



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 57 585 A1** 2005.07.07

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **103 57 585.5**

(22) Anmeldetag: **08.12.2003**

(43) Offenlegungstag: **07.07.2005**

(51) Int Cl.7: **H02K 41/03**

(61) Zusatz zu:
103 29 931.9

(71) Anmelder:
LAT SUHL AG, 98529 SUHL, DE

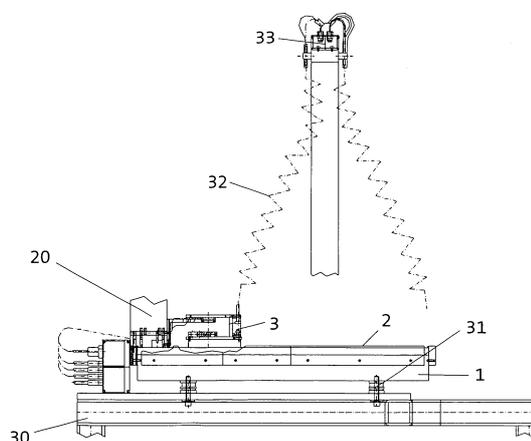
(74) Vertreter:
Engel, C., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 98527 SUHL

(72) Erfinder:
Kegeler, Jörg, 98553 SCHLEUSINGEN, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verbesserter planarer Direktantrieb mit einem Positionsmesssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen planaren Direktantrieb nach Patent Nr. DE 10329931. Erfindungsgemäß ist die quasistationäre Komponente (8) des Direktantriebs in eine Fixmodul (20) integriert, dessen Position in der Ebene der Passiveinheit (1) durch mindestens ein an der Passiveinheit (1) befestigtes mechanisches Fixierungsmittel (21, 23) festgelegt ist, und mindestens ein Haltemagnet (24) ist in das Fixmodul (20) integriert, welcher das Fixmodul auf der Lauffläche (2) der Passiveinheit (1) festhält. Außerdem besitzt die Aktiveinheit (3) des Direktantriebs einen zu ihrer Aktivlauffläche (36) parallel angeordneten Halterahmen (38), in welchem eine Trägerplatte (41) auswechselbar positioniert ist, wobei die bewegte Komponente (7) in einer Ebene zwischen den Spulensystemen der Aktiveinheit (3) und der Trägerplatte (41) angeordnet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Planaren Direktantrieb gemäß dem Hauptpatent DE 103 29 931.

[0002] Das Hauptpatent bildet den Stand der Technik für die hier beschriebenen verbesserten und weitergebildeten Ausführungsformen eines Planaren Direktantriebs, der prinzipiell eine Passiveinheit mit einer Lauffläche aus Magnetflussbereichen und einer Aktiveinheit mit Spulenkörpern zur Erzeugung eines veränderlichen Magnetflusses umfasst. Weiterhin umfasst ein derartiger planarer Direktantrieb eine Lagereinheit, die unter Aufrechterhaltung eines Lagerspalts eine reibungsarme zweidimensionale Bewegung zwischen Aktiv- und Passiveinheit gestattet. Schließlich ist ein Positionsmesssystem vorgesehen, welches eine Maßverkörperung und einen die Maßverkörperung abtastenden und ein Positionssignal liefernden Messsensor umfasst. Die bereits im Hauptpatent dargestellten Besonderheiten eines solchen Planaren Direktantriebs sind darin zu sehen, dass das Positionsmesssystem aus einer bewegten Komponente und einer quasistationären Komponente zusammengesetzt ist, von denen die eine durch die Maßverkörperung und die andere durch den Messsensor gebildet werden und wobei beide Komponenten außerhalb des Lagerspalts und beabstandet zur Lauffläche angeordnet sind. Die quasistationäre Komponente ist parallel zur Lauffläche ortsfest angeordnet, während die bewegte Komponente auf eine Weise an der Aktiveinheit befestigt ist, die einen Messeingriff mit der quasistationären Komponente gestattet. Beim Betrieb des Planaren Direktantriebs wird die Position der Aktiveinheit unter Auswertung des vom Messsensor gelieferten Positionssignals gesteuert bzw. geregelt, solange die beiden Komponenten des Positionsmesssystems in Messeingriff stehen.

[0003] Die weiteren Details eines entsprechenden Planaren Direktantriebs können aus dem genannten Hauptpatent entnommen werden, dessen Offenbarungsgehalt vollständig einbezogen wird.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, den aus dem Hauptpatent bekannten Planaren Direktantrieb weiter zu verbessern. Insbesondere sollen Bauformen der Aktiveinheit angegeben werden, welche eine einfache und genaue Positionierung der bewegten Komponente gestatten. Außerdem soll eine einfache Montagemöglichkeit für die quasistationäre Komponente bereitgestellt werden, die im Zusammenspiel mit der weitergebildeten Aktiveinheit eine hohe Positioniergenauigkeit und weitgehende Standardisierung verschiedener Werkzeugträger bzw. Werkstückhalter ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird einerseits dadurch ge-

löst, dass die quasistationäre Komponente in ein Fixmodul integriert ist, dessen Position in der Ebene der Passiveinheit durch mindestens ein an der Passiveinheit befestigtes mechanisches Fixierungsmittel festgelegt ist, und das mindestens ein Haltemagnet in das Fixmodul integriert ist, welcher das Fixmodul auf der Lauffläche der Passiveinheit festhält. Die mechanischen Fixierungsmittel können vorzugsweise als Fixierstifte ausgebildet sein, so dass das Fixmodul ohne spezielle Werkzeuge an der vorgesehenen Position auf die Lauffläche der Passiveinheit aufgesetzt werden kann und dort durch die Fixierstifte bereits in der Ebene der Lauffläche mit hoher Genauigkeit angeordnet ist. Um während des Betriebs ein Verrutschen des Fixmoduls zu vermeiden und entsprechende Kräfte aufnehmen zu können, stellt der Haltemagnet eine stabile Verbindung zur Passiveinheit her.

[0006] Die genannte Aufgabe wird weiterhin dadurch gelöst, dass die Aktiveinheit einen zu ihrer Lauffläche parallel angeordneten Halterahmen besitzt, in welchem eine Trägerplatte auswechselbar positioniert ist. Die bewegte Komponente des Positionsmesssystems ist dabei in einer Ebene angeordnet, die zwischen den Spulensystemen der Aktiveinheit und der Trägerplatte liegt. Vorzugsweise befindet sich die bewegte Komponente – beispielsweise eine die Maßverkörperung darstellende Kreuzgitterplatte – an der Unterseite der Trägerplatte.

[0007] Durch diese Gestaltung der Aktiveinheit ist es möglich, den Parallelversatz zwischen der Maßverkörperung und der Lauffläche sehr gering zu halten, z.B. kleiner als 50µm. Die Genauigkeit des Positionsmesssystems wird dadurch erhöht.

[0008] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Trägerplatte im Halterahmen über spezielle Ausrichtmittel befestigt, um auch beim Wechsel der Trägerplatte eine hohe Wiederholgenauigkeit sicherstellen zu können. Diese Ausrichtmittel werden beispielsweise durch Permanentmagnete im Halterahmen und den Permanentmagneten gegenüberliegende Eisenstifte in der Trägerplatte gebildet. Die resultierenden Magnetkräfte der Ausrichtmittel bestimmen die Lage der Trägerplatte im Halterahmen eindeutig, wenn die Ausrichtmittel beispielsweise nach dem Dreipunktprinzip angeordnet sind. Die Ausrichtmittel können aber auch durch mit einer Federkraft belastete Druckkugeln und kommunizierende Vertiefungen oder andere geeignete Systeme gebildet sein.

[0009] Weitere Vorteile, Einzelheiten und Weiterbildungen ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung. Es zeigen:

[0010] [Fig. 1](#) eine vereinfachte seitliche Übersichts-darstellung eines planaren Direktantriebs mit einem

Positionsmesssystem;

[0011] **Fig. 2** eine seitliche, teilweise geschnittene Detaildarstellung eines auf der Passiveinheit des Direktantriebs angeordneten Fixmoduls und einer Aktiveinheit, wobei das Positionsmesssystem im Messeingriff gezeichnet ist;

[0012] **Fig. 3** eine Grundplatte des Fixmoduls in einer Ansicht von unten;

[0013] **Fig. 4** eine Seitenansicht der Aktiveinheit;

[0014] **Fig. 5** einen Halterahmen der Aktiveinheit in einer Ansicht von oben;

[0015] **Fig. 6** eine Trägerplatte der Aktiveinheit in einer Seitenansicht.

[0016] In **Fig. 1** ist ein planarer Direktantrieb in einer seitlichen Übersichtsdarstellung gezeigt. Der Direktantrieb umfasst eine Passiveinheit **1** mit einer planen Lauffläche **2**, welche Magnetflussbereiche, vorzugsweise in Form einer Kreuzgitterteilung umfasst. Die Passiveinheit ruht auf einem Gestell **30**, wobei geeignete Niveaugler **31** verwendet werden, um die Lauffläche der Passiveinheit **1** exakt waagrecht einstellen zu können.

[0017] Der Direktantrieb besitzt weiterhin eine Aktiveinheit **3**, welche auf der Lauffläche der Passiveinheit **1** beweglich ist. Bei abgewandelten Ausführungsformen können mehrere Aktiveinheiten vorhanden sein, wie dies im Hauptpatent detailliert beschrieben ist.

[0018] Schließlich ist/sind mindestens ein, üblicherweise mehrere Arbeits- bzw. Fixmodule **20** am Rand der Passiveinheit angeordnet. Die Versorgung der beweglichen Aktiveinheit **3** erfolgt über flexible Anschlussleitungen **32**, die beispielsweise von einer sich über die Passiveinheit erstreckenden Versorgungsbrücke **33** ausgehen.

[0019] In **Fig. 2** sind das Fixmodul **20** und die Aktiveinheit **3** in einer seitlich, teilweise geschnittenen Detaildarstellung gezeigt. Das Fixmodul **20** besitzt eine Grundplatte **22**, welche über Montagestifte **21** an einer gestellfesten Anschlagleiste **23** befestigt wird. Die Verbindung zwischen Grundplatte, Montagestiften und Anschlagleiste ist mit hoher Passgenauigkeit ausgeführt, die einerseits einen einfachen Wechsel der Fixmodule ermöglicht und andererseits die Lage des Fixmoduls in der Ebene der Lauffläche **2** der Passiveinheit **1** mit recht hoher Genauigkeit vorgibt. Die Grundplatte **22** kann bezüglich ihrer Abmessungen standardisiert werden und mit unterschiedlichen Aufbauten bestückt werden, so dass Fixmodule verschiedenster Art bereitgestellt werden können, die hinsichtlich der Abmessungen

kompatibel sind. An einer Anschlagleiste lassen sich mehrere Fixmodule anordnen, die bei veränderten Bearbeitungsaufgaben durch andere Fixmodule ausgetauscht werden können.

[0020] Um das Fixmodul **20** ohne spezielles Werkzeug auf der Passiveinheit zu befestigen, ist in der Grundplatte **22** mindestens ein Haltemagnet **24** angeordnet, der das gesamte Fixmodul auf die Lauffläche **2** der Passiveinheit **1** zieht, so dass eine dauerhafte Position eingenommen wird, die auch bei der Ausführung von Bearbeitungsvorgängen eingehalten wird.

[0021] Am Rand der Passiveinheit **1** ist in unmittelbarer Nähe der Anschlagleiste **23** oder als integraler Bestandteil dieser Anschlagleiste ein Anschlusskasten **25** vorgesehen, über welchen die Versorgung der einzelnen Fixmodule mit der Betriebsspannung, elektronischen Steuersignalen, Hydraulik bzw. Pneumatik oder ähnlichen Medien erfolgen kann. Vorzugsweise sind leicht lösbare Steckverbindungen zwischen den Fixmodulen und dem Anschlusskasten **25** vorgesehen, die einen schnellen Versorgungsanschluss ermöglichen und die Flexibilität beim Austausch der Fixmodule erhalten.

[0022] Am Fixmodul **20** ist weiterhin ein Sensorarm **26** befestigt, an dessen über das Fixmodul hinausragenden Ende ein Messsensor **27** angeordnet ist. Der Messsensor **27** bildet im Positionsmesssystem die quasistationäre Komponente. Bei nahe genug an das Fixmodul **20** herangefahrener Aktiveinheit **3** gelangt der Messsensor **27** in Messeingriff mit einer als bewegte Komponente des Messsystems fungierenden Maßverkörperung **34**, die an der Aktiveinheit **3** befestigt ist.

[0023] **Fig. 3** zeigt die Grundplatte **22** des Fixmoduls in einer Ansicht von unten. Bei der hier dargestellten Ausführungsform sind in der Bodenfläche der Grundplatte drei Aussparungen **28** eingebracht, in welche je nach Bedarf bis zu drei Elektromagnete eingesetzt werden können, die als Haltemagnete **24** arbeiten. Bei einem erforderlichen Wechsel des Fixmoduls **20** werden die Elektromagnete von der Stromversorgung getrennt, so dass das Fixmodul leicht von der Passiveinheit abgenommen werden kann. Weiterhin sind im hinteren Bereich der Grundplatte **22** zwei Bohrungen **29** angebracht, in welche im Betriebszustand die Montagestifte **21** eingreifen.

[0024] **Fig. 4** zeigt eine Seitenansicht der Aktiveinheit **3**. In einem Antriebsblock **35** sind die Spulensysteme (nicht gezeigt) angeordnet, die für die Erzeugung der Antriebskräfte benötigt werden. An der Unterseite des Antriebsblocks **35** befindet sich eine Aktivlauffläche **36**, die in bekannter Weise mit der Lauffläche **2** der Passiveinheit **1** zusammenwirkt, um den Direktantrieb zu realisieren. An einer Seite des An-

triebsblocks **35** ist ein Distanzblock **37** befestigt, der einen Halterahmen **38** trägt. Der Halterahmen ist vorzugsweise aus einem nichtmagnetisierbaren Material hergestellt und erstreckt sich parallel zur Aktivlauffläche **36**.

[0025] Um später eine hohe Messgenauigkeit erzielen zu können, wird der Halterahmen **38** nach seiner Befestigung an der Aktiveinheit **3** nochmals einer Feinbearbeitung unterzogen, damit die Oberseite des Halterahmens **38** soweit wie möglich parallel zur Aktivlauffläche **36** verläuft. Da während des Betriebs des Direktantriebs eine hohe Parallelität zwischen der Aktivlauffläche **36** und der Lauffläche **2** der Passiveinheit **1** besteht (insbesondere bei Verwendung eines Luftlagers), ist der Halterahmen **38** auch mit der Passiveinheit sehr genau ausgerichtet. Durch die Anordnung des Fixmoduls **20** auf der Passiveinheit ist auch dieses mit hoher Genauigkeit zur Passiveinheit ausgerichtet, so dass beim Messeingriff zwischen dem Messsensor **27** und der Maßverkörperung **34** (siehe [Fig. 2](#)) eine hohe Parallelität zwischen Sensor und Maßverkörperung besteht, wodurch der aus einem Parallelversatz resultierende Fehler gering wird.

[0026] [Fig. 5](#) zeigt den Halterahmen **38** in einer Ansicht von oben. Der Halterahmen besitzt einen Auflageabschnitt **39**, welcher bei der Montage auf dem Distanzblock **37** aufliegt und an diesem verschraubt werden kann. Weiterhin ist eine zentrale Rahmenaussparung **40** vorgesehen, in welche eine Trägerplatte **41** (siehe [Fig. 6](#)) einsetzbar ist. Um die Trägerplatte in der Rahmenaussparung **40** schnell und ohne das Erfordernis einer Feinjustage ausrichten zu können, sind bei der dargestellten Ausführungsform an drei Positionen im Halterahmen **38** Permanentmagnete **42** angeordnet. Diese wirken mit magnetisierbaren Ausrichtstiften **43** zusammen, welche an der Trägerplatte **41** angebracht sind.

[0027] [Fig. 6](#) zeigt die Trägerplatte **41** in einer Seitenansicht. Die Trägerplatte besteht vorzugsweise aus einem nicht magnetisierbaren Material und ist im Übrigen an den speziellen Einsatzzweck angepasst. Die Abmessungen der Trägerplatte werden vorzugsweise standardisiert, wobei als Trägerplatte beispielsweise ein Werkstückträger gemäß DIN 32561-T4 verwendet wird. Auf diese Weise ist es möglich, von verschiedenen Herstellern Werkstück- oder Werkzeugträger für den Einsatz mit dem planaren Direktantrieb konfektionieren zu lassen, da lediglich die Abmessungen der Trägerplatte standardmäßig ausgelegt werden müssen, um auf einem erfindungsgemäßen planaren Direktantrieb eingesetzt werden zu können. Die möglichen Aufbauten, die sich auf der Oberseite der Trägerplatte **41** errichten lassen, sind auf diese Weise sehr vielfältig.

[0028] Verständlicherweise ist der Halterahmen **38**

in seinen Abmessungen so ausgelegt, dass er die Trägerplatte **41** optimal aufnehmen kann. Wie aus [Fig. 6](#) ersichtlich ist, sind in der Trägerplatte die Ausrichtstifte **43** angeordnet, die eine kraftschlüssige Verbindung zum Halterahmen herstellen. Die Maßverkörperung **34**, die gemeinsam mit dem Messsensor das Positionsmesssystem bildet, ist vorzugsweise auf der Unterseite der Trägerplatte **41** angebracht. Als Maßverkörperung kommt beispielsweise ein Kreuzgitterglasmaßstab in Frage, der an der Unterseite der Trägerplatte angeklebt ist.

[0029] Es soll daran erinnert werden, dass auf der Passiveinheit mehrere Aktiveinheiten gleichzeitig verfahren werden können. Ebenso können mehrere Fixmodule in den Randbereichen oder auch in anderen speziell dafür vorgesehenen Bereichen der Passiveinheit angeordnet werden. Bezüglich der möglichen Abwandlungen wird nochmals auf das Hauptpatent verwiesen, in welchem auch Variationsmöglichkeiten bezüglich der Gestaltung des Positionsmesssystems beschrieben sind.

Bezugszeichenliste

1	Passiveinheit
2	Lauffläche
3	Aktiveinheit
20	Arbeits-/Fixmodul
21	Montagestifte
22	Grundplatte
23	Anschlagleiste
24	Haltemagnete
25	Anschlusskasten
26	Sensorarm
27	Messsensor
28	Aussparung
29	Bohrung
30	Gestell
31	Niveauregler
32	Flexible Anschlussleitungen
33	Versorgungsbrücke
34	Maßverkörperung
35	Antriebsblock
36	Aktivlauffläche
37	Distanzblock
38	Halterahmen
39	Auflageabschnitt
40	Rahmenaussparung
41	Trägerplatte
42	Permanentmagnete
43	Ausrichtstifte

Patentansprüche

1. Planarer Direktantrieb nach Patent Nr. DE 103 29 931, **dadurch gekennzeichnet**, dass die quasistationäre Komponente (**8**) in ein Fixmodul (**20**) integriert ist, dessen Position in der Ebene der Passiveinheit (**1**) durch mindestens ein an der Passiveinheit

(1) befestigtes mechanisches Fixierungsmittel (21, 23) festgelegt ist, und dass weiterhin mindestens ein Haltemagnet (24) in das Fixmodul (20) integriert ist, welcher das Fixmodul auf der Lauffläche (2) der Passiveinheit (1) festhält.

2. Planarer Direktantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das mechanische Fixierungsmittel eine gestellfeste Anschlagleiste (23) am Rand der Passiveinheit (1) und mehrere in die Anschlagleiste (23) und das Fixmodul (20) eingreifende Fixierstifte (21) umfasst, und dass der Haltemagnet (24) einen oder mehrere Elektromagnete umfasst.

3. Planarer Direktantrieb nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an die Anschlagleiste (23) elektrische Anschlussmittel (25) zum elektrischen Anschluss der quasistationären Komponente (8) angekoppelt sind.

4. Planarer Direktantrieb nach Patent Nr. DE 103 29 931, dadurch gekennzeichnet, dass die Aktiveinheit (3) einen zu ihrer Aktivlauffläche (36) parallel angeordneten Halterahmen (38) besitzt, in welchem eine Trägerplatte (41) auswechselbar positioniert ist, wobei die bewegte Komponente (7) in einer Ebene zwischen den Spulensystemen der Aktiveinheit (3) und der Trägerplatte (41) angeordnet ist.

5. Planarer Direktantrieb nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die bewegte Komponente (7) durch eine flächige Maßverkörperung (34) gebildet ist, die an der Unterseite der Trägerplatte (41) befestigt ist.

6. Planarer Direktantrieb nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Maßverkörperung (34) eine Kreuzgitterplatte ist, deren Parallelversatz zur Aktivlauffläche (36) der Aktiveinheit (3) kleiner als 50µm ist.

7. Planarer Direktantrieb nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass im Halterahmen (38) und in der Trägerplatte (41) Ausrichtmittel (42, 43) vorhanden sind, die durch magnetische Anziehungskräfte zusammenwirken, um die Trägerplatte (41) in einer vorbestimmten Lage im Halterahmen (38) zu positionieren.

8. Planarer Direktantrieb nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausrichtmittel durch mehrere Permanentmagnete (42) und gegenüberliegende magnetisierbare Ausrichtstifte (43) gebildet sind, die jeweils im Halterahmen bzw. in der Trägerplatte eingesetzt sind.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

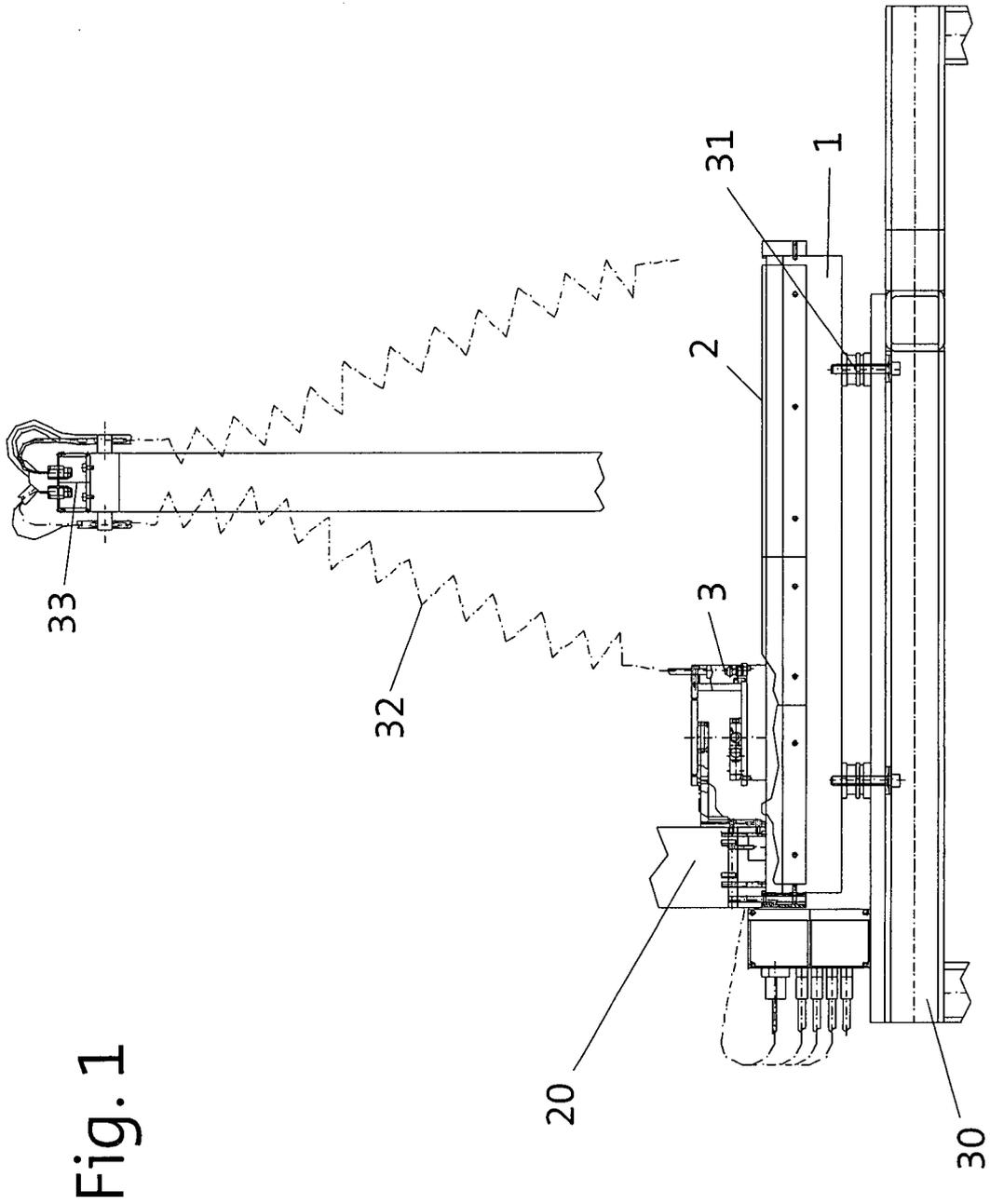


Fig. 1

Fig. 2

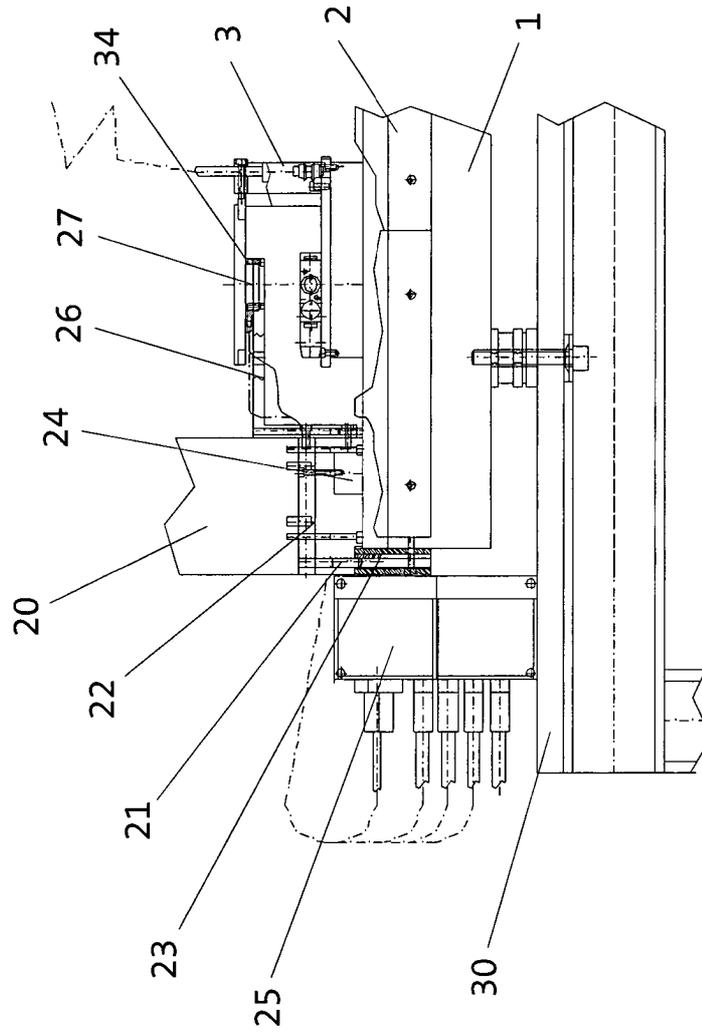


Fig. 3

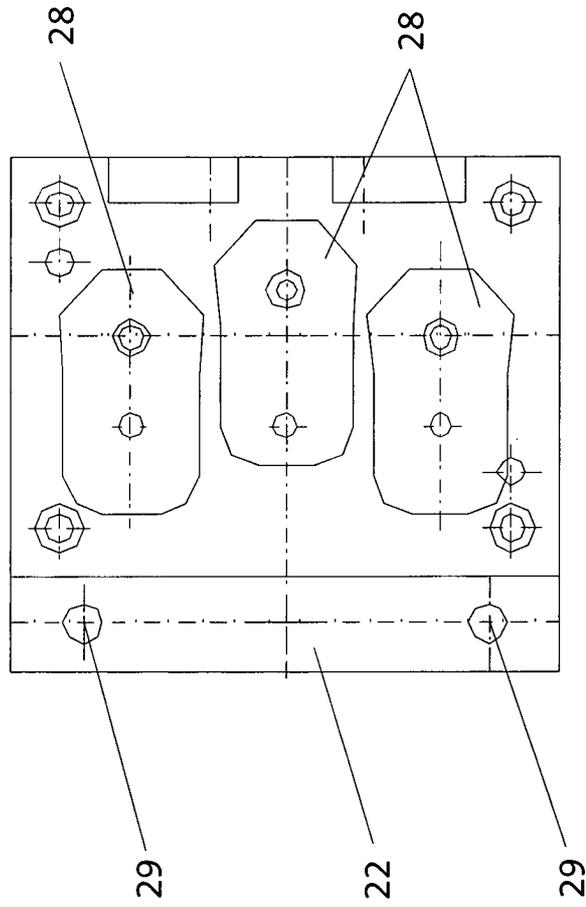


Fig. 4

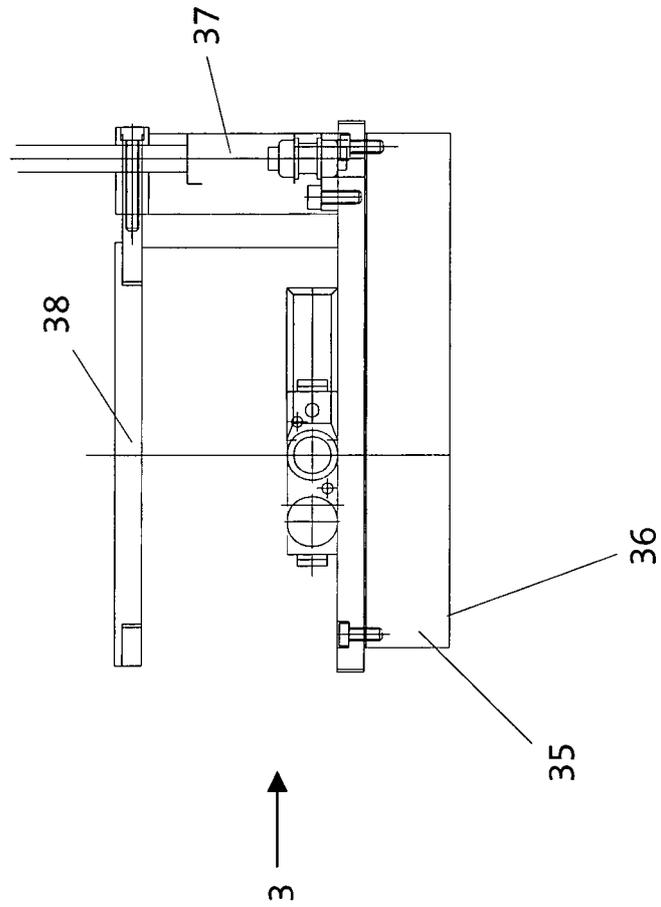


Fig. 5

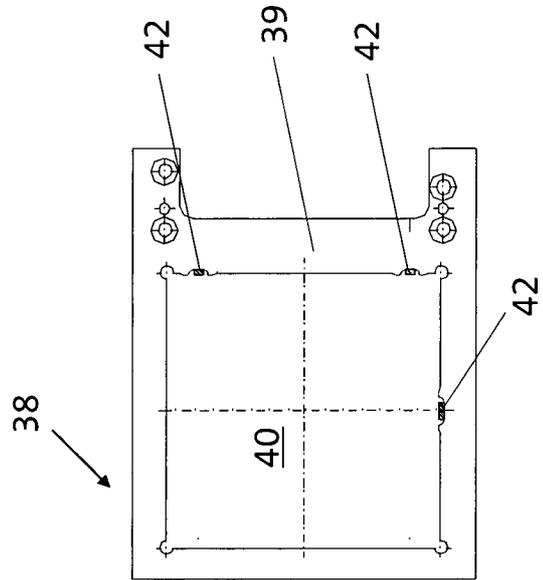


Fig. 6

