



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 94 120 T5** 2006.03.02

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2004/094847**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **103 94 120.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/RU2003/000191**
(86) PCT-Anmeldetag: **23.04.2003**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.11.2004**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **02.03.2006**

(51) Int Cl.⁸: **F16C 32/04** (2006.01)

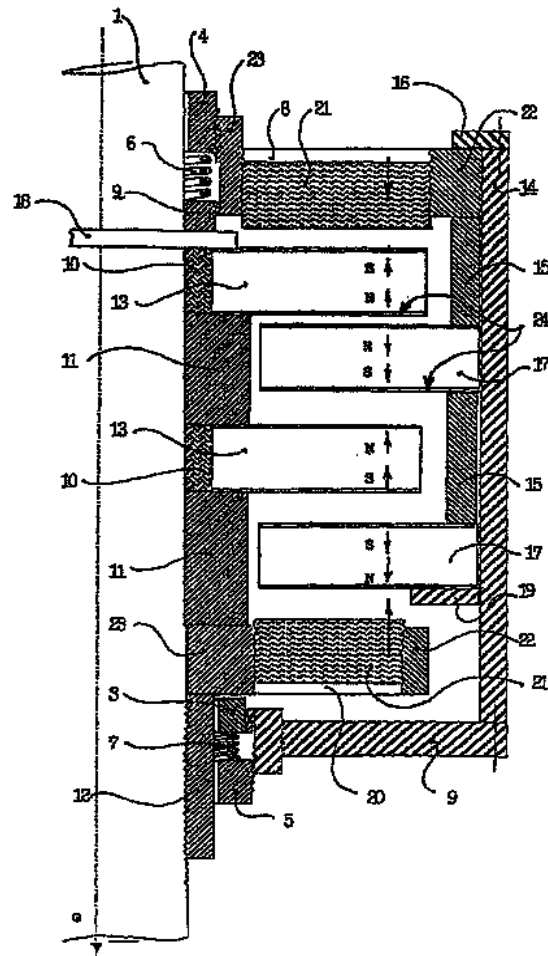
(71) Anmelder:
**SeeBA Energiesysteme GmbH, 32351 Sternwede,
DE; Gulia, Nurbey Vladimirovich, Moskau/Moskva,
RU**

(74) Vertreter:
Abitz & Partner, 81679 München

(72) Erfinder:
Gulia, Nurbey Vladimirovich, Moscow, RU

(54) Bezeichnung: **Magnetlager**

(57) Hauptanspruch: Magnetlager, in erster Linie ein Axiallager, umfassend bewegliche Permanentmagnete, die mit einer Drehwelle verbunden sind, und stationäre Permanentmagnete, die mit einem Gehäuse verbunden sind, die einander mit Zwischenräumen abwechseln, wobei die besagten Magnete ringförmig mit axialer Magnetisierung hergestellt sind, wobei die beweglichen Magnete mit den unteren Enden mit einer Polarität, die gleich derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, und den oberen Enden mit einer Polarität, die entgegengesetzt zu derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, eingerichtet sind, wobei Haltelager auf der Welle angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass es mit mindestens einem Paar von Anschlägen versehen ist, von denen einer auf dem Gehäuse und der andere auf der Welle angeordnet ist, wobei die Anschläge an dem Gehäuse bzw. an der Welle gesichert sind, um beim Vorliegen der Betriebsposition Endzwischenräume zwischen den Endanschlägen zu bilden.



Beschreibung**Gebiet der Erfindung**

[0001] Die Erfindung betrifft Maschinenwesen, insbesondere Baukonstruktion von Magnetlagern, in erster Linie Axiallager, die zur Verwendung als Träger von sich schnell drehenden Bauelementen und -teilen von Getriebezügen gedacht sind, insbesondere von Schwungrädern in Trägheitsenergiespeichervorrichtungen, die axiale Kräfte erfahren.

Stand der Technik

[0002] Im Stand der Technik ist eine Konstruktion eines Magnetlagers zur Aufnahme der entlang der vertikalen Achse gerichteten Schwerkraft bekannt, das bewegliche Permanentmagnete, die mit der Drehachse verbunden sind, und stationäre Magnete, die mit dem Gehäuse verbunden sind, umfasst, wobei die Magnete einander abwechseln und durch Zwischenräume getrennt sind, ringförmig und mit einer axialen Magnetisierung hergestellt sind, und wobei die beweglichen Magnete mit ihren unteren Enden mit der Polarität, die gleich derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, und mit ihren oberen Enden mit der Polarität, die entgegengesetzt zu derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, eingerichtet sind; wobei die Drehachse in Haltelagern gesichert ist und mindestens ein stationärer Magnet mit seinem äußersten oberen Pol und seinem äußersten unteren Pol einander gegenüberliegend eingerichtet ist, und wobei die beweglichen und anderen stationären Magnete zwischen ihnen angeordnet sind (WO 02/053929 A1).

[0003] Die Nachteile des Prototyps sind:

- eine höhere axiale Last auf den Haltelagern in der Abwesenheit einer axialen vertikalen Last auf der Achse, z.B. ausgeübt durch die Schwerkraft eines Hängkörpers, wobei die Gesamtkraft der Magnete auf die Achse aufwärts wirkt und durch die Haltelager erfahren wird, was es nicht ermöglicht, diese Lager im kleinen herzustellen, und wobei minimale Reibungsverluste in ihnen ermöglicht werden, wenn sich die Vorrichtung in ihrer Betriebsposition befindet und die Magnete eine axiale Last von einem Hängkörper erfahren;
- unzureichende Verwendung von Magnetkräften aufgrund eines niedrigen Wirkungsgrads eines ziemlich langen Magnetpfads (d.h. ein Stahlgehäuse), was wenig oder nichts zur Hubkraft des oberen beweglichen Magnets beiträgt, verglichen mit derjenigen, die durch ein oberes scheibenförmiges Polende ausgeübt wird;
- das ferromagnetische (Stahl) Gehäuse macht die Vorrichtung schwerer, verursacht Hystereseverluste und Verluste durch Wirbelströme, wenn sich die beweglichen Magnete drehen, was auf eine Unregelmäßigkeit ihrer magnetischen Eigen-

schaften zurückzuführen ist, und bildet teilweise einen Nebenschluss der stationären Magnete, indem ihre Pole auf der Seite der äußeren zylindrischen Oberfläche geschlossen werden;

– die Aufhängung ermöglicht nicht, wenn sie zusammengebaut ist, dass ihre Belastbarkeit eingestellt und auf eine gegebene Schwerkraft eines Hängstücks angepasst wird;

– eine Unregelmäßigkeit des Magnetfelds entlang dem Umfang desselben Durchmessers in den Zwischenräumen zwischen den Magneten, wenn solche Magnete stromleitend sind, verursacht Verluste durch Wirbelströme bei einer Relativdrehung der Magnete.

Zusammenfassung der Erfindung

[0004] Das Ziel dieser Erfindung besteht darin, ein Magnetlager zu erzeugen, in erster Linie ein Axiallager, mit einem minimalen Verhältnis des Gewichts von kostspieligen Magneten und des Gewichts des ganzen Lagers zur axialen Kraft, die durch die Magnete entwickelt wird, und mit minimalen Verlusten durch Reibung in Haltelagern sowie mit der praktischen Abwesenheit eines Nebenschließens der stationären Magnete und von Verlusten durch Hysteresis und Wirbelströme in den Magneten selbst, wie im zylindrischen Teil des Gehäuses angeordnet. Die technischen Ergebnisse bestehen darin, dass eine Anziehung durch die äußersten oberen und unteren Magnete von ferromagnetischen Platten – Anschlägen gewährleistet wird, die aus einem kostengünstigen und stabilen Material, z.B. Stahl, hergestellt sind, wobei die obere Platte, wie an dem nichtmagnetischen und möglicherweise nichtleitenden Gehäuse gesichert, den oberen beweglichen Magneten, der an der Achse gesichert ist, aufwärts anzieht, und der untere stationäre Magnet die untere Platte, die auch an der Achse gesichert ist, anzieht, was alles die axiale Kraft des Magnetlagers erhöht; wobei die Platten gleichzeitig als lasttragende Anschläge wirken, die die gesamte axiale Kraft der Magnete in der Abwesenheit einer Arbeitslast erfahren, wodurch ermöglicht wird, die Haltelager im kleinen, d.h. von kleinen Abmessungen, herzustellen; wobei die Tatsache, dass das Gehäuse nichtferromagnetisch, z.B. aus leichten Legierungen auf Grundlage von Aluminium oder Magnesium, hergestellt ist, ermöglicht, Verluste durch Hysteresis und Nebenschluss der Magnete zu beseitigen, und die Tatsache, dass es nichtleitend hergestellt ist, z.B. aus glasfaserverstärktem Kunststoff, ermöglicht, Verluste durch Wirbelströme zu beseitigen; außerdem wird das Gewicht des Gehäuses, verglichen mit einem ferromagnetischen Gehäuse (Stahl) verringert. Weiter, indem man Anschläge mit einstellbarer axialer Position von ihren ferromagnetischen Teilen (Platten) einrichtet, die mit den Magnetenden (Polen) Wechselwirken, wird ermöglicht, dass die Belastbarkeit eines Lagers an eine Schwerkraft eines Hängstücks genau angepasst wird, was die axiale

Last auf die Haltelager praktisch auf Null verringert; indem man die Endteile der Magnete, die durch ein ferromagnetisches Material überzogen sind, mit einem hohen spezifischen Widerstand herstellt, wird ermöglicht, Verluste durch Wirbelströme infolge einer Erhöhung der Magnetfeldgleichmäßigkeit in einem Zwischenraum zwischen den Magneten sowie einer Erhöhung eines elektrischen Widerstands in der Oberflächenschicht der Magnete zu verringern.

[0005] Indem man die Haltelager durch steife Federn in der axialen Richtung federbelastet macht, kann man gewährleisten, dass ein Lager durch hohe dynamische Lasten nicht zerstört wird und in der axialen Richtung anstößt, in erster Linie wenn sich die Welle nicht dreht, z.B. beim Transport.

[0006] Um das technische Ergebnis zu erzielen, während das angegebene Ziel erreicht wird, wird ein Magnetlager, in erster Linie ein Axiallager, umfassend bewegliche Permanentmagnete, wie mit der Drehwelle verbunden, und stationäre Permanentmagnete, wie mit dem Gehäuse verbunden, die einander mit Zwischenräumen abwechseln, wobei die Magnete ringförmig mit axialer Magnetisierung hergestellt sind, wobei die beweglichen Magnete mit den unteren Enden mit einer Polarität, die gleich derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, und den oberen Enden mit einer Polarität, die entgegengesetzt zu derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, eingerichtet sind und wobei die Haltelager auf der Welle angeordnet sind, mit mindestens einem Paar von Anschlägen versehen, wobei eines von ihnen auf dem Gehäuse angeordnet ist und das andere – auf der Welle, wobei die Anschläge an dem Gehäuse bzw. der Welle gesichert sind, um beim Vorliegen der Betriebsposition Endzwischenräume zwischen ihnen zu bilden.

[0007] Andere Ausführungsformen der Erfindung sind auch möglich, gemäß denen es notwendig ist, dass:

- mindestens einer der Anschläge teilweise oder ganz aus einem ferromagnetischen Material hergestellt sein sollte;
- mindestens ein Anschlag mit der Möglichkeit einer Einstellung der axialen Position seines ferromagnetischen Teils hergestellt sein sollte, der infolge von Magnetkräften durch sein Ende mit dem Endpol des ihm benachbarten Magnets wechselwirkt;
- mindestens ein Haltelager mit der Möglichkeit einer Bewegung entlang der axialen Richtung hergestellt sein sollte;
- mindestens ein Haltelager in der axialen Richtung federbelastet hergestellt sein sollte;
- mindestens eines von den magnettragenden Elementen – die Welle und das Gehäuse – aus einem nichtferromagnetischen Material hergestellt sein sollte;

- mindestens eines von den magnettragenden Elementen aus einem nichtleitenden Material hergestellt sein sollte;
- die beweglichen und die stationären Magnete in unterschiedlichen Größen hergestellt sein sollten, mindestens in unterschiedlichen Durchmessern;
- die Endzwischenräume zwischen den Haltelagern und den stationären Magneten einstellbar gemacht sein sollten;
- mindestens zwischen einem der magnettragenden Elemente und den Magneten selbst Hüllen, die aus einem nichtferromagnetischen Material hergestellt sind, angeordnet sein sollten;
- die Hüllen aus einem nichtleitenden Material hergestellt sein sollten;
- die Endteile der Magnete mit einer Schicht eines magnetisch weichen Materials mit einem hohen spezifischen Widerstand überzogen sein sollten.

[0008] Die aufgeführten Merkmale sind wesentlich, und sie sind durch eine Ursache-Wirkung-Beziehung mit der Bildung einer Gesamtheit von wesentlichen Merkmalen miteinander verbunden, die zum Erzielen des angegebenen technischen Ergebnisses ausreichen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0009] Die Erfindung wird in der Zeichnung dargestellt.

[0010] Fig. 1 stellt die schematische Konstruktionsdarstellung eines Magnetlagers in der Betriebsposition dar:

[0011] Fig. 2 stellt dasselbe Lager in der Transportposition dar.

[0012] Wenn man berücksichtigt, dass die Bilder symmetrisch sind, stellen Fig. 1 und Fig. 2 nur die rechte Hälfte der Vorrichtung dar.

[0013] Die Welle 1, die durch die axiale Kraft G belastet ist (Fig. 1), z.B. durch die Schwerkraft eines Hängestücks, ist in der radialen Richtung in den Haltelagern gespannt, d.h. dem oberen Lager 2 und dem unteren Lager 3, die imstande sind, sich entlang der axialen Richtung zu bewegen, und mit z.B. den Muttern 4 und 5, die an den Lagern 2 und 3 in den Endteilen durch die Federn 6 bzw. 7 gesichert sind, bewegt werden können, die bis auf bestimmte Kräfte vorkomprimiert sind, die für die Lager gefahrlos sind. Die Lager 2 und 3 ruhen durch ihre äußeren zylindrischen Oberflächen auf den Oberflächen der Löcher in dem oberen stationären Anschlag 8 bzw. der Abdeckung 9. Die Lager 2 und 3 sind in den Zeichnungen als Gleitlager dargestellt, aber sie können als Wälzlager oder aktive elektromagnetische Lager zwecks voller kontaktloser Aufhängung hergestellt sein. Die beweglichen Magnete 13 sind mit der Verwendung

der Hülse 10 und 11 sowie der Mutter 12 mit der äußeren zylindrischen Oberfläche an der Welle 1 gesichert, und die stationären Magnete 17 sind an der inneren zylindrischen Oberfläche des Gehäuses 14 gesichert, das mit der Verwendung der Hülse 15, der Abdeckung 16 und dem Anschlag 8 z.B. auf einer stationären Basis eingerichtet ist. Indem man die Längen der Hülse 10, 11 und 15 variiert, ist es möglich, die Abstände zwischen den Enden der beweglichen und stationären Magnete einzustellen. Die Welle 1, das Gehäuse 14, die Hülse 10, 11 und 15, die Muttern 4, 5 und 12 sowie die Abdeckungen 9 und 16 sind aus einem nichtferromagnetischen oder einem nichtleitenden Material hergestellt, wie z.B. im ersten Fall – aus Duralumin oder Titanium, und im zweiten Fall – aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff oder einem kohlenstoffverstärkten Kunststoff. Im ersten Fall ermöglicht dies, Verluste durch Hysteresis und Nebenschluss von Magnetkraftlinien der Magnete zu vermeiden, und im zweiten Fall auch Verluste durch Wirbelströme zu vermeiden. Verluste durch Hysteresis und Wirbelströme können in ferromagnetischen und leitenden Teilen an der unvermeidbaren Unregelmäßigkeit der magnetischen Eigenschaften von beweglichen Magneten in der Umfangsrichtung erscheinen.

[0014] In **Fig. 1** sind die Magnetpole mit den entsprechenden Buchstaben – S und N (die Pole können umgekehrt sein) und die Kräfte, die auf die Magnete einwirken, – durch Pfeile bezeichnet. Der obere bewegliche Anschlag 18 ist auf der Welle 1 angeordnet, der untere stationäre Anschlag 19 ist auf dem Gehäuse 14 angeordnet; diese Anschläge nehmen die Kräfte, die respektive auf die beweglichen Magnete 13 und die stationären Magnete 17 einwirken, auf. Auch an der Welle 1 ist der untere bewegliche Anschlag 20 gesichert, der sich zusammen mit der Welle 1 dreht.

[0015] Die Anschläge 8 und 20 können einen einstellbaren Mittelteil 21 aufweisen, der aus einem ferromagnetischen Material hergestellt ist und der mit den Polen der benachbarten Magnete wechselwirkt, nämlich: dem oberen beweglichen Magneten und dem unteren stationären Magneten, die den besagten Mittelteil 21 der Anschläge anziehen und die Belastbarkeit eines Lagers erhöhen. Wenn der Mittelteil 21 der Anschläge 8 und 20 näher an einen Magneten herankommt, erhöht sich die Belastbarkeit des Lagers, und umgekehrt. Diese Hinein- und Heraus-Bewegungen des Mittelteils 21 der Anschläge 8 und 20 können durch ein beliebiges bekanntes Verfahren erzielt werden, z.B. indem das Gewinde verwendet wird, das den Mittelteil 21 des Anschlags mit seinem äußeren Teil 22 und dem inneren Teil 23 verbindet. Gewiss wird in diesem Fall nach Einstellen der Position des Mittelteils 21 das Gewinde durch ein beliebiges bekanntes Verfahren arretiert. Der äußere Teil 22 des Anschlags, d.h. eine Mutter, und der innere Teil 23 des Anschlags, d.h. eine Schraube mit einem

Loch, können aus einem beliebigen stabilen Material hergestellt sein, einschließlich Stahl. Die Haltelager 2 und 3 sind mit den Anschlägen, die ihre axialen Bewegungen beschränken, versehen.

[0016] Die Magnete 13 und 17 können beide gleich, was der wirtschaftlichste Weg ist, und mit einem geringen Unterschied in ihren Durchmessern hergestellt sein, was ermöglicht, sie zuverlässiger in der axialen Richtung an der Welle 1 und im Gehäuse 14 zu sichern. Die Endteile der Magnete können in einem Fall einer großen Unregelmäßigkeit ihrer magnetischen Eigenschaften sowie ihrer Leitfähigkeit mit einer dünnen Schicht 24 eines magnetisch weichen Materials, z.B. Supermendur, mit hohen ferromagnetischen Eigenschaften und hohem elektrischem Widerstand überzogen sein. Ein solcher Überzug ermöglicht, Verluste durch Hysteresis und Wirbelströme zu verringern.

Bevorzugte Ausführungsform der Erfindung

[0017] Die Magnetpolarität ist auf eine solche Weise orientiert, dass aufwärts gerichtete magnetische Kräfte, die in **Fig. 1** durch Pfeile dargestellt sind, auf sämtliche beweglichen Magnete 13 und auf den beweglichen Anschlag 20 einwirken, die mit der Welle 1 verbunden sind. Diese Kräfte werden nach Aufsummieren zum Anschlag 18 auf die Welle 1 übertragen, wobei die Kraft G überwunden wird, z.B. die Schwerkraft eines Stücks (insbesondere eines Schwungrads, einer Turbine, eines Rotors), das an der Welle 1 aufgehängt ist. Die Reaktionskräfte wirken auf das Gehäuse 14 ein, an dem die stationären Magnete 17 und der Anschlag 8 gesichert sind. In einem Fall, wo ein Hängestück ein Gewicht (Schwerkraft) G aufweist, das größer oder kleiner als die gesamte Aufwärtskraft der Magnete ist, können die Mittelteile 21 der Anschläge 8 und 20 zu der entsprechenden Seite bewegt werden, wodurch die Aufwärtskraft erhöht oder vermindert wird. An diesem Stück 18 kann das Ende von nur einem Lager 2 in Berührung kommen (**Fig. 1**).

[0018] Wenn ein Stück von der Welle 1 entfernt wird oder bevor es gesichert wird (z.B. in der Transportposition), wird die Mutter 4 herausbewegt (nach oben – gemäß den Zeichnungen) und zieht durch die Feder 6 von allein das Haltelager 2, das entlang der axialen Richtung bewegt wird, aus dem benachbarten Teil, d.h. dem Anschlag 18 auf der Welle 1, heraus. Der Anschlag 18 auf der Welle 1 wird zur inneren Position 23 des stationären Anschlags 8 gepresst, und der äußere Teil 22 des beweglichen Anschlags 20 wird zum stationären Anschlag 19 auf dem Gehäuse 14 gepresst. Die Haltelager 2 und 3 sind unbelastet (das Lager 2 wird durch die Mutter 4 nach oben gezwungen, und das Lager 3 hat den oberen Anschlag erreicht, wobei es einen Zwischenraum zwischen sich und dem Teil 23 liefert), und das Magnetlager selbst

wird folglich fest angeordnet (Fig. 2).

[0019] Nach Aufhängen von schweren Stücken an der Welle 1 und Einstellen der Positionen der Mittelteile 21 der Anschläge 8 und 20 zwecks Gewährleistung einer genauen Entsprechung der magnetischen Kräfte und der Kraft G, die auf die Welle 1 wirkt, von der Seite eines schweren Stücks, wird die Mutter 4 eingeschraubt, wodurch durch die Feder 6 das Haltelager 2 in der Richtung des entsprechenden Teils auf der Welle 1 bewegt wird, d.h. zu dem Anschlag 18, um einen garantierten Zwischenraum – thermisch, Verformungen usw. – normalerweise von 0,2-0,5 mm zu erzielen (der besagte Zwischenraum kann sowohl zwischen dem Lager 2 und dem Anschlag 18 als auch zwischen dem Lager 3 und dem Teil 23 vorliegen (der letztgenannte Fall ist in Fig. 1 dargestellt).

[0020] Wenn sich in solchen Fällen axiale dynamische Lasten entwickeln, die auf die Welle 1 einwirken, nehmen die Haltelager 2 und 3 sie in den Grenzen der Vor-Verformungskräfte der Federn 6 und 7 auf, die für die Lager gefahrlos sind. Bei höheren Lasten werden die Federn 6 oder 7 verformt, und die Anschläge 18 oder 20 berühren durch ihre inneren Teile 23 die stabilen Teile – den inneren Teil 23 des Anschlags 8 oder die Abdeckung 9, wodurch gewährleistet wird, dass die Haltelager 2 und 3 nicht zerstört werden.

[0021] Die Unregelmäßigkeit der magnetischen Eigenschaften der beweglichen Magnete 13 und 17 an der Drehwelle 1 ruft Verluste durch Hysterese und Verluste durch Wirbelströme in den umgebenden Teilen hervor, und solche Verluste können vermindert werden, indem diese Teile (die Welle, die Hülse, die Gehäuse, die Abdeckungen) aus nichtferromagnetischen und nichtleitenden Materialien hergestellt werden. Aus demselben Zweck können die Endoberflächen der Magnete mit einem magnetisch weichen Material 24, z.B. durch Supermendur, mit hohen ferromagnetischen Eigenschaften und hohem elektrischem Widerstand überzogen werden, wobei die Unregelmäßigkeit der magnetischen Eigenschaften der Pole ausgeglichen wird und der elektrische Widerstand der Magnetendoberflächen erhöht wird.

[0022] Diese Erfindung ist in die Praxis umgesetzt worden. Die tatsächliche Konstruktion eines magnetischen Axiallagers, das für die Belastbarkeit von 7500 und 15000 N (750 und 1500 kg von einem Hängeteilgewicht, insbesondere von einem Schwungrad) konstruiert ist, ist mit Permanentmagneten, die aus einer Zusammensetzung "Neodymium-Eisen-Bor" hergestellt sind, gefertigt worden.

Industrielle Anwendbarkeit

[0023] Die Erfindung steht im Einklang mit dem Kri-

terium von "industrieller Anwendbarkeit", da sie mit der Verwendung von bekannten Materialien, Produktionseinrichtungen und Technologien verwirklicht werden kann.

[0024] Die Anwendung dieser Erfindung ermöglicht, ein Magnetlager zu erzeugen, in erster Linie ein Axiallager, das auch kleine radiale Kräfte durch Haltelager aufnehmen kann, für die auch aktive elektrische Magnete verwendet werden können. Ein solches Lager gewährleistet eine signifikante Verringerung im Gewicht von Magneten, minimale Energieverluste zur Drehung sowie Zuverlässigkeit und Sicherheit im Betrieb.

Zusammenfassung

[0025] Die Erfindung betrifft Maschinenwesen, d.h. die Baukonstruktion eines Magnet-, vorzugsweise Axiallagers, das in der Form eines Trägers für sich schnell drehende Baukomponenten und Getriebeteile, die axialen Kräften ausgesetzt sind, insbesondere für Schwungräder von Trägheitsenergiespeichervorrichtungen verwendet wird. Das erfinderische Magnetlager, vorzugsweise Axiallager, umfasst bewegliche Konstantmagnete, die mit einer Drehwelle verbunden sind, und fest angeordnete Magnete, die mit einem Körper verbunden sind. Die Magnete sind auf eine solche Weise angeordnet, dass sie abwechselnd angeordnet sind und voneinander beabstandet sind. Die Magnete sind auf eine solche Weise verwirklicht, dass sie ringförmig und axial magnetisiert sind. Die unteren Enden der beweglichen Magnete weisen eine analoge Polarität auf, wobei ihre oberen Enden eine entgegengesetzte Polarität in Bezug zu benachbarten Enden der fest angeordneten Magnete aufweisen. Das Magnetlager ist mit mindestens einem Paar von Trägern versehen, von denen einer auf dem Körper angeordnet ist, wobei der andere Träger auf der Welle montiert ist. Die Träger sind an dem Körper und der Welle auf eine solche Weise fest angebracht, dass die Endfreiräume dazwischen in der Betriebsposition gebildet sind. Die Erfindung macht es möglich, ein Magnetlager zu entwickeln, vorzugsweise ein Axiallager, wenn kleine radiale Kräfte durch Haltelager getragen werden, die in der Form von aktiven elektrischen Magneten verwirklicht sind. Das Magnetlager macht es auch möglich, die Masse von Magneten wesentlich zu verringern, gewährleistet einen minimalen Energieverlust während einer Drehung und erhöht die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit desselben.

Patentansprüche

1. Magnetlager, in erster Linie ein Axiallager, umfassend bewegliche Permanentmagnete, die mit einer Drehwelle verbunden sind, und stationäre Permanentmagnete, die mit einem Gehäuse verbunden sind, die einander mit Zwischenräumen abwechseln,

wobei die besagten Magnete ringförmig mit axialer Magnetisierung hergestellt sind, wobei die beweglichen Magnete mit den unteren Enden mit einer Polarität, die gleich derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, und den oberen Enden mit einer Polarität, die entgegengesetzt zu derjenigen der benachbarten Enden der stationären Magnete ist, eingerichtet sind, wobei Haltelager auf der Welle angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass es mit mindestens einem Paar von Anschlägen versehen ist, von denen einer auf dem Gehäuse und der andere auf der Welle angeordnet ist, wobei die Anschläge an dem Gehäuse bzw. an der Welle gesichert sind, um beim Vorliegen der Betriebsposition Endzwischenräume zwischen den Endansschlägen zu bilden.

2. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens einer der Anschläge teilweise oder ganz aus einem ferromagnetischen Material hergestellt ist.

3. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Anschlag mit der Möglichkeit hergestellt ist, die axiale Position seines ferromagnetischen Teils einzustellen, der infolge von magnetischen Kräften durch sein Ende mit dem Endpol des ihm benachbarten Magneten wechselwirkt.

4. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Haltelager mit der Möglichkeit hergestellt ist, sich entlang der axialen Richtung zu bewegen.

5. Magnetlager nach Anspruch 1 oder Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Haltelager in der axialen Richtung federbelastet hergestellt ist.

6. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines von magnettragenden Elementen – die Welle und das Gehäuse – aus einem nichtferromagnetischen Material hergestellt ist.

7. Magnetlager nach Anspruch 1 oder Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eines von den magnettragenden Elementen aus einem nichtleitenden Material hergestellt ist.

8. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beweglichen und die stationären Magnete in unterschiedlichen Größen, zumindest in unterschiedlichen Durchmessern hergestellt sind.

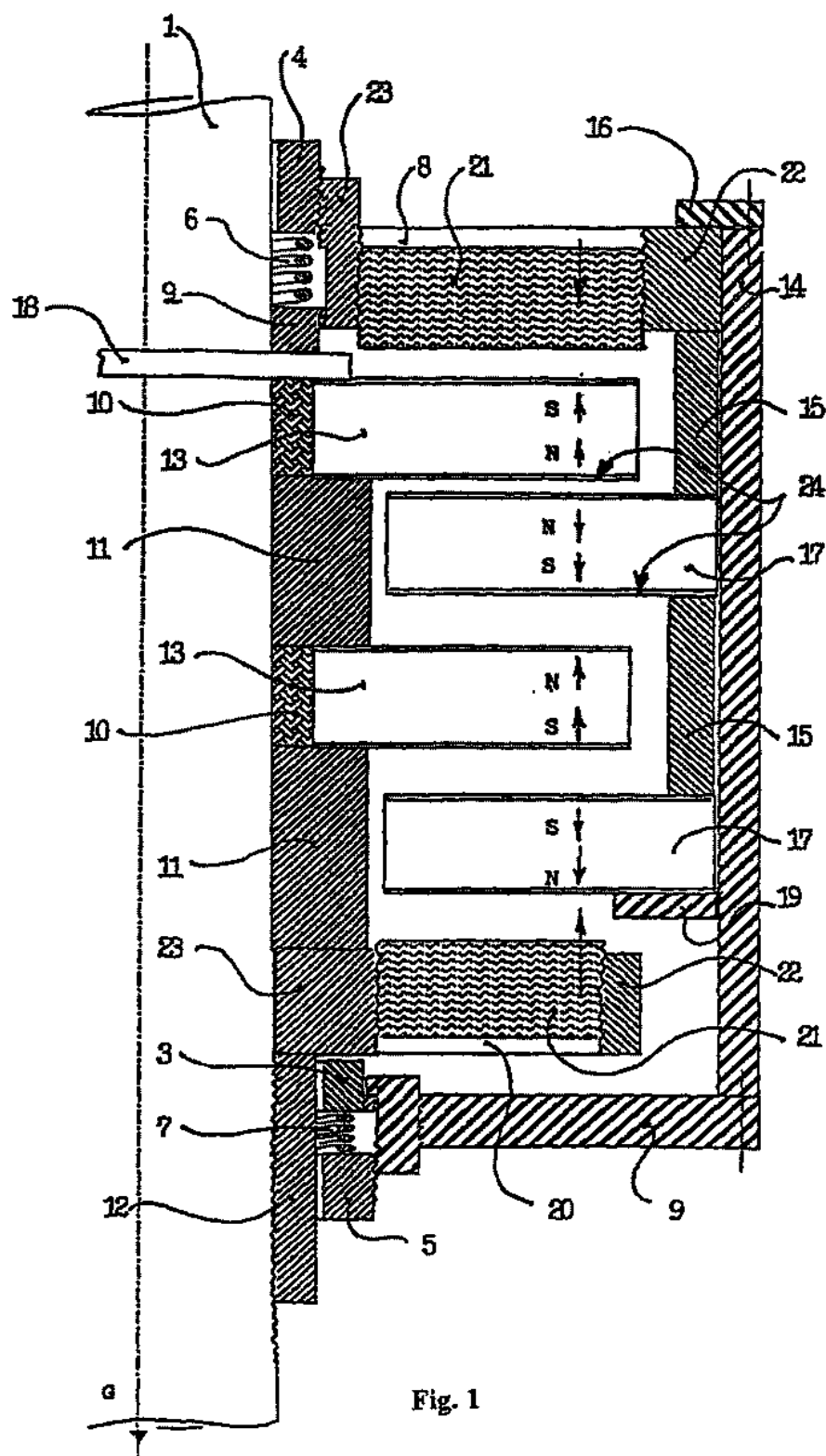
9. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Endzwischenräume zwischen den Halte- und den stationären Magneten einstellbar gemacht sind.

10. Magnetlager nach Anspruch 1, Anspruch 6 oder Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass Hülsen, die aus einem nichtferromagnetischen Material hergestellt sind, mindestens zwischen einem von den magnettragenden Elementen und den Magneten selbst angeordnet sind.

11. Magnetlager nach Anspruch 1 oder Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülsen aus einem nichtferromagnetischen Material nichtleitend hergestellt sind.

12. Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Endteile der Magnete mit einer Schicht von einem magnetisch weichen Material mit einem hohen spezifischen Widerstand überzogen sind.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen



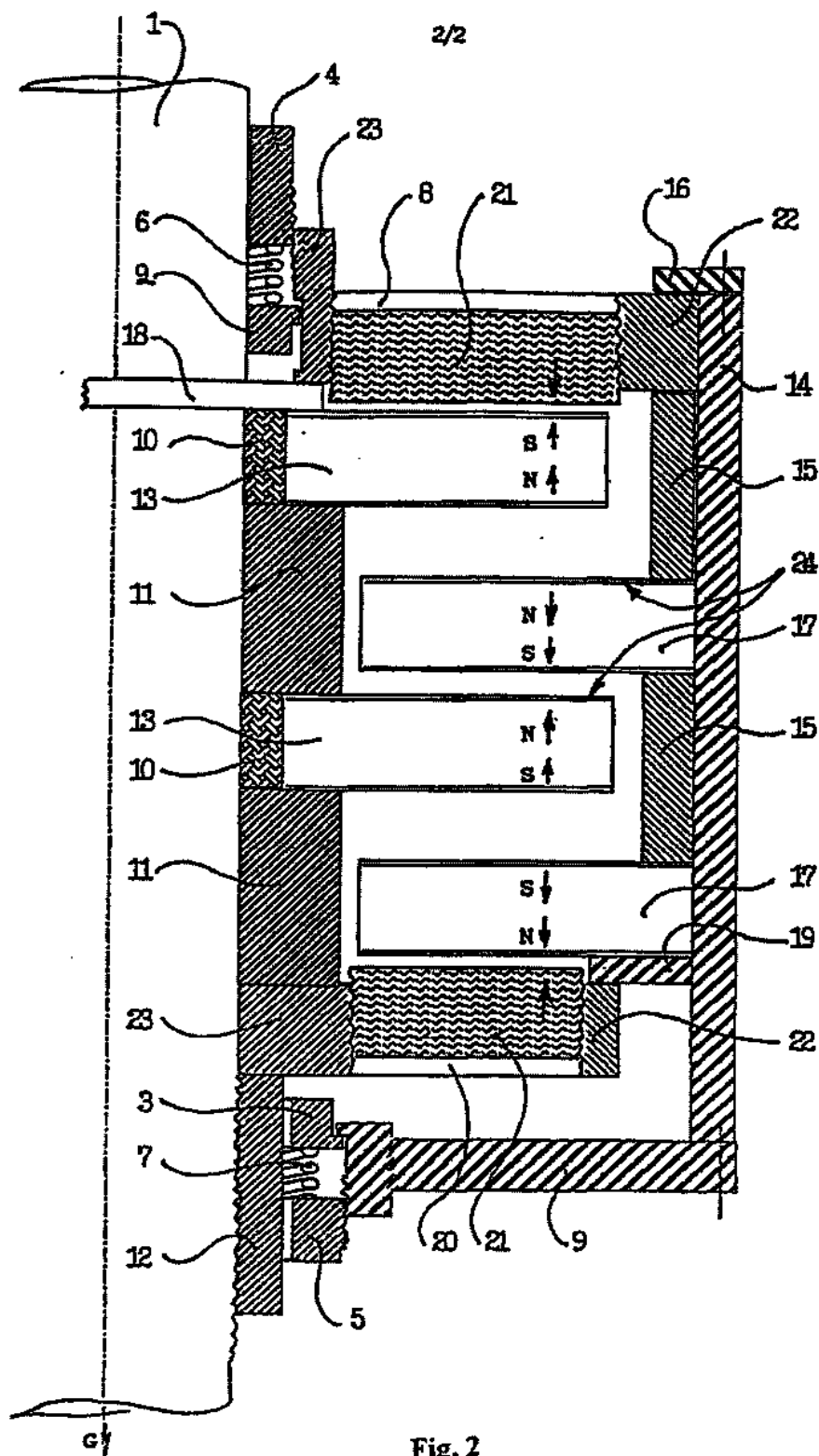


Fig. 2