



(51) Internationale Patentklassifikation 6 : F16C 32/04	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/61810 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 2. Dezember 1999 (02.12.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/03654 (22) Internationales Anmeldedatum: 27. Mai 1999 (27.05.99) (30) Prioritätsdaten: 198 23 630.1 27. Mai 1998 (27.05.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): PRECISION MOTORS DEUTSCHE MINEBEA GMBH [DE/DE]; Max-Planck-Strasse 14, D-78549 Spaichingen (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OELSCH, Jürgen [DE/DE]; Saaleblick 23, D-97618 Hohenroth (DE). WINTERHALTER, Olaf [DE/DE]; Kirchstrasse 23, D-78736 Epfendorf (DE). RAUER, Manfred [DE/DE]; Hochackerstrasse 1, D-78112 St. Georgen (DE). HANS, Helmut [DE/DE]; Glasbachweg 33, D-78112 St. Georgen (DE). (74) Anwalt: RIEBLING, Peter; Postfach 31 60, D-88113 Lindau (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(54) Title: MOTOR MOUNT FOR SMALL HIGH-SPEED MOTORS (54) Bezeichnung: MOTORLAGER FÜR SCHNELLDREHENDE KLEINMOTOREN 		
(57) Abstract The invention relates to a motor mount for small high-speed motors, consisting of radial and axial bearing components. The axial bearing is configured as a magnetic bearing and the radial bearing as an air bearing. (57) Zusammenfassung Motorlager für schnelldrehende Kleinmotoren bestehend aus radialen und axialen Lagerkomponenten, wobei das axiale Lager als magnetisches Lager und das radiale Lager als Luftlager ausgeführt ist.		

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5 Motorlager für schnelldrehende Kleinmotoren

Die Erfindung betrifft ein Motorlager für schnelldrehende Kleinmotoren nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1. Bei derartigen Kleinmotoren, die auf Drehzahlen bis zu 20.000 Umdrehungen pro Minute betrieben werden besteht das Bedürfnis, ein
10 möglichst spielfreies und reibungsarmes Lager zu erzielen. Derartige Motoren werden bevorzugt für den Antrieb von Plattenspeichern eingesetzt, aber auch noch für den Antrieb von Scannern, Kopiergeräten und dgl. Kleingeräte mehr.

Allen Motorausführungen ist gemeinsam, daß auf einem feststehenden Basisflansch
15 eine drehend angetriebene Rotorglocke angeordnet ist, welche mit entsprechenden axialen und radialen Lagern auf dem Basisflansch abgestützt ist. Als Antriebsprinzip ist es bekannt, auf dem Basisflansch ein Statorpaket anzuordnen, welches über einen Luftspalt mit einem an der Innenseite des angetriebenen Rotors angeordneten Magneten zusammen wirkt, also mit der sogenannten Rotorglocke.

20 Über ein entsprechend angebrachtes Drehfeld im Statorpaket wird somit die Rotorglocke durch den magnetischen Schluß in Drehbewegung versetzt.

Bei derartigen Kleinmotoren ist es also üblich, den mit hoher Drehzahl rotierenden
25 Rotor also die Rotorglocke mit einem radialen und axialen Lager auszurüsten. Die Lager sollen möglichst reibungsarm sein. Ein typischer Aufbau für eine derartige Lageranordnung besteht darin, daß ein Rillenkugellager verwendet wird, welches sowohl als radiales Lager als auch als axiales Lager wirkt. Derartige Kugellager haben den Nachteil, daß sie geschmiert werden müssen und gegebenenfalls
30 mechanische Vibrationen auslösen, die unerwünscht sind und die Lebensdauer eines derartigen Motors herabsetzen. Ferner wird der auf der Rotorglocke angeordnete Gegenstand, z.B. ein Datenspeicher (Festplatte) durch diese Erschütterungen nachteilig beeinflusst, so daß die Lese- und Schreibgenauigkeit hierdurch beeinträchtigt wird.

35 Es ist ferner bekannt, die radiale Lagerkomponente von der axialen Lagerkomponente zu trennen, indem man zwei unterschiedliche Lager anordnet, von denen jedes eine Lageraufgabe übernimmt. Als radiales Lager ist es bekannt ein sogenanntes Nadel- oder Rollenlager zu verwenden, welches die radiale
40 Lagerkomponente aufnimmt, während es ferner bekannt ist, als axiales Lager ein Kugellager oder ein Fluidlager zu verwenden.

5

Ferner ist die Lagerkombination aus zwei Luftlagern oder zwei Fluidlagern bekannt. Hierbei ist es bekannt, ein Luftlager sowohl zur Aufnahme der radialen Lagerkomponenten als auch ein zweites Luftlager zur Aufnahme der axialen Lagerkomponenten vorzusehen.

10

Die Anordnung eines Luftlagers zur Aufnahme axialer Lagerkomponenten ist relativ schwierig und aufwendig, weil die notwendigen Toleranzen in diesem axialen Lagerspiel sehr eng gehalten werden müssen, was die Herstellungskosten eines derartigen Lagers stark erhöht.

15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Kleinmotor mit einer Lageranordnung der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß bei Vorhandensein eines an sich beliebigen radialen Lagers, der Aufwand für die Herstellung des dazugehörenden und davon getrennten axialen Lagers wesentlich vermindert wird bei gleichzeitiger Erreichung wesentlich verbesserter Lagereigenschaften.

20

Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist die Erfindung durch die technische Lehre des Anspruches 1 gekennzeichnet.

25

Wesentliches Merkmal der Erfindung ist, daß nun einem an sich beliebigen radialen Lager, welches jedoch bevorzugt als Luftlager ausgebildet ist, ein magnetisches Axiallager zugeordnet ist.

30

Mit der gegebenen technischen Lehre ergibt sich der wesentliche Vorteil, daß nun als axiales Lager ein Magnetlager verwendet wird, welches bevorzugt als aktives Magnetlager ausgebildet ist.

35

In einer ersten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, daß das aktive Magnetlager einseitig gegen eine magnetische Vorspannung arbeitet, während in einem zweiten Ausführungsbeispiel das besagte aktive Magnetlager zweiseitig gegen von beiden Seiten her angelegte magnetische Vorspannungen arbeitet.

- 5 Weiteres wichtiges Merkmal der Erfindung ist, daß dieses erfindungsgemäße axiale Magnetlager einseitig angeordnet ist, d.h. also an der einen Seite der Rotorglocke und nicht beidseitig.

10 Damit besteht der wesentliche Vorteil, daß der Lageraufwand wesentlich geringer wird, denn dank dieser Anordnung ist nun das axiale Magnetlager in der Lage, sowohl in der einen als auch in der anderen Richtung die wirkenden axialen Lagerkräfte aufzunehmen, obwohl nur ein einziges Lager vorhanden ist.

15 Damit ergibt sich der weitere Vorteil, daß eine leichte Demontage möglich ist, denn die Rotorglocke kann einfach nach oben abgenommen werden, wodurch das an der Innenseite der Rotorglocke angeordnete axiale Magnetlager getrennt wird.

Es bedarf also nicht der Demontage eines zweiten, (hier nicht vorhandenen,) Lagers, wie es im Stand der Technik eventuell bekannt ist.

20 Wichtig ist also, daß das aktive Magnetlager entweder an der oberen Innenseite der Rotorglocke - in einer anderen Ausführungsform aber - an der unteren Seite der Rotorglocke angeordnet sein kann. Wichtig bei beiden Ausführungsbeispielen ist, daß lediglich ein einziges axiales Magnetlager vorhanden ist, - weil es gegen
25 Vorspannungen auf beiden Seiten arbeitet - so daß es in der Lage ist, die in beiden Richtungen wirkenden axialen Lagerkräfte aufzunehmen. Damit wird der Herstellungsaufwand eines derartigen Kleinmotors wesentlich verringert und es kommt im Übrigen zu einer Stabilisierung der Rotorglocke, weil die Rotorglocke durch dieses axiale Magnetlager gegen Verkippen geschützt ist; es werden keine
30 mechanischen Vibrationen - wie bei mechanischen Lagern bekannt - eingetragen und dadurch ergibt sich eine größere Laufruhe. Hieraus resultiert im Übrigen eine verbesserte Lebensdauer.

35 In einer bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, daß das axiale Magnetlager im wesentlichen besteht aus einer Spule mit Rückschlußring, welcher thermisch entkoppelt zum radial angeordneten Luftlager ist, wobei diese Spule in axialer Richtung auf einen Anker wirkt, der demzufolge in axialer Richtung von dieser Spule mehr oder weniger angezogen wird. Nachdem der Anker fest mit der Rotorglocke verbunden ist wird somit die Rotorglocke in axialer
40 Richtung durch entsprechende Beaufschlagung der Spule mehr oder weniger in axialer Richtung eingestellt.

5

Die axiale Vorspannung der Rotorglocke, gegen welche die mit Strom beaufschlagte Spule arbeitet, wird im ersten Ausführungsbeispiel durch zwei gegensätzlich gepolte Permanentmagneten erreicht, die z.B. mit ihren beiden gleichnamigen Polen sich abstoßen und hierdurch eine Abstoßungswirkung auf die Rotorglocke ausüben, welche andererseits von der mit Strom beaufschlagten entgegengewirkt wird. Auf diese Weise kann durch die Strombeaufschlagung der Spule das axiale Lagerspiel der Rotorglocke genauestens eingestellt werden.

Um ein bestimmtes Maß einzustellen wird es bevorzugt, wenn ein Sensor verwendet wird, welcher das axiale Lagerspiel überwacht und welcher Sensor über eine zugeordnete Regelung mit der Stromversorgung der Spule verbunden ist, so daß eine automatische Regelung des Lagerspiels auf einen konstanten Wert gewährleistet wird.

Selbstverständlich ist vorgesehen, daß dieses Lagerspiel einstellbar ausgebildet ist.

Als Positionssensor können hier verschiedene Ausführungen verwendet werden. In einer ersten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß ein kapazitiv oder induktiv wirkender Sensor vorhanden ist, der den Abstand im Lagerspalt von einer feststehenden Fläche zu der gegenüberliegenden rotierenden Fläche mißt und entsprechend erfaßt.

In einer anderen Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann es vorgesehen sein, daß der Sensor optisch ausgebildet ist und die Einstellung des axialen Lagerspiels über einen optischen Sensor erfolgt.

In einer dritten Ausführungsform kann ein induktiver Sensor in der Weise vorgesehen werden, daß dem in der Rotorglocke angeordneten, rotierenden Magneten eine feststehende Induktionsspule gegenüberliegt, in welcher eine entsprechende Induktionsspannung induziert wird. Je nach Größe des axialen Luftspaltes zwischen diesen beiden Teilen wird somit eine mehr oder weniger große Induktionsspannung in der Induktionsspule induziert, die direkt proportional zu dem axialen Lagerspiel ist. Auf diese Weise kann ebenfalls das Lagerspiel sehr genau geregelt werden.

40

5 In einer weiteren Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist es vorgesehen, daß statt einer permanentmagnetischen Vorspannung der Rotorglocke in axialer Richtung eine aktiver Vorspannung durch zwei gegeneinander gerichtete Spulen erfolgt, die zwischen sich einen Luftspalt ausbilden, in dem eine drehfest mit der Rotorglocke verbundene Scheibe rotiert.

10

Je nach Strombeaufschlagung der oberen oder der unteren Spule wird somit die mit der Rotorglocke fest verbundene Metallscheibe in axialer Richtung mehr nach oben oder unten bewegt und hierdurch wird ebenfalls das Magnetlager entsprechend eingestellt.

15

Während also im erst genannten Ausführungsbeispiel eine stromdurchflossene Spule und eine paarweise angeordnete permanent Magnetanordnung vorhanden war, wird im zweiten Ausführungsbeispiel zwei stromdurchflossene Spulen vorgeschlagen, welche zwischen sich einen Luftspalt ausbilden, indem eine

20 metallische und magnetisch aktive Scheibe rotiert, welche drehfest mit der Rotorglocke verbunden ist.

25

Je nach Stromfluß der oberen und der unteren Spule wird somit die mit dem Rotor verbundene Scheibe in axialer Richtung mehr nach oben oder unten bewegt, wobei ebenfalls eine genaue Regelung dieses axialen Einstellspiels durch den vorher erwähnten Positionsensor und die vorher erwähnte Regelung stattfindet.

30

In einer dritten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist die Kombination eines Luftlagers ebenfalls mit einem axialen Magnetlager vorgesehen, wobei jedoch das Luftlager nicht als rein radiales Lager funktioniert, sondern in der Lage ist, sowohl radiale als auch axiale Lagerkomponenten aufzunehmen. Hierbei wird es bevorzugt, wenn dieses Luftlager als Toroid-Lager ausgebildet ist, welches - definitionsgemäß - sowohl axiale als auch radiale Lagerkomponenten aufnimmt.

35

Bei der Ausbildung des aktiven Magnetlagers, als axiales Lager sind wieder die beiden vorher genannten Ausführungsformen möglich.

40

Dies bedeutet, daß erfindungsgemäß es bevorzugt wird, wenn als radiales Lager ein zylindrisches Luftlager oder ein Toroid-Lager verwendet wird, während als axiales Lager stets ein Magnetlager verwendet wird.

5 In einer anderen Ausgestaltung ist auch die Lagerpaarung vorgesehen, daß das
vorher erwähnte radiale und im wesentlichen zylindrisch ausgebildete Luftlager noch
zusätzlich mit einem axialen Luftlager kombiniert wird, welches seinerseits mit dem
vorher erwähnten axialen Magnetlager kombiniert ist. Es findet also eine
Luftlageranordnung bestehend aus einem radialen Luftlager und einem axialen
10 Luftlager in Verbindung mit einem axialen Magnetlager Anwendung. Hierdurch
ergeben sich ebenfalls wesentliche Vorteile, weil durch eine durchdachte Anordnung
eines zusätzlichen axialen Luftlagers eine genauere axiale Positionierung der
Rotorglocke möglich ist.

15 Dieses zusätzliche axiale Luftlager wirkt dann als zusätzlicher Träger der die
Kippschwingungen stabilisiert und damit noch zu einer weiter verbesserten Laufruhe
des Rotors führt.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem
20 Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der
einzelnen Patentansprüche untereinander.

Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung, offenbarten Angaben
und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche
25 Ausbildung werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in
Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von mehrere Ausführungswege
darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen
30 und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der
Erfindung hervor.

Es zeigen:

35 **Figur 1:** Schnitt durch eine erste Ausführungsform eines Lagers mit einem
radialen Luftlager und einem axialen Magnetlager und
permanentmagnetischer Vorspannung

Figur 2: Schnitt durch eine zweite Ausführungsform der Erfindung mit einem
40 radialen Luftlager und einem doppelt wirkendem axialen Magnetlager

5 Figur 3: Vergrößerte Darstellung nach Figur 2

 Figur 4: Eine weitere Ausführungsform der Erfindung mit Darstellung eines
 Toroid-Luftlagers in Verbindung mit einem axialen Magnetlager

10 In Figur 1 ist in einem Basisflansch 1 eine mittlere Ausnehmung 2 definiert, in
 welcher eine Welle 3 fest über eine Schraube 4 befestigt ist. In an sich bekannter
 Weise trägt der Basisflansch 1 in seiner Ausnehmung 5 ein Statorpaket 6, welches
 im Wesentlichen aus einer inneren Hülse 10 besteht, von der radial auswärts sich, in
 an sich bekannter Weise, der Kern mit der Statorbespaltung erstreckt.

15 Auf der Welle 3 ist eine Rotorglocke 9 drehbar angeordnet, die an ihrer unteren
 Innenseite einen Ringmagnet 7 trägt, der am Umfang der Rotorglocke 9 angeordnet
 ist und von dem im Statorpaket 6 erzeugten Drehfeld mitgenommen wird.

20 Der Ringmagnet 7 ist radial auswärts in einen Rückschlußring 8 eingesetzt, welcher
 den magnetischen Kreis im Rotor schließt.

 Auf der Welle 3 ist eine Lagerhülse 11 drehfest angeordnet deren radiale
 Außenseite als Luftlager 12 ausgebildet ist.

25 Im Ausführungsbeispiel ist dargestellt, daß das Luftlager als radiales Lager
 ausgebildet ist und sich über eine entsprechende axiale Länge der Lagerhülse 11
 erstreckt. Es sind ferner von einem Anschlußkanal 15 ausgehende Luftkanäle 14
 vorhanden, die ihrerseits in Anschlußkanäle 13 führen, welche das gesamte
30 Luftlager 12 mit von außen her zugeführter Luft versorgen.

 Wichtig hierbei ist, daß das Luftlager 12 eine nicht näher dargestellte
 Spiralrillenstruktur aufweist, mit welcher es möglich ist, daß bei sich drehender
 Rotorglocke 9 die Luft selbständig über den Anschlußkanal 13 angesaugt wird und
35 unter Druck in das Luftlager 12 eingespeist wird. Auf diese Weise wird ein sich
 selbst versorgendes Luftlager 12 verwirklicht, welches bei steigender Drehzahl eine
 entsprechende Steifigkeit erhält.

40 Innenseitig trägt die Lagerhülse 11 eine thermische Isolierung 16, die ebenfalls als
 Hülse ausgebildet ist und aus einem schlecht wärmeleitenden Material besteht.

5 Radial einwärts der thermischen Isolierung 16 ist ein äußerer Rückschlußring 17 angeordnet, an dem wiederum innenseitig die Spule 18 angeordnet ist.

Radial einwärts der Spule 18 ist der innere Rückschlußring 19 angeordnet. Die beiden Rückschlußringe 17,19 sind miteinander magnetisch verbunden.

10

Durch Strombeaufschlagung der Spule 18 mit einem Gleichstrom wirkt diese in axialer Richtung stirnseitig auf einen Spalt 54.

15

In geringem Abstand zu der oberen Stirnseite der Spule 18 ist hierbei nämlich ein Anker 20 angeordnet, welcher drehfest mit der Rotorglocke 9 verbunden ist und der seinerseits von einem aus Metall bestehenden Deckel 21 abgeschlossen ist.

20

Der Anker 20 wird also in axialer Richtung mehr oder weniger von der Stirnseite der Spule 18 angezogen, je nachdem in welchem Maße die Spule 18 mit Gleichstrom versorgt wird.

25

Im Gegensatz zu der Anziehungswirkung der Spule 18 auf den Anker 20 ist eine magnetische Vorspannung vorgesehen, die im gezeigten Ausführungsbeispiel aus zwei gleichsinnig gepolten Permanentmagneten 22,23 besteht, wobei der eine Permanentmagnet 22 im Deckel 21 drehfest angeordnet ist und demzufolge mit der Rotorglocke 9 rotiert, während der andere Permanentmagnet 23 feststehend mit dem inneren Rückschlußring 19 verbunden ist.

30

Zwischen den beiden Permanentmagneten 22,23 wird also im Bereich des Abstandes 24 eine Abstoßungskraft erzeugt, welche der Anziehungskraft der Spule 18 auf den Anker 20 entgegenwirkt.

35

Damit kann der Spalt 54 zwischen der Stirnseite der Rückschlußringe 19,17 und der Unterseite des Ankers 20 sehr fein eingestellt werden.

40

Zur Regelung dieses Abstandes ist es ferner vorgesehen, daß im feststehenden Permanentmagnet 23 ein Positionssensor 29 angeordnet ist, welcher den Abstand 24 zu der gegenüberliegenden, rotierenden Fläche erfaßt und den Spulenstrom entsprechend regelt.

Der Lagerspalt wird im Übrigen in Form des Luftspalts 25 fortgesetzt.

5

Es wurde eingangs bei einer der Modifikationen der Erfindung erwähnt, daß an der Stelle des Lagerspaltes 25 ein Luftlager 26 angeordnet sein kann, so daß also das hier gezeigt radiale Luftlager 12 noch mit dem in axialer Richtung wirkenden Luftlager 26 kombinierbar ist.

10

Im Übrigen weist die Rotorglocke 9 noch zu den feststehenden Teilen des Basisflansches 1 die Luftspalte 27,28 auf, um ein freies Drehen zu garantieren.

15

In den Figuren 2 und 3 ist als weiteres Ausführungsbeispiel dargestellt, daß anstatt der Erzeugung einer permanentmagnetischen Vorspannung auf die Rotorglocke 9 eine regelbare magnetische Vorspannung dadurch erzeugt werden kann, daß zwei gegensätzlich gepolte Spulen 34,35 einen Luftspalt 40 zwischen sich ausbilden, in dem eine magnetisch wirksame Metallscheibe 36 rotiert.

20

Hierbei ist vorgesehen, daß an der Welle in einem Spulenrückschluß 42 eine untere, feststehende Spule 35 angeordnet ist, der eine obere, ebenfalls feststehende Spule 34 in einem Spulenrückschluß 41 gegenüberliegt.

25

Zwischen den beiden Spulen 34,35 ist der vorher erwähnte Luftspalt 40 angeordnet, in dem die magnetisch wirksame Metallscheibe 36 rotiert.

Hierbei ist wichtig, daß die Metallscheibe 36 drehfest mit der Rotorglocke verbunden ist.

30

Zur Verbindung der Metallscheibe 36 mit der Rotorglocke ist eine besondere Anordnung vorgesehen, für die getrennter Erfindungsschutz im Rahmen der vorliegenden Erfindung beansprucht wird.

35

Die Rotorglocke ist - wie vorher gezeigt - mit einem Deckel 21 verbunden. An der Innenseite des Deckels ist eine Aussparung angeordnet, in welcher ein Magnet 37 in einer Befestigung 38 befestigt ist. Somit rotiert der Magnet 37 mit dem Deckel und der Rotorglocke zusammen.

40

Der Innenumfang der Scheibe 36 liegt hierbei an einer Zentrierschräge 39 am Deckel 21 an, so daß die Metallscheibe 36 genau zentrisch zur Mittellinie 45 zentriert wird. Der Magnet 37 zieht magnetisch diese Metallscheibe 36 an und nimmt

- 5 diese mit. Somit ist die Metallscheibe aufgrund dieses magnetischen Mitnehmers sowohl in axialer Richtung als auch in radialer Richtung genau zur Mittellinie 45 zentriert.

10 Damit ist eine einfache Montage der gesamten Anordnung möglich, denn zur Demontage braucht nur der Deckel 21 zusammen mit der Rotorglocke 9 nach oben abgehoben werden, wodurch ebenfalls der Magnet 37 abgehoben wird und hierbei die magnetische Haftung zu der Metallscheibe 36 aufgehoben wird. Die Metallscheibe 36 kann somit in der Anordnung verbleiben und braucht nicht selbst demontiert zu werden.

15 Es wird nun ein Magnetlager vorgeschlagen, weil die beiden Spulen 34,35 jeweils getrennt mit Strom versorgt sind und zwischen sich im Luftspalt 40 ein Magnetfeld erzeugen, welches die Metallscheibe 36 mehr oder weniger in axialer Richtung nach oben oder unten bewegt. Hierbei wird es bevorzugt, wenn die beiden Spulen 34,35
20 so mit Strom versorgt werden, daß die Metallscheibe in einem etwa mittleren Bereich in dem Luftspalt 40 (bei Wegfall der Regelung) automatisch gehalten wird.

Zusätzlich wird noch eine Regelung überlagert, welcher eine Feineinstellung der Metallscheibe 36 im Luftspalt 40 gewährleistet. Hierzu ist wiederum ein ortsfest
25 angeordneter Positionssensor 43 vorgesehen, der mit seiner Stirnkante über einen Abstand 44 hinweg eine gegenüberliegende Kante 46 an der drehenden Rotorglocke erfaßt.

Dieser Abstand 44 wird also von dem Positionssensor 43 fortlaufend erfaßt als
30 Istwert eine Regelungsstrecke eingegeben.

Anhand der Figuren 2 und 3 kann noch gezeigt werden, daß das radiale Luftlager 12 sich von den Positionen 31 bis zur Position 32 erstreckt.

35 Damit ein eventuell vorhandener scheibenförmiger Datenträger mit der Rotorglocke mitgenommen wird, ist ein Mitnehmer in Form einer Feder 33 vorgesehen, welche sich einerseits am Deckel 21 und andererseits an der Oberseite des scheibenförmigen Datenträgers abstützt.

40 In einer letzten Ausführungsform ist dargestellt, daß das vorher erwähnte magnetische Lager (sowohl nach der Figur 1 als auch nach den Figuren 2 und 3) mit

- 5 einem Toroid-Luftlager kombiniert werden kann. Ein solches Luftlager 47 ist in Figur 4 dargestellt. Dort ist erkennbar, daß dieses Luftlager sowohl axiale Lagerkomponenten als auch radiale Lagerkomponenten aufnehmen kann und hierbei noch mit einem zusätzlichen magnetischen axialen Lager kombiniert ist. Im einzelnen ist erkennbar, daß ein Stator 48 vorhanden ist, in dem mindestens eine
- 10 Spule 51 vorhanden ist, die auf einen Gegenpol 50 wirkt, welcher seinerseits mit seiner Stirnfläche einem Permanentmagneten 49 gegenüberliegt, so daß hier wiederum eine Tragkraft dadurch erzeugt wird, daß in dem Luftspalt eine anziehende Kraft in Pfeilrichtung 53 erzeugt wird, während durch das vorher genannte Toroid-Luftlager eine abstoßende Kraft in Pfeilrichtung 52 erzeugt wird.
- 15 Auch hier kann durch eine entsprechende, zugeordnete Regelung der Abstand im Luftspalt 40 sehr fein geregelt werden.

- Aus dem letzt genannten Ausführungsbeispiel ergibt sich, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die Kombination eines radialen Luftlagers mit einem axialen
- 20 Magnetlager beschränkt ist, sondern es kann auch die Kombination von einem radialen und zusätzlich einem axialen Luftlager in Verbindung mit einem axialen Magnetlager verwirklicht werden. Versuche des Anmelders haben gezeigt, daß eine überlegene Laufruhe erzielt wird, bei gleichzeitig geringen Herstellungskosten und hoher Lebensdauer. Unter dem Begriff hydrodynamisches Lager wird ein Luftlager
- 25 oder ein Fluidlager verstanden. Statt Luft als Lagermedium wird bei einem Fluidlager eine Flüssigkeit verwendet.

5

Zeichnungslegende

	1 Basisflansch	36 Metallscheibe
	2 Ausnehmung	37 Magnet
	3 Welle	38 Befestigung
10	4 Schraube	39 Zentrierschräge
	5 Ausnehmung	40 Luftspalt
	6 Statorpaket	41 Spulenrückschluß
	7 Ringmagnet	42 Spulenrückschluß
	8 Rückschlußring	43 Positionssensor
15	9 Rotorglocke	44 Abstand
	10 Hülse	45 Mittellinie
	11 Lagerhülse	46 Kante
	12 Luftlager	47 Luftlager
	13 Anschlußkanal	48 Stator
20	14 Luftkanal	49 Magnet
	15 Anschlußkanal	50 Gegenpol
	16 thermische Isolierung	51 Spule
	17 Rückschlußring (außen)	52 Pfeilrichtung
	18 Spule	53 Pfeilrichtung
25	19 Rückschlußring (innen)	54 Spalt
	20 Anker	
	21 Deckel	
	22 Permanentmagnet (oben)	
	23 Permanentmagnet (unten)	
30	24 Abstand	
	25 Lagerspalt	
	26 Luftlager	
	27 Luftspalt	
	28 Luftspalt	
35	29 Positionssensor	
	30	
	31 Position	
	32 Position	
	33	
40	34 Spule (oben)	
	35 Spule (unten)	

5

Ansprüche

10

1. Motorlager für schnelldrehende Kleinmotoren bestehend aus radialen und axialen Lagerkomponenten, **dadurch gekennzeichnet**, daß das axiale Lager als magnetisches Lager ausgeführt ist und das radiale Lager als hydrodynamisches Lager ausgebildet ist.

15

2. Motorlager nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß das axiale Lager als aktives Magnetlager ausgebildet ist, das zweiseitig gegen magnetische Vorspannung von beiden Seiten her arbeitet.

3. Motorlager nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, daß das axiale Lager als aktives Magnetlager ausgebildet ist, das einseitig gegen eine magnetische Vorspannung arbeitet.

20

4. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 3 **dadurch gekennzeichnet**, daß die axiale magnetische Vorspannung durch mindestens eine Spule unter Verwendung einer Regelung und eines geeigneten Sensors, zur Überwachung des axialen Lagerspiels, erfolgt.

5. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 4 **dadurch gekennzeichnet**, daß die axiale magnetische Lagerung mittels einer magnetisch wirksamen Metallscheibe (36) und zwei Spulen (34,35), die zur Erzeugung von zwei voneinander unabhängigen Magnetfeldern dienen, erfolgt.

25

6. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 5 **dadurch gekennzeichnet**, daß die Metallscheibe (36) durch Magnetkraft drehfest aber lösbar an der Rotorglocke (9) fixiert ist, wobei die radiale und axiale Zentrierung der Metallscheibe (36) an ihrer Mittenbohrung durch eine Zentrierschräge (39) an einem Aufnehmer erfolgt, der vom Deckel (21) nach innen ragt.

30

7. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 6 **dadurch gekennzeichnet** daß, die Metallscheibe (36) durch Überwinden der fixierenden Magnetkraft vom Deckel (21) getrennt werden kann, wobei die Metallscheibe (36) zwischen den beiden übereinander angeordneten Spulen (34,35) verbleibt.

5

8. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 7 **dadurch gekennzeichnet**, daß, das axiale Magnetlager aus einer Spule mit Rückschlußring besteht, wobei die Spule in axialer Richtung auf einen Anker wirkt, der mit der Rotorglocke fest verbunden ist.

10

9. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 8 **dadurch gekennzeichnet**, daß das axiale Lager alleine als einzelnes auf der Motorachse (45) angeordnetes Magnetlager die axialen Kräfte aus beiden Richtungen aufnimmt.

15

10. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 9 **dadurch gekennzeichnet**, daß das axiale Lager als rotierendes Magnetlager zusätzlich radiale Kräfte gegen verkippen aufnimmt.

11. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 10 **dadurch gekennzeichnet**, daß das axiale Lager von der Mittellinie (45) beabstandet zusätzlich radiale Kräfte gegen verkippen aufnimmt.

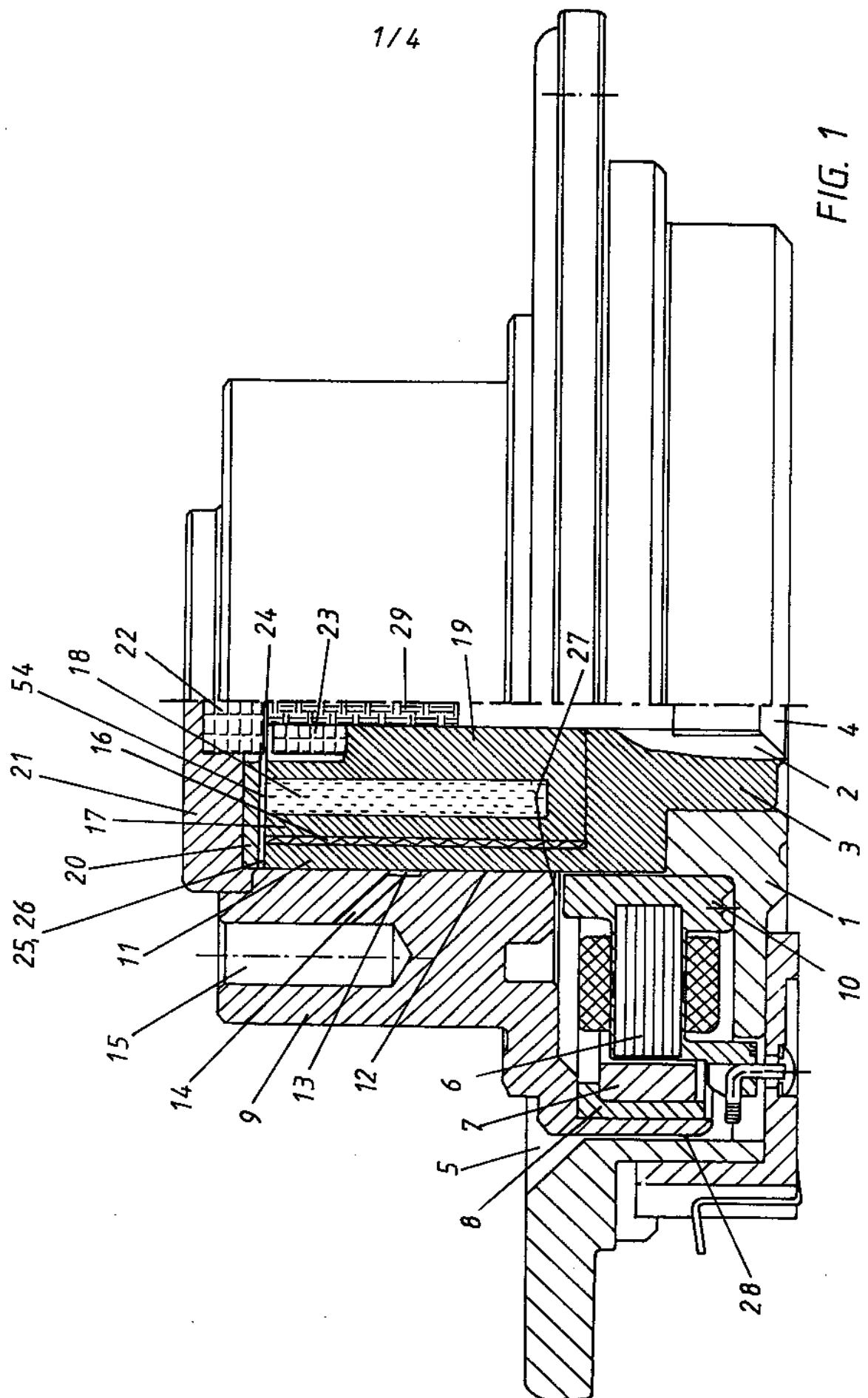
20

12. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 11 **dadurch gekennzeichnet**, daß das radiale Lager als Luftlager in der Form eines Toroidlagers ausgeführt ist, das geeignet ist, neben den radialen auch axiale Kräfte aufzunehmen

13. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 12 **dadurch gekennzeichnet**, daß, das radiale Lager aus zwei Luftlagern besteht, aus einem herkömmlichen Luftlager und zusätzlich einem Toroidlager.

25

14. Motorlager nach einem der Ansprüche 1 bis 13 **dadurch gekennzeichnet**, daß, das axiale Magnetlager zum radial angeordneten Luftlager thermisch entkoppelt ist.



2/4

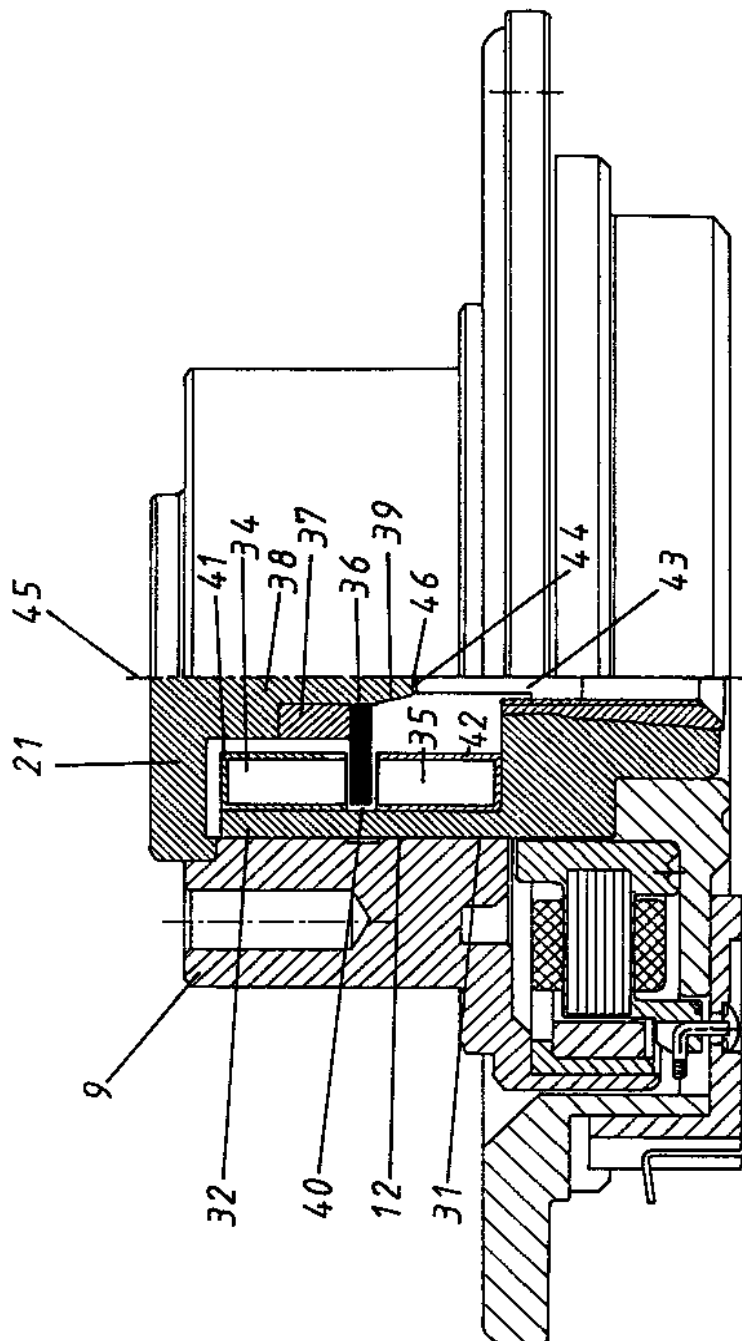
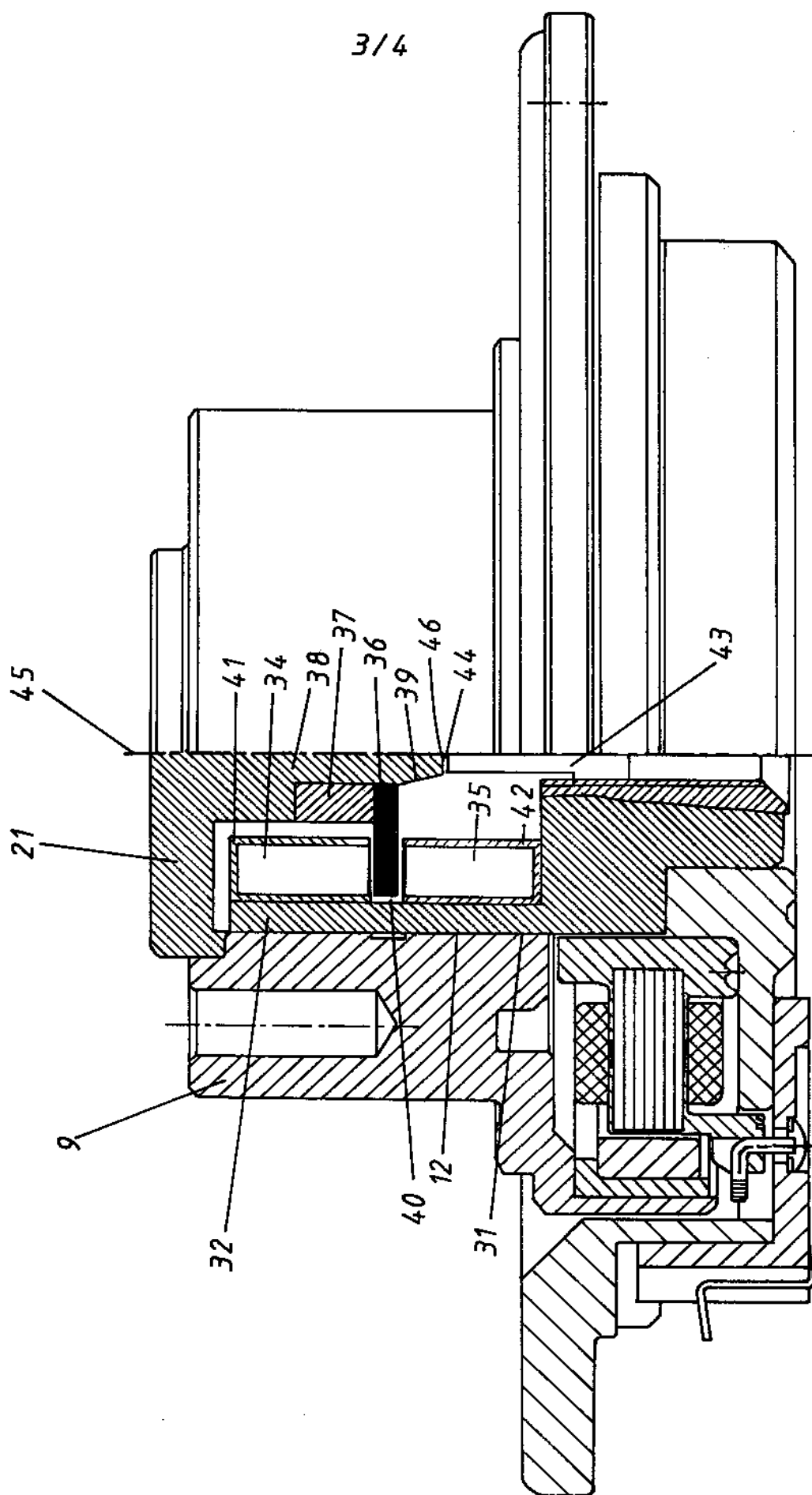


FIG. 2



4 / 4

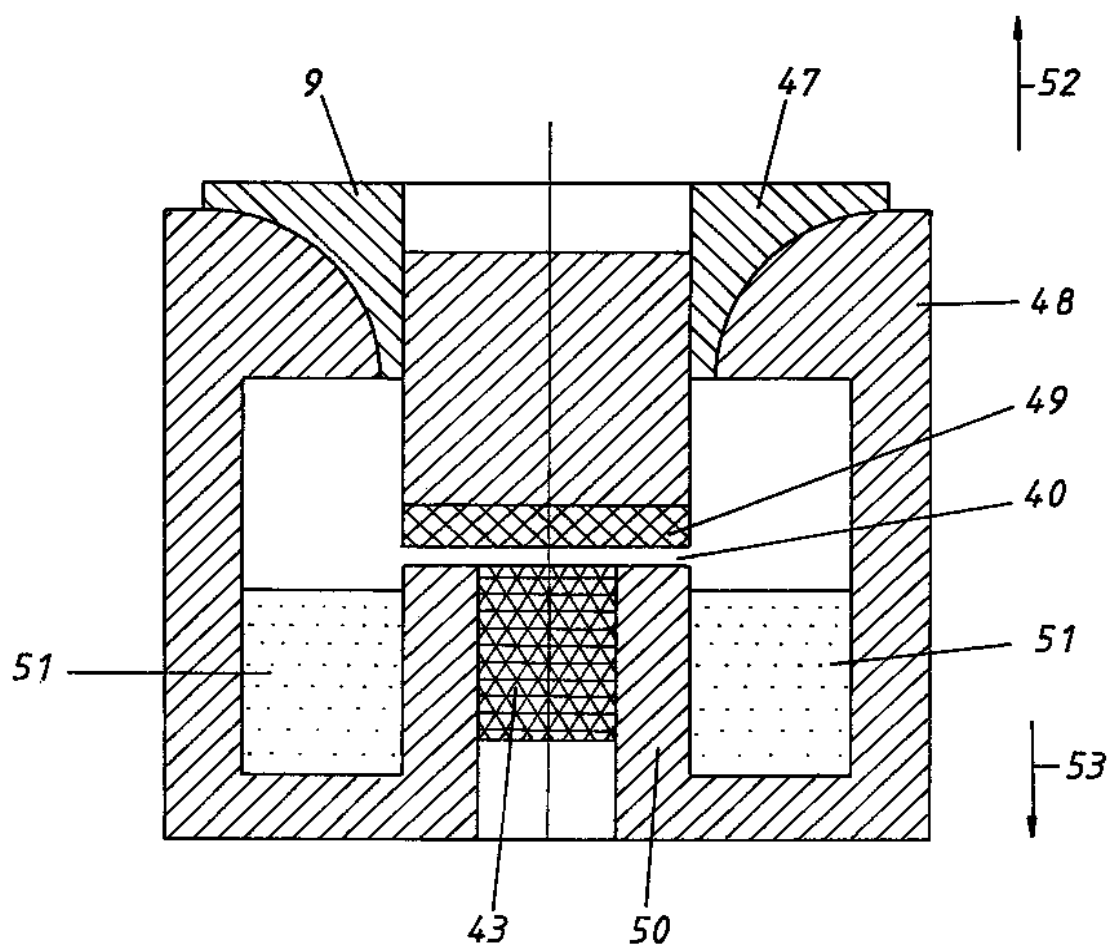


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/03654

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 F16C32/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F16C H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 172 021 A (TAKAHASHI MASAHIRO ET AL) 15 December 1992 (1992-12-15) the whole document	1,3,8, 12,14
X	US 4 701 651 A (TANAKA KATSUHIKO) 20 October 1987 (1987-10-20) the whole document	1,3,8
Y	US 5 739 609 A (TANIGUCHI MANABU ET AL) 14 April 1998 (1998-04-14) the whole document	1,2,4-7, 9-12
Y	US 5 289 067 A (TANAKA KATSUHIKO ET AL) 22 February 1994 (1994-02-22) column 2, line 43 - line 62 column 5, line 4 - column 6, line 31 column 7, line 25 - column 11, line 4; figures 2-4	1,2,4-7, 9-12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 October 1999

Date of mailing of the international search report

07/10/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Geyer, J-L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter: nat Application No

PCT/EP 99/03654

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 687 827 A (MECHANICAL TECH INC) 20 December 1995 (1995-12-20) the whole document -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/03654

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5172021	A	15-12-1992	NONE	
US 4701651	A	20-10-1987	NONE	
US 5739609	A	14-04-1998	NONE	
US 5289067	A	22-02-1994	JP 5209622 A JP 6129423 A	20-08-1993 10-05-1994
EP 0687827	A	20-12-1995	CA 2151687 A	14-12-1995

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03654

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 F16C32/04

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F16C H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 172 021 A (TAKAHASHI MASAHIRO ET AL) 15. Dezember 1992 (1992-12-15) das ganze Dokument	1,3,8, 12,14
X	US 4 701 651 A (TANAKA KATSUHIKO) 20. Oktober 1987 (1987-10-20) das ganze Dokument	1,3,8
Y	US 5 739 609 A (TANIGUCHI MANABU ET AL) 14. April 1998 (1998-04-14) das ganze Dokument	1,2,4-7, 9-12
Y	US 5 289 067 A (TANAKA KATSUHIKO ET AL) 22. Februar 1994 (1994-02-22) Spalte 2, Zeile 43 - Zeile 62 Spalte 5, Zeile 4 - Spalte 6, Zeile 31 Spalte 7, Zeile 25 - Spalte 11, Zeile 4; Abbildungen 2-4	1,2,4-7, 9-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Oktober 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Geyer, J-L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/03654

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 687 827 A (MECHANICAL TECH INC) 20. Dezember 1995 (1995-12-20) das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Abzeichen

PCT/EP 99/03654

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5172021 A	15-12-1992	KEINE	
US 4701651 A	20-10-1987	KEINE	
US 5739609 A	14-04-1998	KEINE	
US 5289067 A	22-02-1994	JP 5209622 A	20-08-1993
		JP 6129423 A	10-05-1994
EP 0687827 A	20-12-1995	CA 2151687 A	14-12-1995