



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 37 882 A 1

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

21 Aktenzeichen: 199 37 882.7
22 Anmeldetag: 15. 8. 1999
43 Offenlegungstag: 29. 3. 2001

DE 199 37 882 A 1

71 Anmelder:
Löffler, Hans-Peter, 64342 Seeheim-Jugenheim, DE
74 Vertreter:
Mierswa, K., Dipl.-Ing., Pat.- u. Rechtsanw., 68199
Mannheim

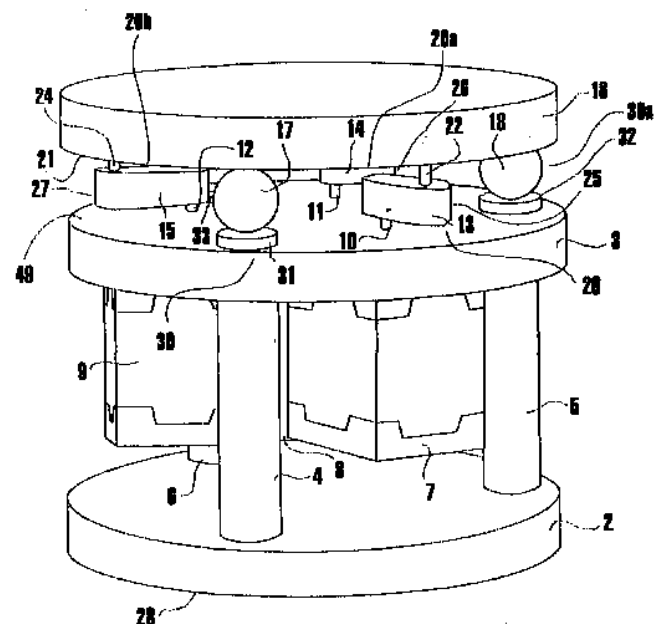
72 Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Selbstzentrierendes Magnetlager

57 Die Erfindung betrifft ein selbstzentriertes 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 A 1

Die Erfindung betrifft ein selbstzentrierendes Magnetlager.

Stand der Technik

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 bewegendes Eigenmasse, die schnelle Bewegungsabläufe, wie zum Beispiel Schwingungen, kaum zulassen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, eine Lagerung mittels Federelementen vorzunehmen.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

In der Anwendung des erfindungsgemäßen magnetischen Lagers kann das Gegenlager der Kugel an einem Tragteil angeordnet sein, wobei 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.

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.

Der oder die Magnete mit Lagerfläche sind Teil einer Basis, wobei das die Gegenlagerfläche/n aufweisende Tragteil 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.

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 zerstörungsfreien Trennung des Lagers sowie die Tatsache, dass keine Justierung notwendig ist.

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

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

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

Fig. 3 eine Seitenansicht des Positionier- und Fördertisches

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

Fig. 5 eine Seitenansicht des Tellers und

Fig. 6 eine Ansicht der Unterseite des Tellers

Ein selbstzentrierendes Magnetlager, bestehend aus wenigstens einem Magneten mit wenigstens einer Lagerfläche, aus der ein Magnetfeld austritt oder in die ein solches ein-

tritt, 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 magnetostriktiver 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.

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.

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.

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.

Der Teller 16 besitzt keine feste Verbindung mit den Zentrierlagern 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.

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.

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 Schrau-

ben 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.

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.

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.

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. 45
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, so dass beide Magnete mit der dazwischen angeordneten Kugel eine magnetisch-kraftschlüssige Verbindung bilden. 60
3. Magnetlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberfläche des oder der Magneten, aus der das Magnetfeld austritt, gleichzeitig die 65

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 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, übereinander angeordnet und miteinander magnetisch-kraftschlüssig verbunden sind.

8. Magnetlager nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass zwei Lagerhälften über mehrere Einzellager 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

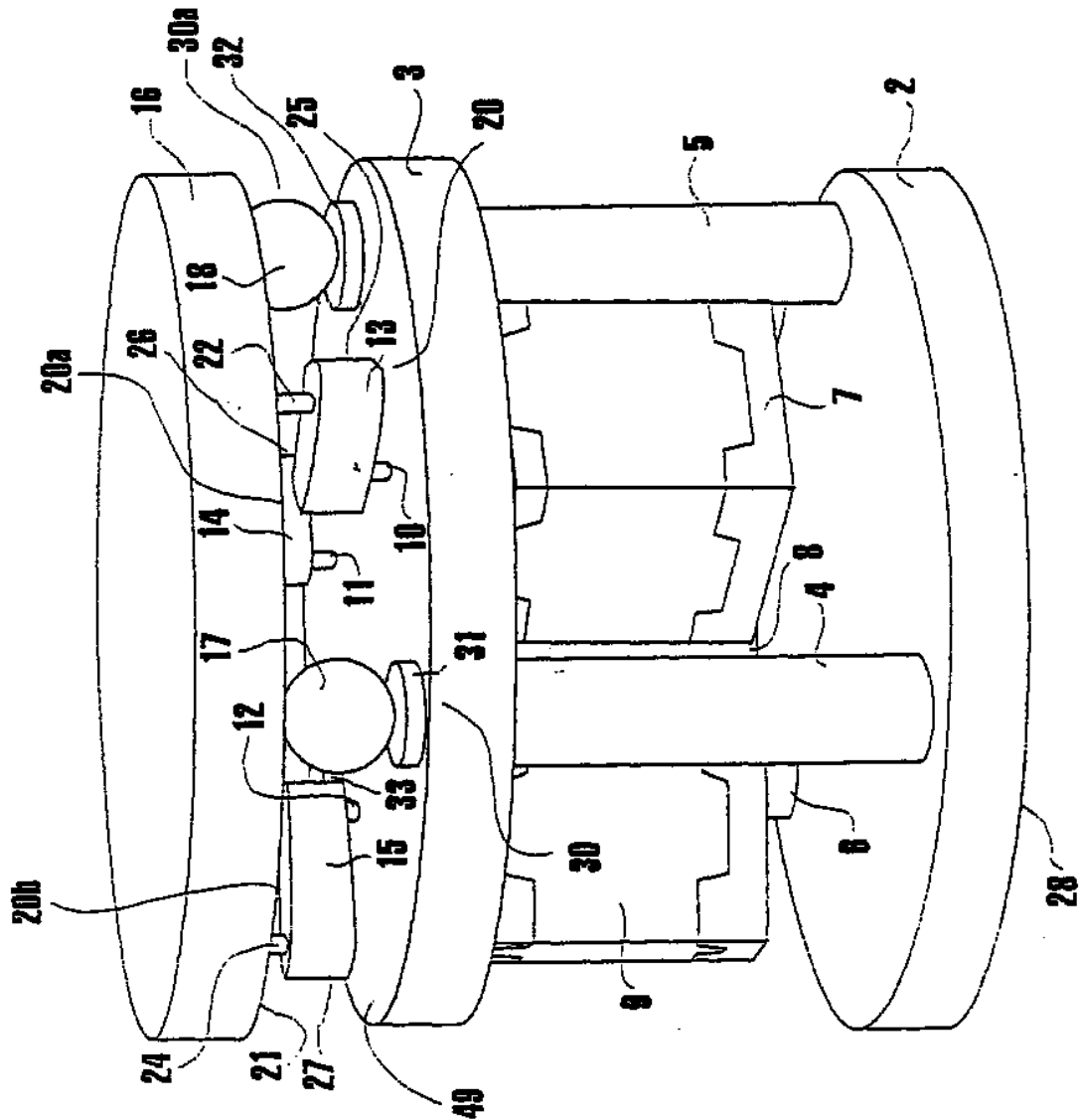


FIG. 1

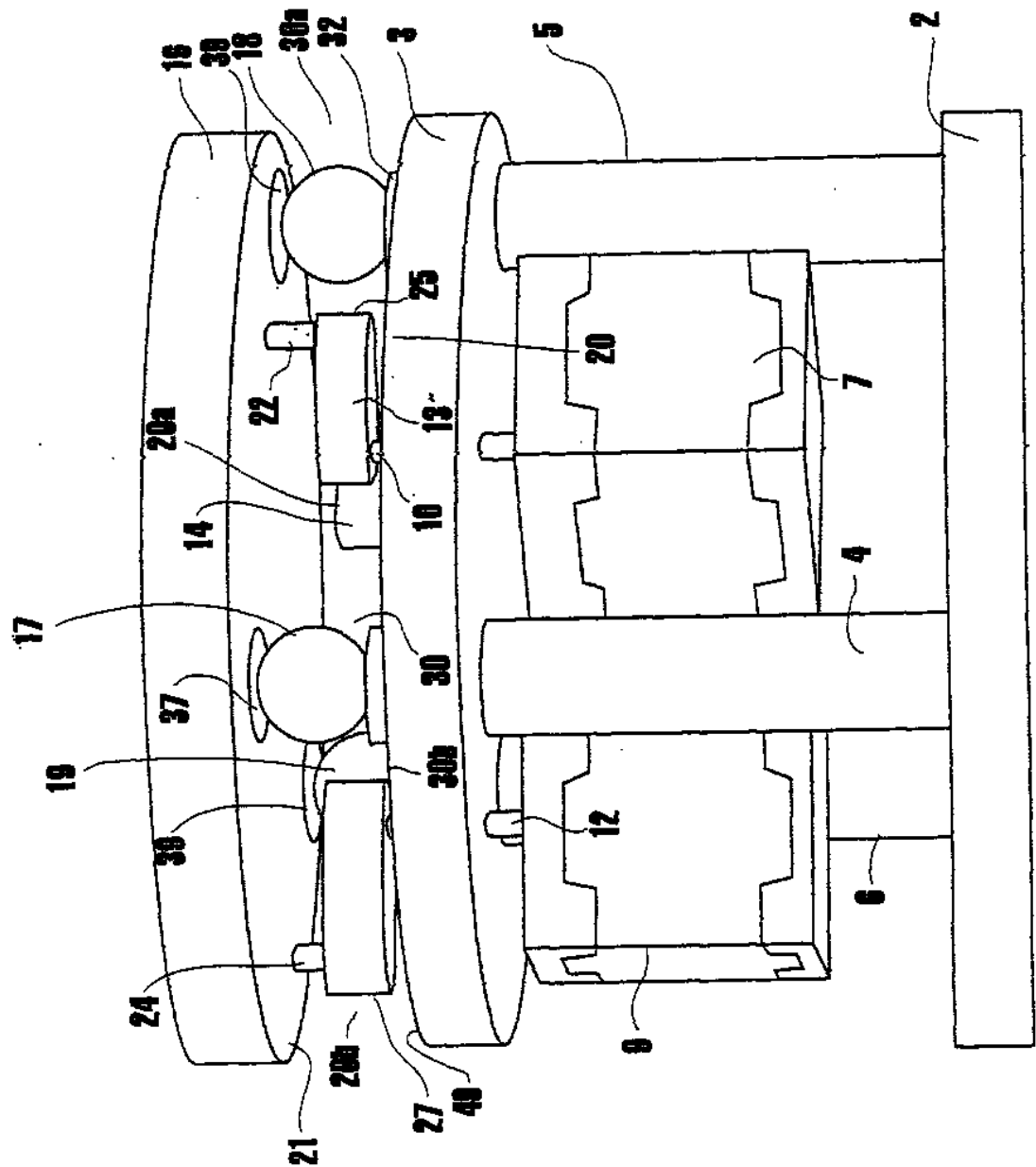


FIG. 2

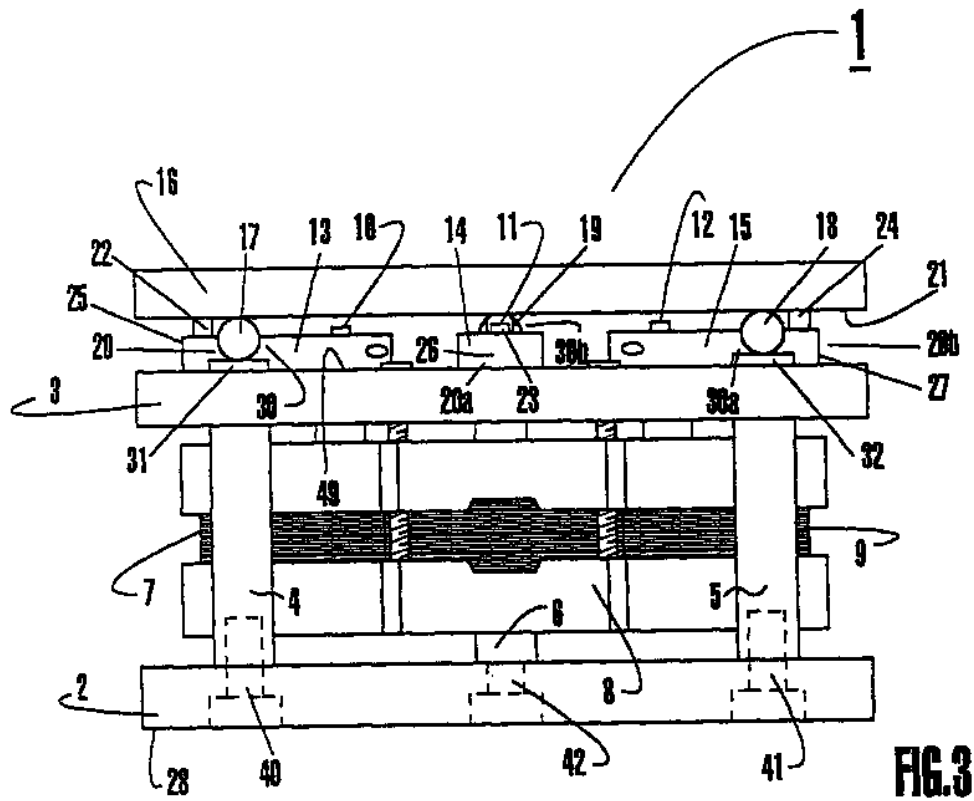


FIG. 3

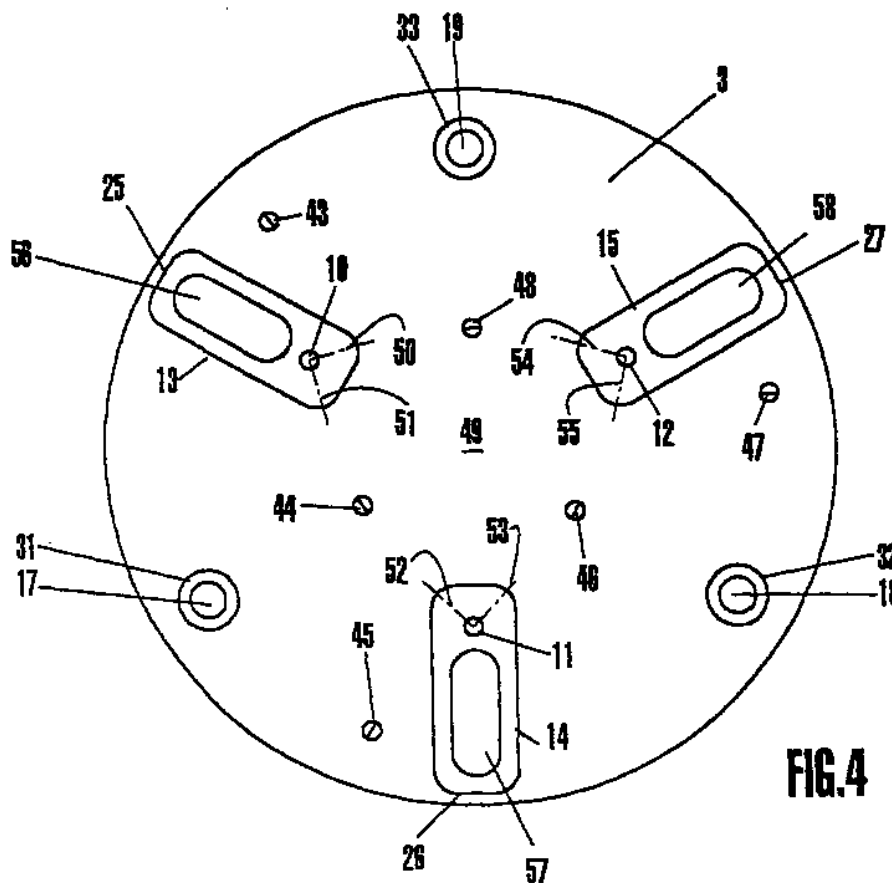


FIG. 4

