gegenüber dem Messschlitten feststehenden Teil (27) der Mechanik geführt ist, wobei am unteren Ende dieses Messschlittens der Sensor befestigt ist, wobei eine berührungslos arbeitende, magnetische Raste (29) vorgesehen ist, um den Messschlitten im oberen Endbereich seines Verfahrweges fest zu rasten, wobei diese Raste (29) ein Rastelement (18) und ein Gegenrastelement (19) umfasst, die als magnetische Raste zusammenwirken, und wobei entweder das Rastelement (18) am Messschlitten (36) befestigt ist und am relativ zum Messschlitten feststehenden Teil (27) das Gegenrastelement (19) befestigt ist, oder das Rastelement am relativ zum Messschlitten feststehenden Teil befestigt ist und das Gegenrastelement am Messschlitten befestigt ist, wobei das Rastelement (18) einen ersten Permanentmagneten (21) aufweist und das Gegenrastelement (19) einen zweiten Permanentmagneten (22) aufweist und der erste und der zweite Permanentmagnet so zueinander angeordnet sind, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich ein Pol des ersten Permanentmagneten (21) an dem gleichnamigen Pol des zweiten Permanentmagneten (22) vorbeigeführt wird, so dass sich zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten eine abstoßende Kraft ergibt.

2. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 1, wobei das Gegenrastelement (19) einen dritten Permanentmagneten (23) aufweist, der so angeordnet ist, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich der andere Pol des am Rastelement angeordneten ersten Permanentmagneten an dem gleichnamigen Pol des dritten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, so dass sich auch zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten eine abstoßende Kraft ergibt.

3. Koordinatenmessgerät umfassend einen Sensor (4) zur Erfassung der Oberfläche eines Werkstückes (31), eine Werkstückauflage (2) zur Aufnahme eines zu vermessenden Werkstückes (31), und eine Mechanik, um den Sensor (4) relativ zu einem Werkstück (31) zu bewegen, wobei die Mechanik wenigstens einen in vertikaler Richtung beweglichen Messschlitten (36) umfasst, der auf einer vertikalen Linearführung (13, 15) beweglich relativ zu einem gegenüber dem Messschlitten feststehenden Teil (27) der Mechanik geführt ist, wobei am unteren Ende dieses Messschlittens der Sensor befestigt ist, wobei eine berührungslos arbeitende, magnetische Raste (29) vorgesehen ist, um den Messschlitten im oberen Endbereich seines Verfahrweges fest zu rasten, wobei diese Raste (29) ein Rastelement (18) und ein Gegenrastelement (19) umfasst, die als magnetische Raste zusammenwirken und wobei entweder das Rastelement (18) am Messschlitten (36) befestigt ist und

am relativ zum Messschlitten feststehenden Teil (27) das Gegenrastelement (19) befestigt ist, oder das Rastelement am relativ zum Messschlitten feststehenden Teil befestigt ist und das Gegenrastelement am Messschlitten befestigt ist, wobei das Rastelement (18) einen ersten Permanentmagneten (21) aufweist und das Gegenrastelement (19) einen zweiten Permanentmagneten (22) aufweist und der erste und der zweite Permanentmagnet so zueinander angeordnet sind, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich ein Pol des ersten Permanentmagneten an dem ungleichnamigen Pol des zweiten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, so dass sich zwischen dem ersten und dem zweiten Permanentmagneten eine anziehende Kraft ergibt.

4. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 3, wobei das Gegenrastelement (19) einen dritten Permanentmagneten (23) aufweist, der so angeordnet ist, dass bei einer Bewegung des Messschlittens in den besagten Endbereich der andere Pol des am Rastelement angeordneten ersten Permanentmagneten an dem ungleichnamigen Pol des dritten Permanentmagneten vorbeigeführt wird, so dass sich auch zwischen dem ersten und dem dritten Permanentmagneten eine anziehende Kraft ergibt.

5. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 2 oder Anspruch 4, wobei das Gegenrastelement eine U-förmige Gabel umfasst, wobei in einem Schenkel (32a) der Gabel der zweite Permanentmagnet (22) und im anderen Schenkel (32b) der dritte Permanentmagnet (23) befestigt sind.

6. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 5, wobei das Rastelement (18) einen Schenkel (40) umfasst, wobei in diesem Schenkel der erste Permanentmagnet (21) befestigt ist.

7. Koordinatenmessgerät nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Mechanik zur Verstellung des Messschlittens einen Antrieb (11) umfasst.

8. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 7, wobei das Koordinatenmessgerät ferner eine Steuerung (8) umfasst, über die der Antrieb (11) angesteuert wird, wobei die Steuerung dazu eingerichtet ist, bei einem Abschalten des Koordinatenmessgerätes den Messschlitten (36) über den Antrieb in den Endbereich zu verfahren um den Messschlitten über die magnetische Raste (29) fest zu rasten.

9. Koordinatenmessgerät nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, wobei der Antrieb ein Spindeltrieb ist, der einen Motor (12), eine Spindel (20) und eine Spindelmutter (37) umfasst.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

FIG.1

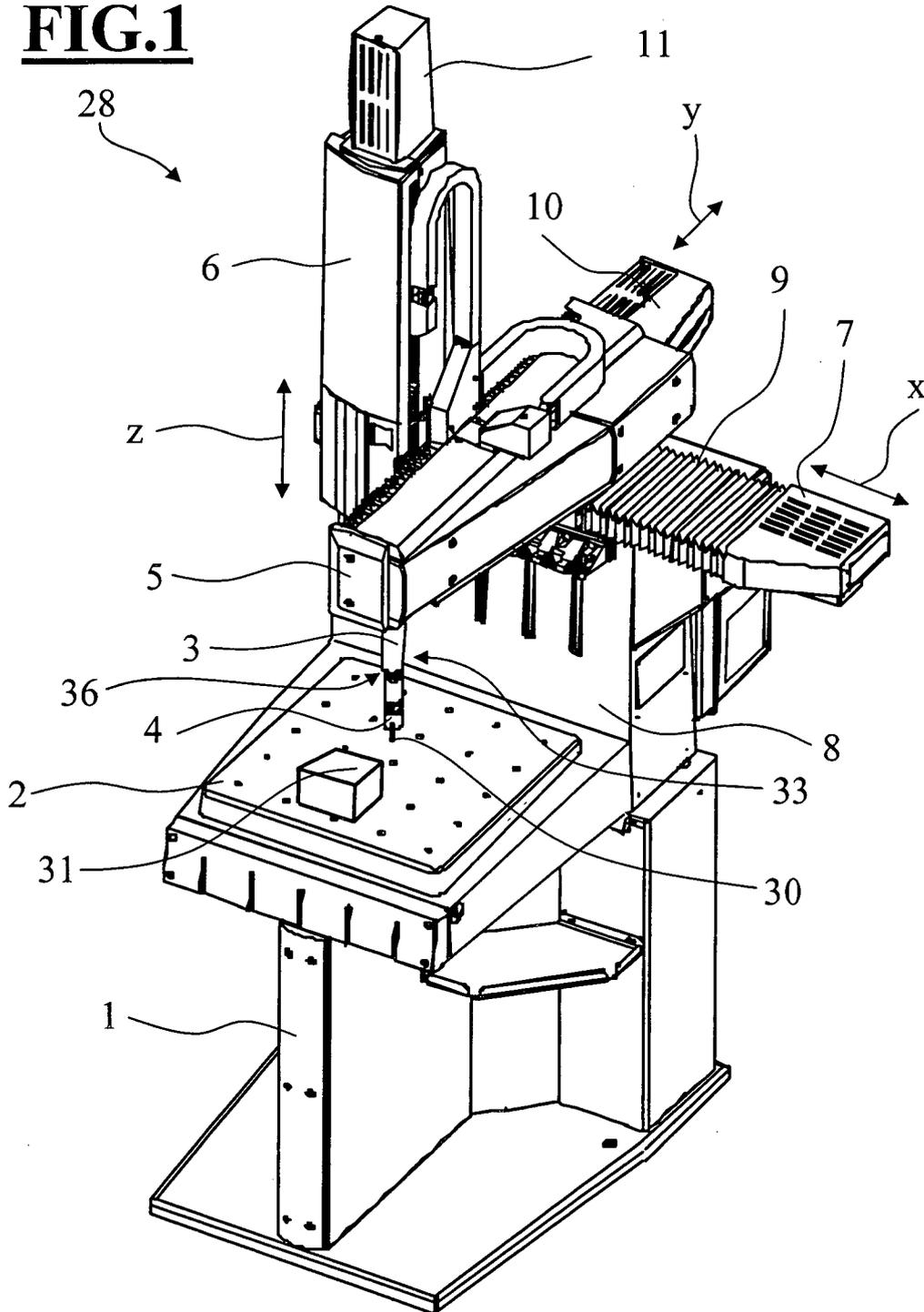


FIG.2

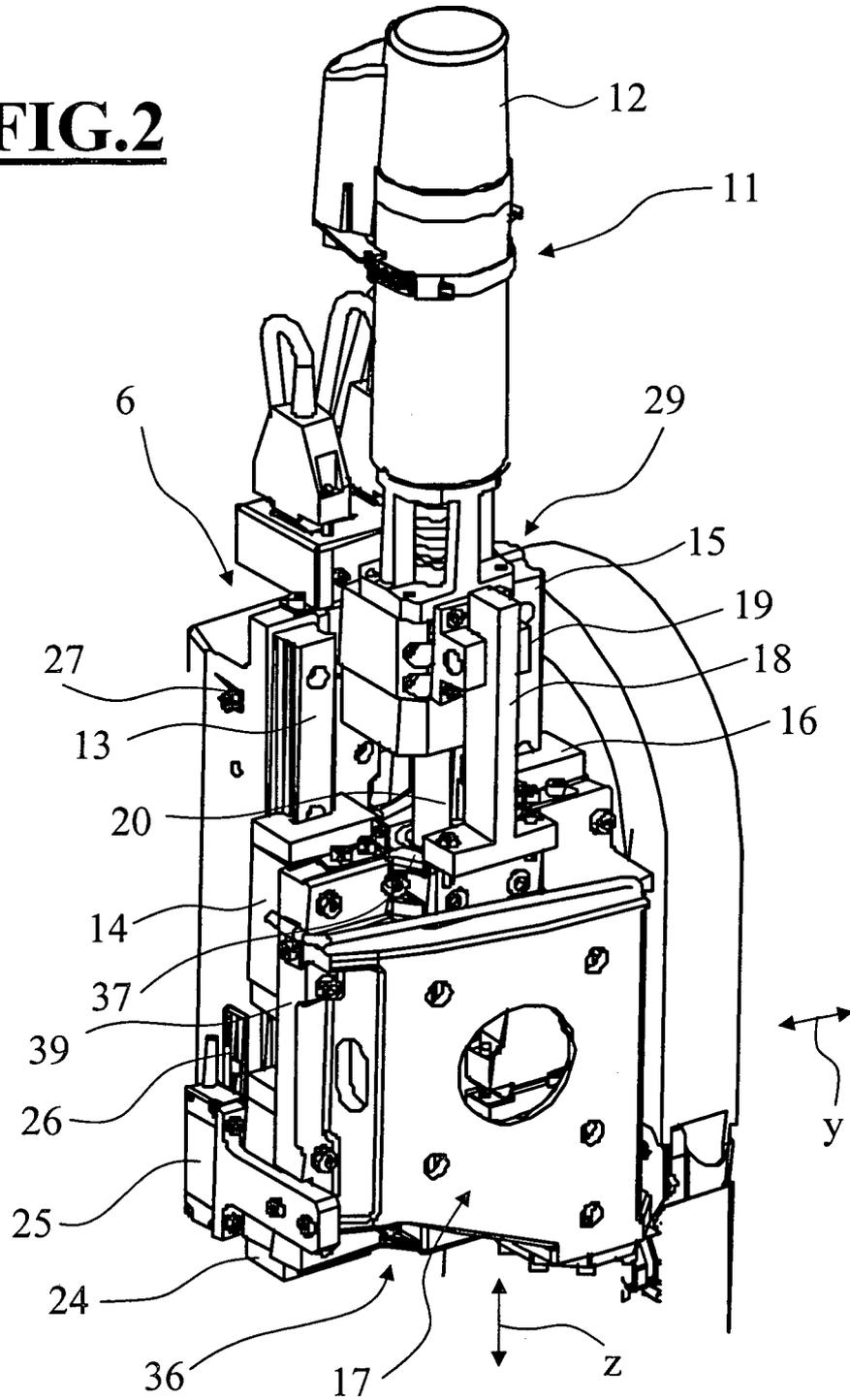
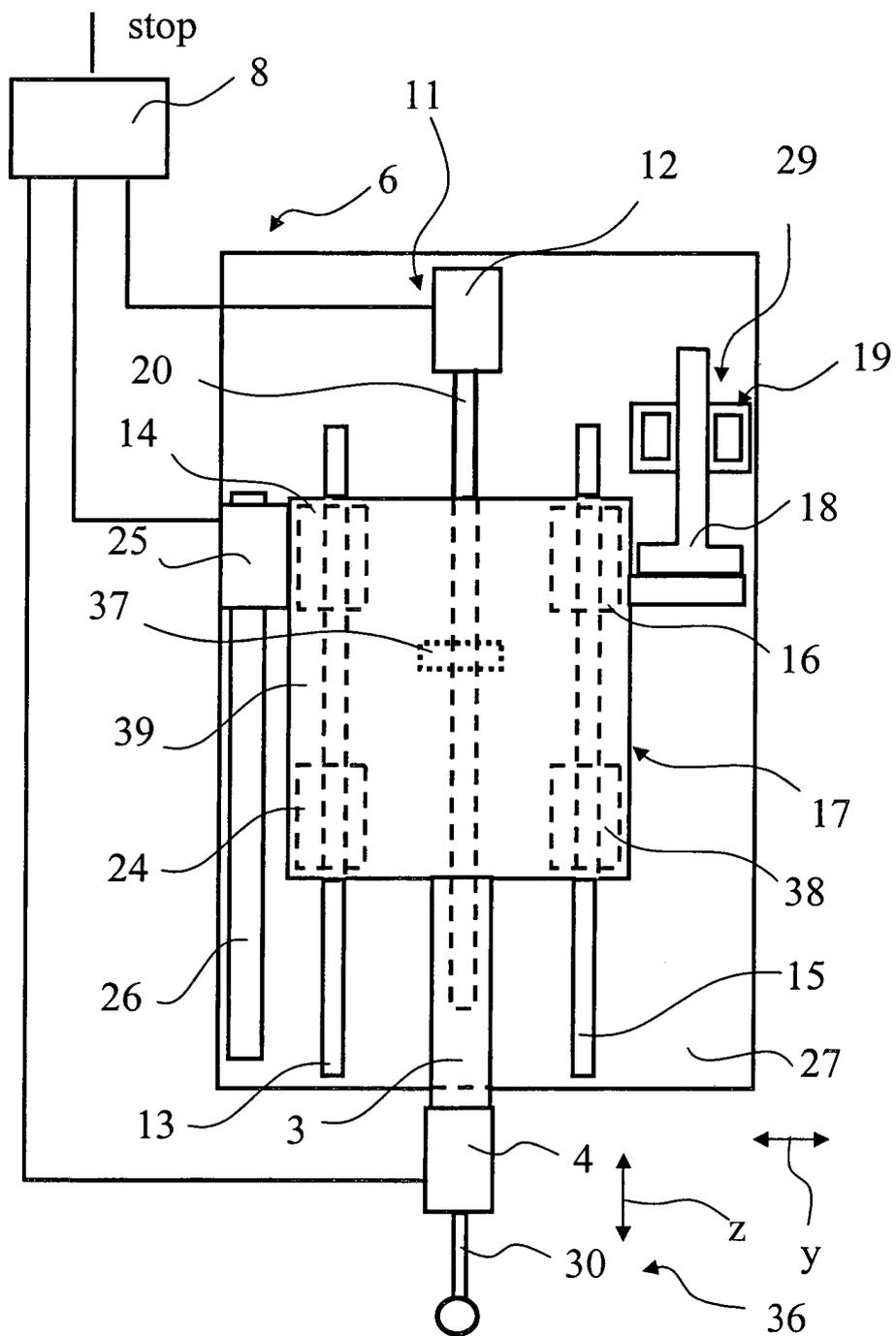


FIG.3



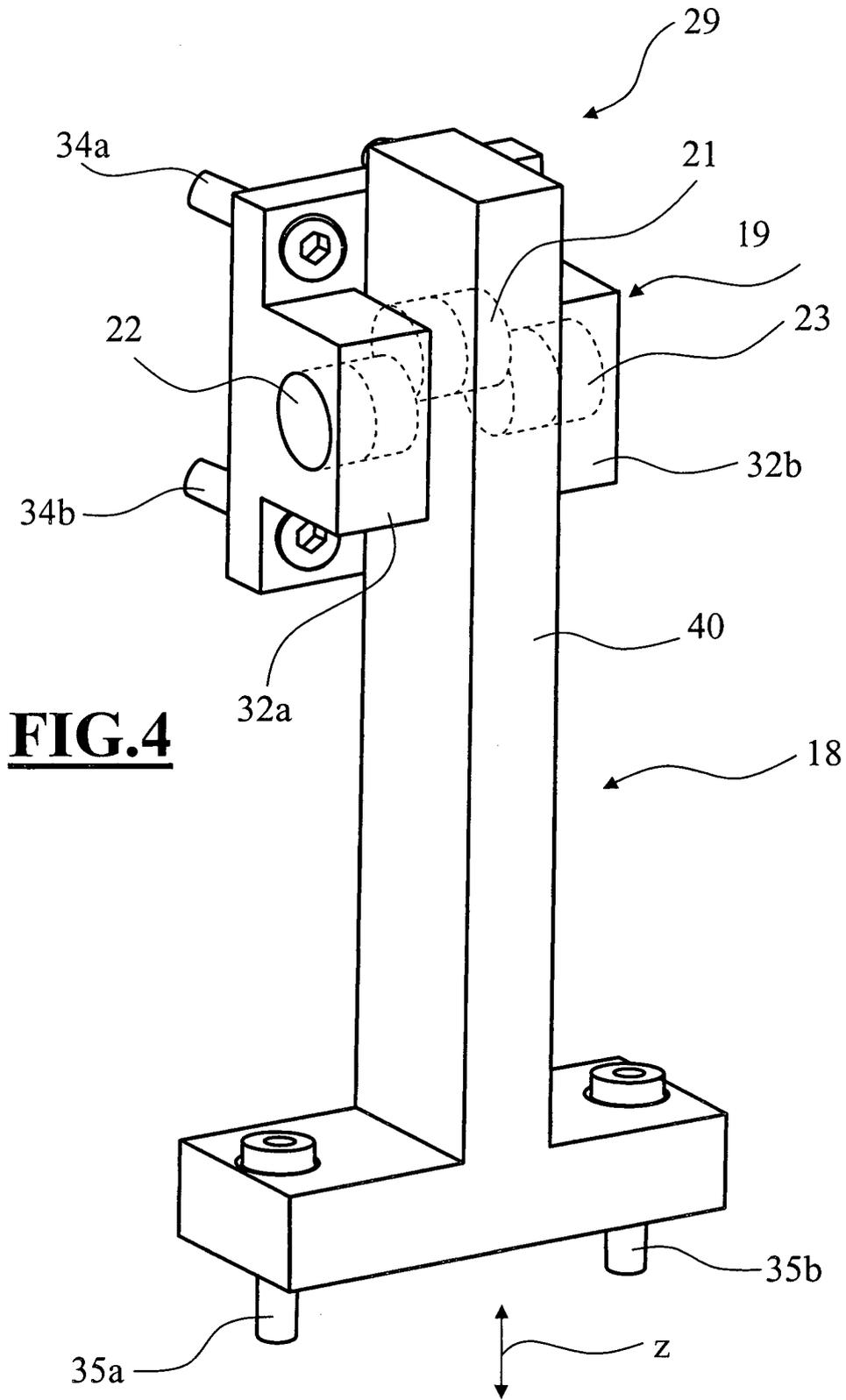


FIG.5

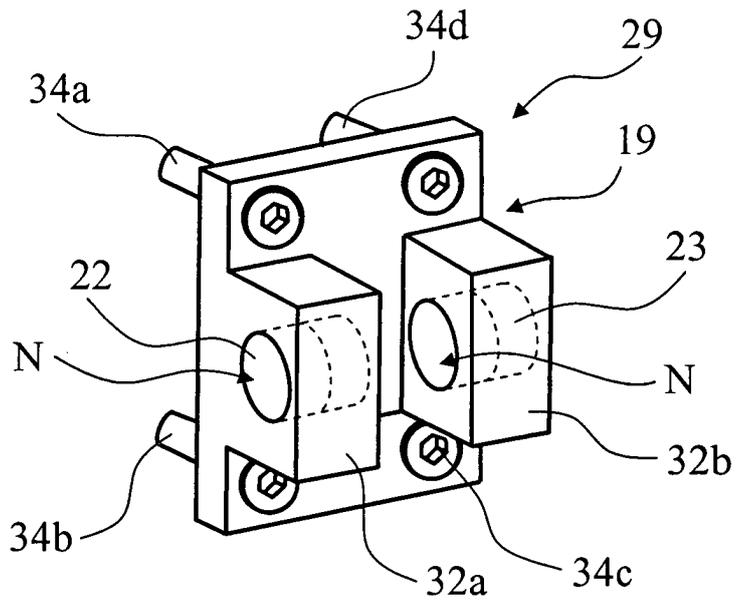


FIG.6

