



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Patentschrift
10 DE 199 37 882 C 2

51 Int. Cl. 7:
F 16 C 32/04

21 Aktenzeichen: 199 37 882.7-51
22 Anmeldetag: 15. 8. 1999
43 Offenlegungstag: 29. 3. 2001
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 11. 2001

DE 199 37 882 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:
Löffler, Hans-Peter, 64342 Seeheim-Jugenheim, DE

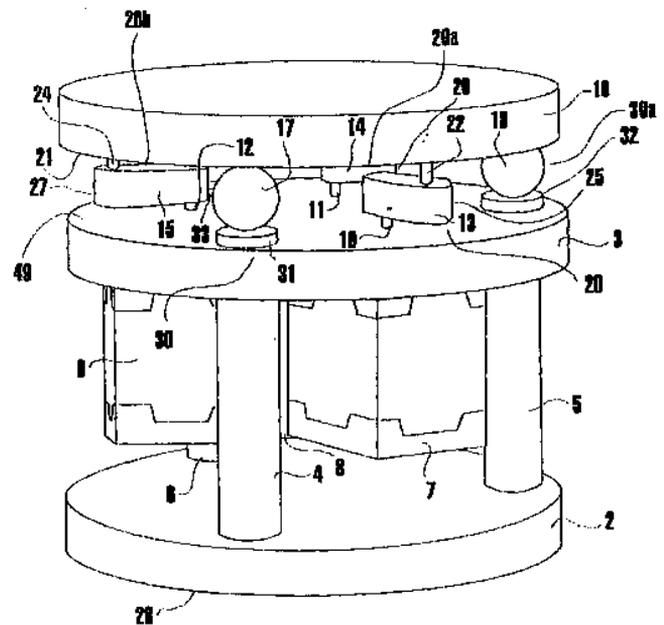
74 Vertreter:
Mierswa, K., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 68199
Mannheim

72 Erfinder:
gleich Patentinhaber

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
US 30 16 274

54 Selbstzentrierendes Magnetlager

57 Die Erfindung betrifft ein selbstzentrierendes Magnetlager, bestehend aus wenigstens einem Magneten mit wenigstens einer Lagerfläche, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt und auf der sich eine magnetisch leitfähige Kugel im Bereich des Magnetfeldes frei beweglich befindet, welches bestrebt ist, die Kugel in das Zentrum der Kraftlinien auf der Lagerfläche in einer Ruhelage zu zentrieren und Magnet und Kugel eine magnetisch-kraftschlüssige Verbindung bilden, wobei der Magnet bei Auslenkung der Kugel aus der Ruhelage bestrebt ist, die Kugel ins Zentrum der Kraftlinien des Magnetfeldes zurückzurollen.



DE 199 37 882 C 2

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein selbstzentrierendes Magnetlager.

Stand der Technik

[0002] Bekannte Lösungen von Lagerungen in einer Ebene werden durch Kombination von eindimensionalen Lagerungen realisiert. Zum Beispiel werden zwei um 90 Grad zueinander montierte Linearlager mit einem Drehtisch kombiniert. Derartige Tische erfordern einen hohen technischen Aufwand, um vorhandenes Lagerspiel zu minimieren und besitzen eine relativ große zu bewegende Eigenmasse, die schnelle Bewegungsabläufe, wie zum Beispiel Schwingungen, kaum zulassen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine Lagerung mittels Federelementen vorzunehmen.

[0003] Des Weiteren existieren Piezoversteller, die zwar eine gute Positioniergenauigkeit und Steifigkeit erreichen, jedoch nur über geringe Verstellwege und Geschwindigkeiten verfügen und sehr empfindlich gegen Überlast sind.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Lagerung bzw. ein Lager zu schaffen, welches die Lagerung eines Körpers derart gestattet, dass derselbe eine Bewegung in den drei Freiheitsgraden, Längsachse, Querachse und Drehung, ausführen kann, und nach Auslenkung des Körpers eine Rückkehr in die Anfangsposition selbstständig durch Rückstellkräfte des Lagers erfolgen kann. Des Weiteren soll der Aufbau des Lagers kompakt, wartungsarm und verschleißresistent sein.

[0005] Die Lösung der Aufgabe besteht in einem selbstzentrierenden Magnetlager, welches aus wenigstens einem Magneten mit wenigstens einer Lagerfläche besteht, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt, und auf der sich eine magnetisch leitfähige Kugel im Bereich des Magnetfeldes frei beweglich befindet, welches bestrebt ist, die Kugel in das Zentrum der Kraftlinien auf der Lagerfläche in einer Ruhelage zu zentrieren und Magnet und Kugel eine magnetisch-kraftschlüssige Verbindung bilden, wobei der Magnet bei Auslenkung der Kugel aus der Ruhelage bestrebt ist, die Kugel ins Zentrum der Kraftlinien des Magnetfeldes zurückzurollen. Vorzugsweise ist auch das Gegenlager der Kugel ebenfalls ein Magnet mit einer Gegenlagerfläche, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt, wobei die Magnete so gepolt sind, dass sie sich anziehen und beide Magnete bei Auslenkung der Kugel aus der Ruhelage bestrebt sind, die dazwischen befindliche Kugel in das jeweilige Zentrum der Kraftlinien der Magnetfelder auf der Lagerfläche und der Gegenlagerfläche zurückzurollen, so dass beide Magnete mit der dazwischen angeordneten Kugel eine magnetisch-kraftschlüssige Verbindung bilden.

[0006] Die Erfindung besitzt den Vorteil, dass es eine Lagerung eines Körpers derart gestattet, dass derselbe eine Bewegung in den drei Freiheitsgraden, Längsachse, Querachse und Drehung, ausführen kann, und nach Auslenkung des Körpers eine Rückkehr in die Anfangsposition selbstständig durch die magnetischen Rückstellkräfte des Lagers erfolgt. Überschreitet eine in 90 Grad zur Bewegungsebene und entgegen der Anziehungskräfte des oder der magnetischen Lager gerichtete Kraft die Haltekräfte des oder der Magneten, so ist vorteilhaft eine zerstörungsfreie Trennung des oder der Lager mit der Möglichkeit der späteren Rekombination möglich.

[0007] Grundelement der Erfindung ist ein Einzellager,

gebildet durch wenigstens einen Magneten sowie eine magnetisch leitfähige Kugel oder gebildet durch zwei Magneten, die sich gegenseitig anziehen, zwischen denen eine magnetisch leitfähige Kugel, vorzugsweise aus weichmagnetischem Metall, sich befindet. In beiden Fällen bilden die Kombination Magnet-Kugel oder Magnet-Kugel-Magnet einen magnetisch-kraftschlüssigen Verbund. Kombiniert man mindestens drei der Einzellager derart, dass die Mittelpunkte der Lager die Eckpunkte einer Fläche bilden, so erhält man eine stabile Gesamtlagerung in einer Ebene.

[0008] Die Oberfläche des oder der Magneten, aus der das Magnetfeld austritt, ist gleichzeitig die Lagerfläche und/oder die Gegenlagerfläche der Kugel des Lagers. Ebenso kann zwischen Magnet und Kugel eine Lauffläche aus abriebfestem Material angeordnet werden, welches magnetisch leitfähig bzw. durchdringbar ist. Die Magnete sind Permanentmagnete und/oder Elektromagnete.

[0009] Des Weiteren kann eine der Lagerflächen der Kugel eine sphärisch geformte Schale als Kugellager aufweisen.

[0010] In der Anwendung des erfindungsgemäßen magnetischen Lagers kann das Gegenlager der Kugel an einem Trageil angeordnet sein, wobei bei einer Auslenkung des Trageils relativ zur Lagerfläche des Magneten und einer daraus resultierenden Bewegung der Kugel aus ihrer Ruhelage heraus der Magnet bestrebt ist, die Kugel unter Mitnahme des Trageils ins Zentrum der Kraftlinien des Magnetfeldes zurückzurollen.

[0011] Mehrere Einzellager, bestehend aus wenigstens einem Magneten mit wenigstens einer Lagerfläche, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt, und auf der sich eine magnetisch leitfähige Kugel im Bereich des Magnetfeldes frei beweglich befindet, können übereinander angeordnet und miteinander magnetisch-kraftschlüssig verbunden sein. In vorteilhafter Ausgestaltung können auf diese Weise zwei Lagerhälften über mehrere Einzellager miteinander magnetisch-kraftschlüssig verbunden werden.

[0012] Der oder die Magnete mit Lagerfläche sind Teil einer Basis, wobei das die Gegenlagerfläche/n aufweisende Trageil unter Zwischenlage der Kugeln an einer Tischfläche angeordnet oder Teil einer Tischfläche ist. Die Tischfläche ist Teil eines Positionier- und Fördertisch mit einem Teller und mindestens einem elektrischen Antrieb, wie Elektromagnet oder Elektromotor, Piezoantrieb oder magnetostruktiver Antrieb, durch den der Teller in Bewegung versetzbar ist, wobei zwischen Teller und Positionier- und Fördertisch mindestens ein derartiges magnetisch-kraftschlüssig wirkendes Magnetlager ausgebildet ist.

[0013] Weitere Vorteile des erfindungsgemäßen Magnetlagers sind die Spielfreiheit der Lagerung, die hohe Steifigkeit des Lagers, die geringe Masse, der geringe Abstand von zu lagerndem Körper zum festen Bezugskörper, die selbsttätige Rückstellung des Lagers in Ausgangsposition, die Möglichkeit der zerstörungsfreie Trennung des Lagers sowie die Tatsache, dass keine Justierung notwendig ist.

[0014] Ein Beispiel der Erfindung ist anhand der Beschreibung der Zeichnung eines Positionier- und Fördertisches gezeigt:

[0015] Fig. 1 eine perspektivische Darstellung eines Positionier- und Fördertisches von schräg oben mit Magnetlagern

[0016] Fig. 2 eine perspektivische Darstellung des Positionier- und Fördertisches von schräg unten mit Magnetlagern

[0017] Fig. 3 eine Seitenansicht des Positionier- und Fördertisches

[0018] Fig. 4 eine Draufsicht des Positionier- und Fördertisches ohne Teller

[0019] Fig. 5 eine Seitenansicht des Tellers und

[0020] Fig. 6 eine Ansicht der Unterseite des Tellers

[0021] Ein selbstzentrierendes Magnetlager, bestehend aus wenigstens einem Magneten mit wenigstens einer Lagerfläche, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt, und auf der sich eine magnetisch leitfähige Kugel im Bereich des Magnetfeldes frei beweglich befindet, welches bestrebt ist, die Kugel in das Zentrum der Kraftlinien auf der Lagerfläche in einer Ruhelage zu zentrieren und Magnet und Kugel eine kraftschlüssige Verbindung bilden, wobei der Magnet bei Auslenkung der Kugel aus der Ruhelage bestrebt ist, die Kugel ins Zentrum der Kraftlinien des Magnetfeldes zurückzurollen, ist zum Beispiel Teil eines Positionier- und Fördertisch **1** mit einem Teller **16** und mindestens einem elektrischen Antrieb, wie Elektromagnet oder Elektromotor, Piezoantrieb oder magnetostruktiver Antrieb, durch den der Teller **16** in Bewegung versetzbar ist. Zwischen Teller **16** und Positionier- und Fördertisch **1** ist mindestens ein erfindungsgemäßes magnetisch-kraftschlüssiges Magnetlager ausgebildet, welches durch Magnetkraft aktivierbare Rückstellmittel besitzt und damit zur Zentrierung geeignet ist.

[0022] Der Positionier- und Fördertisch ist in den Fig. 1 und 2 in seiner Gesamtheit mit **1** bezeichnet. Zwischen einer unteren Fußplatte **2** und einer oberen Lagerplatte **3**, die durch Lagerstützen **4, 5, 6** von einander distanziert sind, befinden sich drei Elektromotoren **7, 8, 9**, deren Rotationsachsen **10, 11, 12** die Lagerplatte **3** durchsetzen und mit ihren freien Enden in jeweils einen Schwinghebel **13, 14, 15** eingreifen. Die freien Enden der Rotationsachsen **10, 11, 12** bilden somit zugleich die Schwenkachsen für die Schwinghebel **13, 14, 15**.

[0023] Der Teller **16** sitzt auf den kugelförmigen Lagerkörpern **17, 18, 19** auf und ist in den Schwinghebeln **13, 14, 15** beweglich geführt. Der Teller **16** besitzt somit drei Führungslager **20, 20a, 20b**, die jeweils aus einem der Schwinghebel **13, 14, 15** und aus jeweils einem an der Tellerunterseite **21** angeordneten Lagerzapfen **22, 23, 24** gebildet ist, sowie drei Zentrierlager **30, 30a, 30b**, bestehend aus jeweils einem der Lagerköpfe **31, 32, 33**, je einem Lagerkörper **17, 18, 19** und dem jeweils zugeordneten Gegenlager **37, 38, 39**.

[0024] Die Lagerzapfen **22, 23, 24** sind auf der einen Seite von den Schwinghebeln **13, 14, 15** in deren Längsrichtung verschieblich aufgenommen und auf ihrer anderen Seite fest mit dem Teller **16** verbunden.

[0025] Der Teller **16** besitzt keine feste Verbindung mit den Zentrierlager **30, 30a, 30b**. Diese sind auf den Lagerköpfen **31, 32, 33** ruhende Lagerkörper **34, 35, 36** in Form von metallischen Kugeln und entsprechende, in der Tellerunterseite **21** angeordnete Gegenlager **37, 38, 39** in Gestalt von Magneten. Auch die Lagerköpfe **31, 32, 33** bestehen aus Magneten. Die Zentrierlager **30, 30a, 30b**, die Lagerköpfen **31, 32, 33**, die Gegenlager **37, 38, 39** in Gestalt von Magneten bilden die durch die Magnetkraft der Magnete aktivierbare Rückstellmittel.

[0026] Die jeweils gegenüberliegenden Magnete in Teller und Platte besitzen eine entgegengesetzte Polung und ziehen sich gegenseitig an. Im Betrieb schwenken die Schwinghebel **13, 14, 15** um ihre Achsen **10, 11, 12** und übertragen diese Bewegung auf den Teller **16**, der mit seinen Lagerzapfen **22, 23, 24** zusätzlich innerhalb den Schwinghebeln **13, 14, 15** vom radial äußeren Rand **25, 26, 27** in Richtung der Schwenkachsen **10, 11, 12** verschieblich sind. Entsprechend der kontrollierten Elektromotorensteuerung kann von einer radialen Drehbewegung des Tellers **16** in eine ebenso kontrollierte lineare Bewegung in X-Y-Richtung umgestellt werden. Beim Abschalten der Elektromotoren **7, 8, 9** und beim Erreichen der Schwinghebelstoppunkte wird der Teller

16 punktgenau zentriert.

[0027] Wie hierzu die einzelnen Positionier- und Fördertischkomponenten ausgebildet sind, wird nachfolgend beschrieben. Wie die Fig. 3 und 4 zeigen, sind die Lagerstützen **4, 5, 6** von der Unterseite **28** der unteren Fußplatte **2** mit Schrauben **40, 41, 42** montiert und auf deren gegenüberliegenden Seiten die obere Lagerplatte **3** befestigt. Die Lagerstützen **4, 5, 6** sind auf einem Teilkreis der Platten **2, 3** um 120° versetzt zueinander angeordnet. Um weitere 60° versetzt zu den Lagerstützen **4, 5, 6** sind ebenfalls in einer Kreisteilung von 120° die drei Elektromotoren **7, 8, 9** mit jeweils einem Schraubenpaar **43/44, 45/46, 47/48** unter der Lagerplatte **3** befestigt. In Verlängerung der Lagerstützenachsen ragen über die Oberkante **49** der Lagerplatte **3** die drei fest mit der Lagerplatte **3** verbundenen scheibenförmigen, kreiszylindrischen Lagerköpfe **31, 32, 33** hervor. Ferner treten die drei Rotationsachsen **10, 11, 12** der Elektromotoren **7, 8, 9** über die Oberkante **49** der Lagerplatte **3** aus. Auf jede Rotationsachse **10, 11, 12** ist ein Schwinghebel **13, 14, 15** drehfest mit jeweils zwei quer auf die Rotationsachsen **10, 11, 12** wirkenden Feststellschrauben **50/51, 52/53, 54/55** montiert.

[0028] Die Schwinghebel **13, 14, 15** sind an ihren Kanten abgerundete rechteckförmige Platten, die jeweils ein, sich horizontal zwischen Rotationsachse **10, 11, 12** und den etwas von den äußeren Randseiten **25, 26, 27** eingerückt erstreckende Langlöcher **56, 57, 58** aufweisen. Die Schwinghebel **13, 14, 15** sind mit den Rotationsachsen **10, 11, 12** bzw. um deren Mittelachse schwenkbar.

[0029] Der Teller **16** gemäß den Fig. 5 und 6 trägt auf seiner Unterseite **21** Lagerzapfen **22, 23, 24**, auf die dem Innenmaß der Langlöcher **56, 57, 58** (Fig. 3, 4) angepaßte Führungshülsen **59, 60, 61** aufgesetzt sind. Die radiale Verteilung der Führungshülsen **59, 60, 61** bzw. der Lagerzapfen **22, 23, 24** beträgt 120° . Um 60° versetzt sind auf der Tellerunterseite **21** die Gegenlager **37, 38, 39** in Gestalt von Magneten eingesetzt, die mit den entsprechenden Lagerköpfen **31–33** aus Magnetwerkstoff auf der Lagerplatte **3** (Fig. 1–4) korrespondieren. Bei der Anordnung von zwei negativ und einem positiv gepolten Magneten auf der oberen Platte **3** und zwei positiv und einem negativ gepolten Magneten auf der Tellerunterseite **21**, kann eine Lagedefinition für den Teller **16** vorgegeben werden.

[0030] Durch die gegenseitige Einwirkung der sich gegenüberliegenden Magneten und den kugelförmigen Lagerkörpern **17, 18, 19** erfolgt stets dann eine Zwangszentrierung des Tellers **16**, wenn die Magnetkraft die auf den Teller **16** wirkenden Antriebskräfte übersteigt.

Liste der Bezugszeichen

- 1** Positionier- und Fördertisch
- 2** untere Fußplatte
- 3** obere Lagerplatte
- 4** Lagerstütze
- 5** Lagerstütze
- 6** Lagerstütze
- 7** Elektromotor
- 8** Elektromotor
- 9** Elektromotor
- 10** Rotationsachse von **7**
- 11** Rotationsachse von **8**
- 12** Rotationsachse von **9**
- 13** Schwinghebel
- 14** Schwinghebel
- 15** Schwinghebel
- 16** Teller
- 17** Lagerkörper/Rückstellmittel

18 Lagerkörper/Rückstellmittel
19 Lagerkörper/Rückstellmittel
20 Führungslager
20a Führungslager
20b Führungslager
21 Tellerunterseite
22 Lagerzapfen
23 Lagerzapfen
24 Lagerzapfen
25 Außenrand von **13**
26 Außenrand von **14**
27 Außenrand von **15**
28 Unterseite von **2**
30 Zentrierlager
30a Zentrierlager
30b Zentrierlager
31 Lagerkopf/Rückstellmittel
32 Lagerkopf/Rückstellmittel
33 Lagerkopf/Rückstellmittel
37 Gegenlager/Rückstellmittel
38 Gegenlager/Rückstellmittel
39 Gegenlager/Rückstellmittel
40 Schraube
41 Schraube
42 Schraube
43 Schraube
44 Schraube
45 Schraube
46 Schraube
47 Schraube
48 Schraube
49 Oberkante von **3**
50 Feststellschraube
51 Feststellschraube
52 Feststellschraube
53 Feststellschraube
54 Feststellschraube
55 Feststellschraube
56 Langloch
57 Langloch
58 Langloch
59 Führungshülse
60 Führungshülse
61 Führungshülse

Patentansprüche

1. Selbstzentrierendes Magnetlager, bestehend aus wenigstens einem Magneten mit wenigstens einer Lagerfläche, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt, und auf der sich eine magnetisch leitfähige Kugel im Bereich des Magnetfeldes frei beweglich befindet, welches bestrebt ist, die Kugel in das Zentrum der Kraftlinien auf der Lagerfläche in einer Ruhelage zu zentrieren und Magnet und Kugel eine magnetisch-kraftschlüssige Verbindung bilden, wobei der Magnet bei Auslenkung der Kugel aus der Ruhelage bestrebt ist, die Kugel ins Zentrum der Kraftlinien des Magnetfeldes zurückzurollen.

2. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegenlager ebenfalls ein Magnet mit einer Gegenlagerfläche ist, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt, wobei die Magnete so gepolt sind, dass sie sich anziehen und beide Magnete bei Auslenkung der Kugel aus der Ruhelage bestrebt sind, die dazwischen befindliche Kugel in das jeweilige Zentrum der Kraftlinien der Magnetfelder auf der Lagerfläche und der Gegenlagerfläche zurückzurollen.

len, so dass beide Magnete mit der dazwischen angeordneten Kugel eine magnetisch-kraftschlüssige Verbindung bilden.

3. Magnetlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des oder der Magneten, aus der das Magnetfeld austritt, gleichzeitig die Lagerfläche und/oder die Gegenlagerfläche der Kugel ist.

4. Magnetlager nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Magnete Permanentmagnete und/oder Elektromagnete sind.

5. Magnetlager nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Lagerflächen der Kugel eine sphärisch geformte Schale als Kugellager ist.

6. Magnetlager nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gegenlager der Kugel an einem Tragteil angeordnet ist, und bei einer Auslenkung des Tragteils relativ zur Lagerfläche des Magneten und einer daraus resultierenden Bewegung der Kugel aus ihrer Ruhelage heraus der Magnet bestrebt ist, die Kugel unter Mitnahme des Tragteils ins Zentrum der Kraftlinien des Magnetfeldes zurückzurollen.

7. Magnetlager nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Binzellager, bestehend aus wenigstens einem Magneten mit wenigstens einer Lagerfläche, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches eintritt, und auf der sich eine magnetisch leitfähige Kugel im Bereich des Magnetfeldes frei beweglich befindet, übereinander angeordnet und miteinander magnetisch-kraftschlüssig verbunden sind.

8. Magnetlager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Lagerhälften über mehrere Einzelager miteinander magnetisch-kraftschlüssig verbunden sind.

9. Magnetlager nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Magnet und Kugel eine Lauffläche aus abriebfestem Material angeordnet ist, welches magnetisch leitfähig ist.

10. Magnetlager nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Magnete mit Lagerfläche Teil einer Basis sind und dass das die Gegenlagerfläche/n aufweisende Tragteil unter Zwischenlage der Kugel/n an einer Tischfläche angeordnet oder Teil einer Tischfläche ist.

11. Magnetlager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Tischfläche Teil eines Positionier- und Fördertisch (1) mit einem Teller (16) und mindestens einem elektrischen Antrieb, wie Elektromagnet oder Elektromotor, Piezoantrieb oder magnetostriktiver Antrieb ist, durch den der Teller in Bewegung versetzbar ist, wobei zwischen Teller (16) und Positionier- und Fördertisch (1) mindestens ein derartiges magnetisch-kraftschlüssig wirkendes Magnetlager (30, 30a, 30b) ausgebildet ist.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

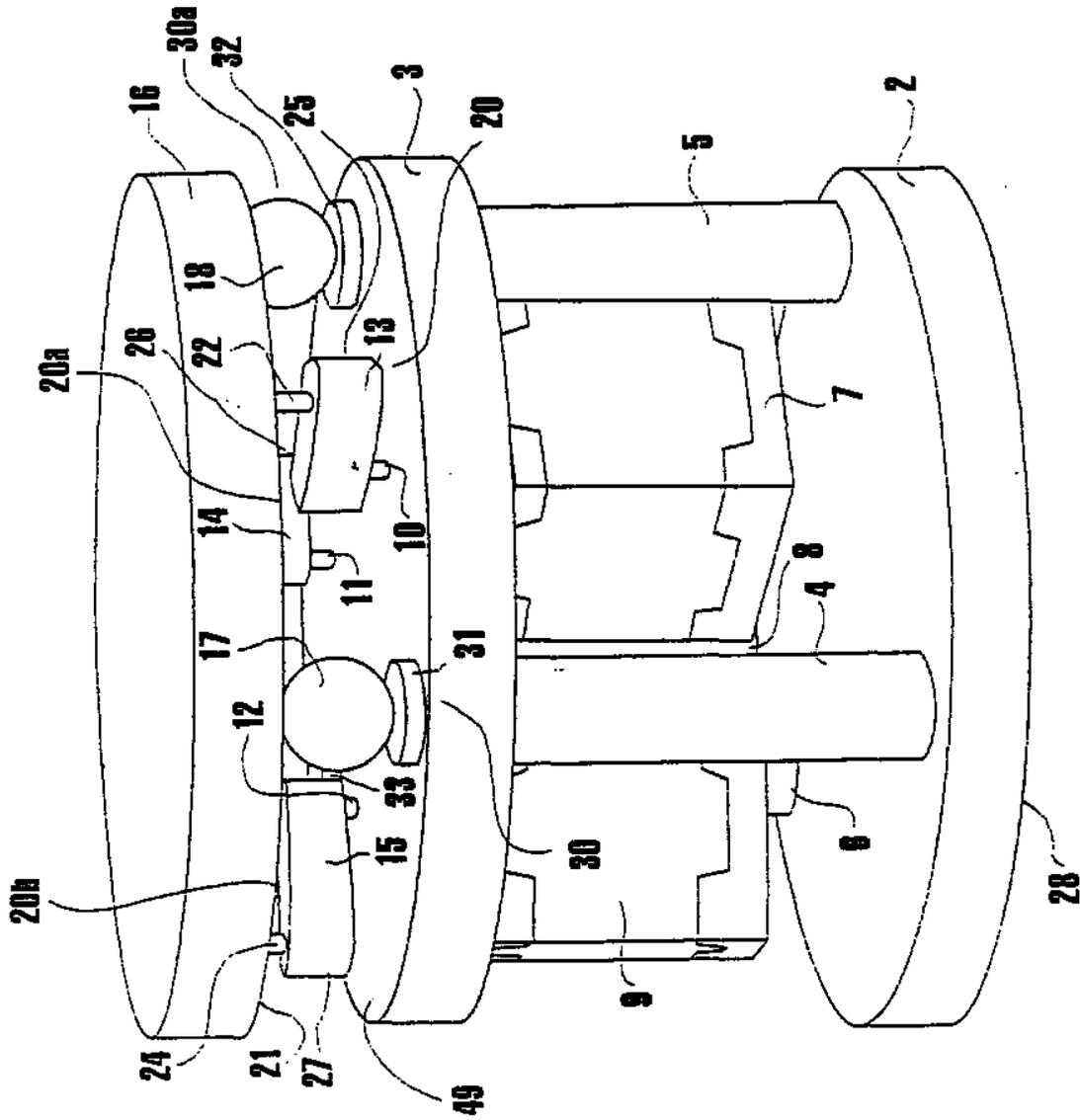


FIG. 1

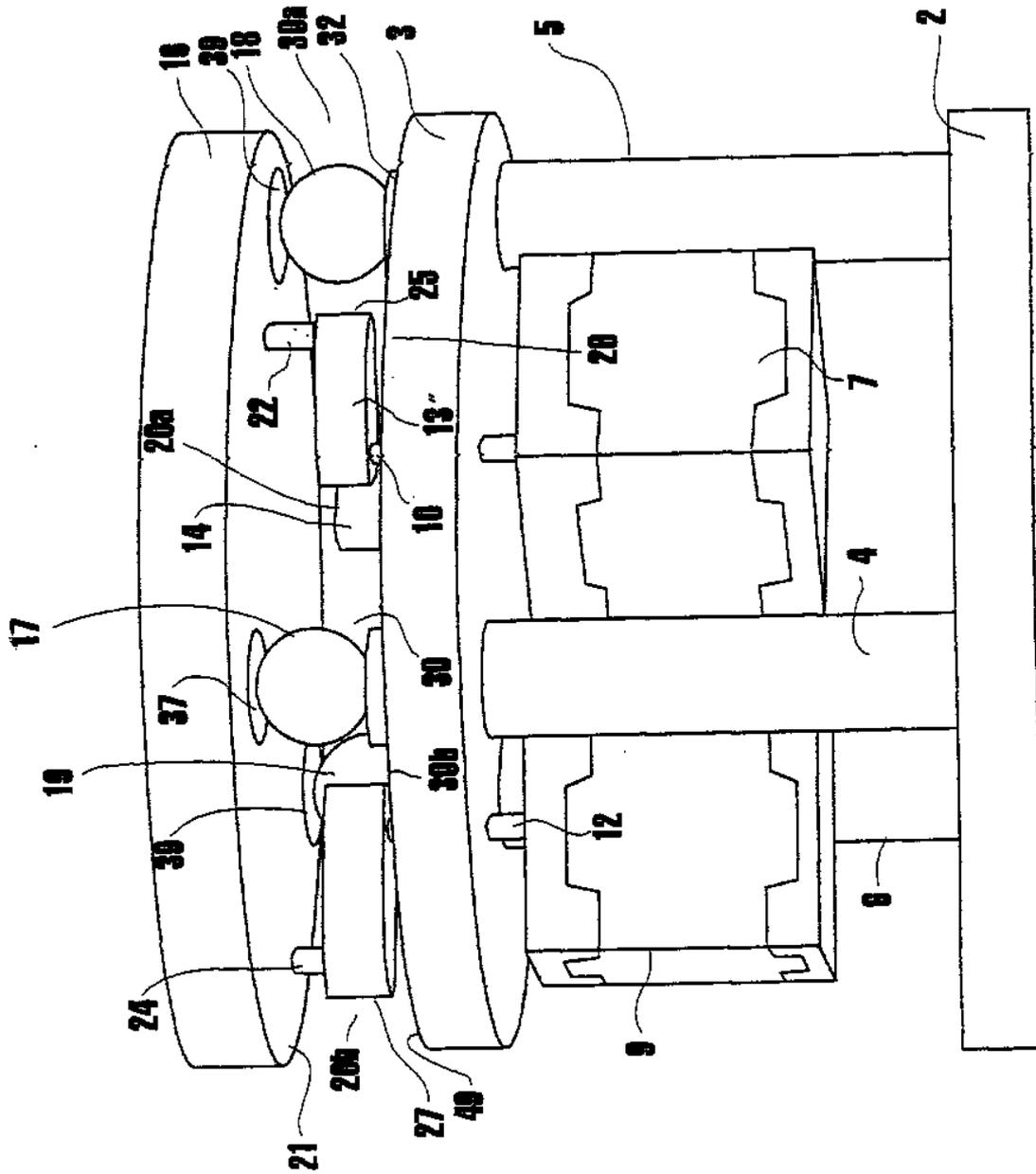


FIG. 2

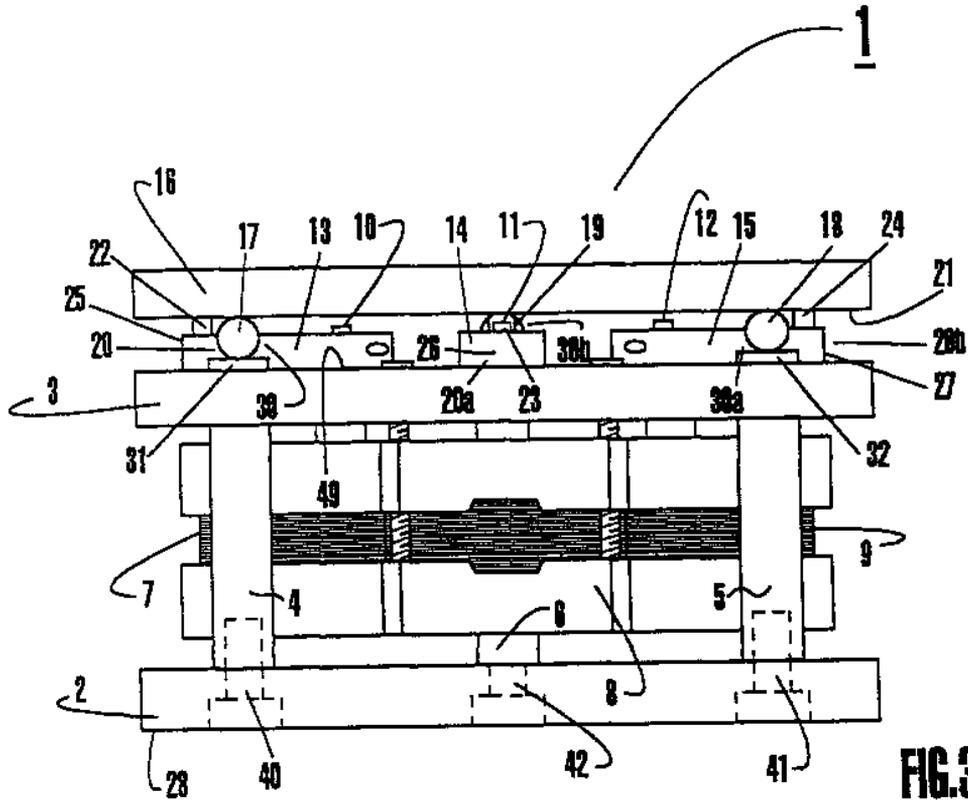


FIG. 3

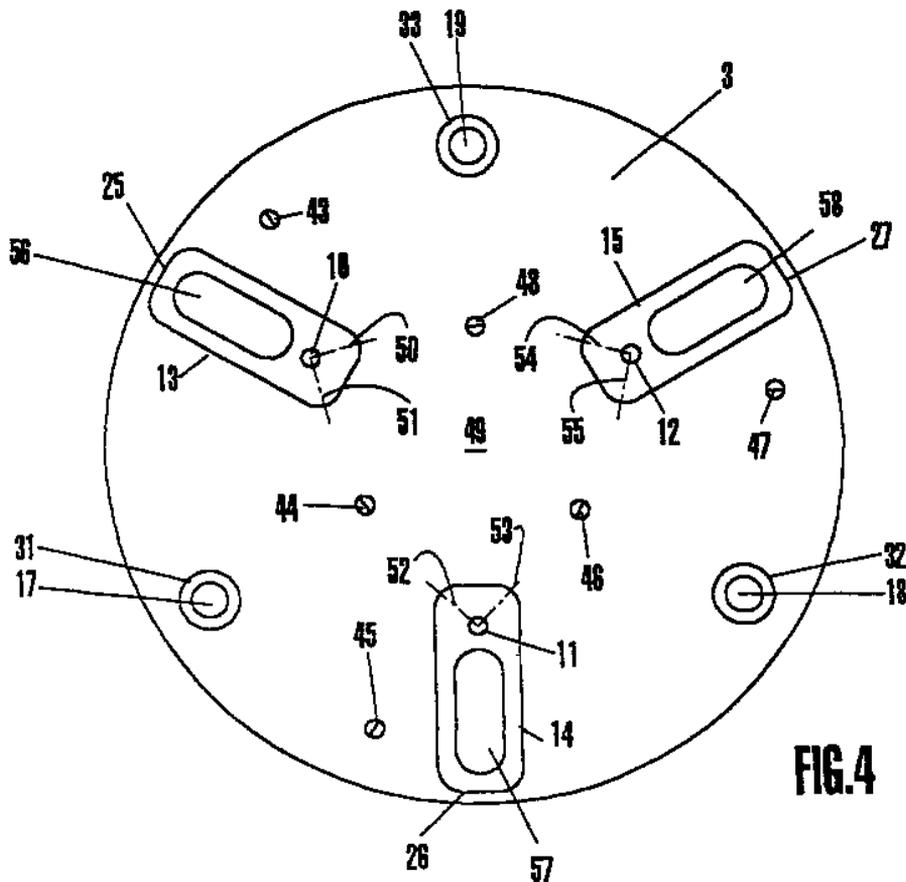


FIG. 4

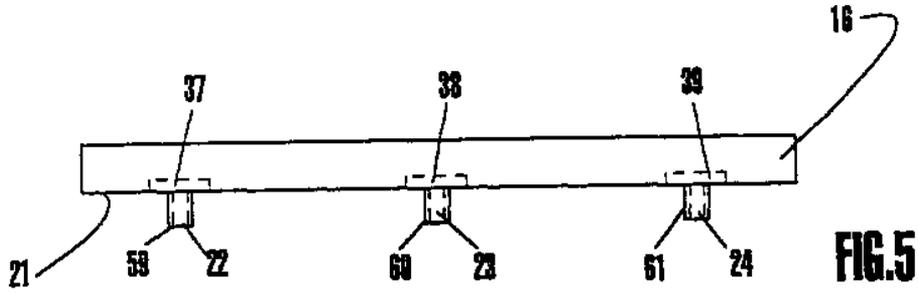


FIG. 5

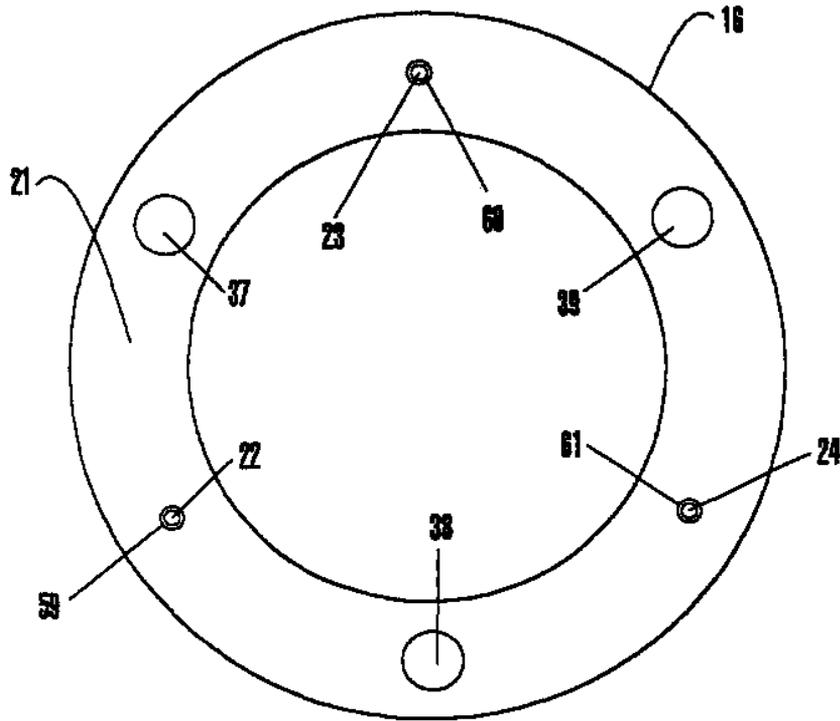


FIG. 6