



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 102 38 543 A1 2004.03.04

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 102 38 543.2  
(22) Anmeldetag: 22.08.2002  
(43) Offenlegungstag: 04.03.2004

(51) Int Cl.7: F16C 32/04

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

(71) Anmelder:  
Schäfer, Friedbert, 97264 Helmstadt, DE

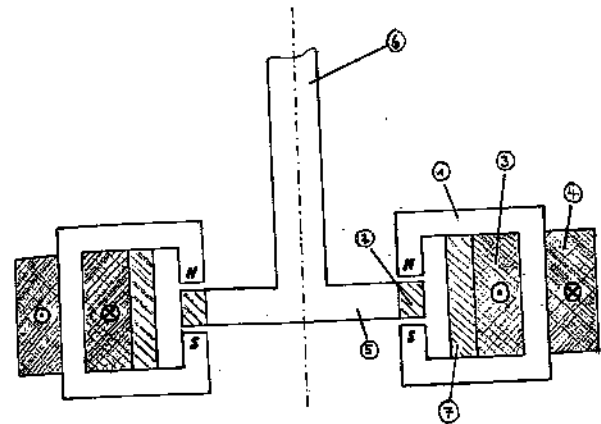
(72) Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Passives elektromagnetisches Radiallager mit Mantelfeldstruktur**

(57) Zusammenfassung: Magnetisches Radiallager mit Mantelfeldstruktur, dadurch gekennzeichnet, dass das Mantelfeld einen radial verlaufenden Arbeitsluftspalt besitzt, dessen magnetischer Fluss sich ansonsten vollständig in ferromagnetischem Material befindet und dessen Radiallagerfunktion über die magnetische Einbindung eines ferromagnetischen Ringkörpers gegeben ist, welcher durch seine mittige Positionierung im Luftspalt den magnetischen Widerstand im Mantelfeldkreis verringert. Einer radialen Verschiebung des Ringkörpers aus dieser Position widersetzt sich das System selbsttätig, sodass zur Stabilisierung keine Sensoren und keine Regelungselektronik notwendig sind. Das Mantelfeld kann elektromagnetisch erzeugt werden. Große Radien sind realisierbar und selbst tonnenschwere Rotoren sind radial stabil und berührungslos lagerbar.



**Beschreibung**

[0001] Für schwere Schwungmassenspeicher, Drallräder zur Lageregelung von Satelliten und für schnell laufende Bearbeitungsmaschinen, bei denen hohe Störkräfte zu kompensieren sind, sind bisher keine passive Magnetlager verfügbar.

[0002] (Anmerkung: Als Passive Magnetlager bezeichnet man im Allgemeinen nur Magnetlager mit Permanentmagnet-Technologie. Die nun offenbarte Erfindung beinhaltet ein elektromagnetisches Lager, dessen Magnetisierungsstrom nicht nachgeregelt werden muss, und deshalb ebenso als passives Lager bezeichnet werden kann.)

**Stand der Technik**

[0003] In meiner Patentanmeldung vom 29.12.2001

[0004] (Titel: „Flossenlose Mantelfeld-Homopolarmaschine mit integriertem Magnetlager“) wird ein mit Gleichstrom betriebenes, passives magnetisches Axiallager mit Mantelfeld-Struktur vorgeschlagen. Für die stabile, magnetische Lagerung eines rotierenden Körpers in fünf Freiheitsgraden sind zusätzlich mindestens zwei magnetische Radiallager nötig. Für relativ kleine Magnetlageranwendungen gibt es bereits eigenstabile, passive Radiallager, welche mit Hilfe von zwei feststehenden permanentmagnetischen, axial magnetisierten Ringen hergestellt werden.

[0005] Zwei gleich große stationäre Ringmagnete sind konzentrisch übereinander angeordnet und befinden sich in axial attraktiver Anordnung. Im Luftspalt zwischen den Ringmagneten ist, ein Ring aus Weich-eisen rotationsfähig angeordnet. Informationen über Reluktanzlager lassen sich leicht im Internet finden. Mit der Mantelfeld-Ringspule ist die Möglichkeit gegeben, die im kleinen Maßstab bereits bewährte Reluktanzlager-Technologie in die anvisierte Größenordnung zu transponieren.

[0006] Die Wirkungsweise permanentmagnetischer Reluktanzlager kann mit Hilfe von Mantelfeldspulen elektromagnetisch nachgeahmt werden, wodurch eine relativ einfache, wartungsfreie und damit kostengünstige Lagerung auch für tonnenschwere Rotationskörper möglich erscheint. Die Radialsteifigkeit eines Ringlagers steigt proportional mit der Randlänge des Lagers, womit bei hohen Störkräften ein großer Durchmesser offensichtlich vorteilhaft ist. Permanentmagnetische Ringe sind nur mit relativ kleinem Durchmesser erhältlich. Das hier vorgeschlagene elektromagnetische Radiallager ermöglicht Durchmesser von einigen Metern.

Funktionsbeschreibung an Hand der schematischen Darstellung des rotationssymmetrischen Lasers im Schnitt durch die Ebene der Symmetrieachse

**Ausführungsbeispiel**

[0007] Durch die innere Schalenwicklung (3) und die äußere Schalenwicklung (4) fließt der für die Magnetisierung des Mantelfeldkerns (1) erforderliche Gleichstrom. Die Stromrichtung in der äußeren Wicklung ist dabei entgegengesetzt zur Stromrichtung in der inneren. Die Stromwindungszahl sollte innen und außen ungefähr gleich sein, um eine möglichst hohe elektromagnetische Verträglichkeit zu gewährleisten.

[0008] Der unmagnetische Stützkörper (7) verhindert eine gegenseitige Annäherung der Pole am Arbeitsluftspalt und dient als Träger für die innere Wicklung.

[0009] Mittig zwischen den Polflächen rotiert ein ferromagnetischer Ring (gleiches Material wie Mantelfeldkern), welcher durch ein (nicht dargestelltes) Axiallager in der Mittelebene zwischen den Polflächen an einer axialen Verschiebung gehindert wird. Über eine Scheibe (5) ist dieser Ring mit der Rotorachse (6) verbunden. Diese Anordnung widersetzt sich einer radialen Verschiebung aus der magnetischen Kräftegleichgewichtslage, die dadurch gekennzeichnet ist, dass in Abwesenheit einer Störkraft der rotierende Ring innerhalb des Luftspalts genau die radiale Position einnimmt, bei welcher der magnetische Kreis des Mantelfeldes, in den der rotierende Ring mit einbezogen ist, den geringsten magnetischen Widerstand besitzt.

**Zusatzanmerkungen:**

[0010] Wegen der quadratischen Abhängigkeit der Radialsteifigkeit von der Luftspaltinduktion sollte das (massive) Kernmaterial, eine möglichst hohe Sättigungsmagnetisierung aufweisen.

[0011] Bei supraleitender Ausführung der Schalenwicklungen wird im Vergleich zu normalleitender Ausführung wesentlich weniger Wicklungsvolumen benötigt, die Mantelfeldgeometrie kann insgesamt verkleinert und so eine drastische Gewichtseinsparung erzielt werden. Durch die heute verfügbaren Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) kann der zur Magnetisierung erforderliche Gleichstrom die Ringspulen des Mantelfeld-Magneten verlustfrei durchfließen. Die Magnetspulen können mit flüssigem Stickstoff kostengünstig gekühlt werden. Im Weltall braucht man nur die Strahlungsenergie der Sonne abzuschirmen, um die erforderliche tiefe Temperatur für die Supraleitung zu gewährleisten.

[0012] Die gefundene Anordnung mit Mantelfeldstruktur lässt sich auch mit Permanentmagneten nachbilden. Idealerweise besteht dann der Kern des Mantelfeldes vollständig aus formmagnetisiertem permanentmagnetischen Material, oder ist mit handelsüblichen Ringmagneten und verbindenden Ei-

senteilen nachgebildet. Werden mittlere Durchmesser benötigt, für die es keine Ringmagnete gibt, kann man auch kleinere Segmente parkettartig zusammensetzen. Dies kann an den Polflächen selbst und/oder an irgendwelchen anderen Querschnittsebenen des Mantelfeldkreises erfolgen.

### Patentansprüche

1. magnetisches Radiallager mit Mantelfeldstruktur (innerhalb des Mantelfeldes befindet sich ein nahezu feldfreier Raum), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Mantelfeld einen radial verlaufenden Arbeitsluftspalt besitzt, dessen magnetischer Fluss sich ansonsten vollständig in ferromagnetischem Material befindet und dessen Radiallagerfunktion über die magnetische Einbindung eines ferromagnetischen Ringkörpers gegeben ist, welcher durch seine mittige Positionierung im Luftspalt den magnetischen Widerstand im Mantelfeldkreis verringert. (Kurzbezeichnung für diese unter 1. genannte Konstellation: Mantelfeld-Radiallager oder (MF-RL))

2. MF-RL , dessen magnetische Erregung durch mindestens eine innere und eine äußere Schalenwicklung realisiert wird, deren Wicklungen von Gleichstrom gegensinnig durchflossen werden. Zwischen innerer und äußerer Schalenwicklung befindet sich der ferromagnetische Kern. In diesem Kern wirken die Wicklungspaare gleichsinnig magnetisierend. Außerhalb des Mantelfeldkerns kompensieren sich die magnetischen Felder.

3. MF-RL , dessen Kern ganz oder teilweise aus permanent magnetisierten Segmenten besteht, welchen eine geeignete Magnetisierungsrichtung eingeprägt ist.

4. MF-RL , dessen Polflächen ebenso wie der magnetische Ringkörper des zu lagernden Rotationskörpers zum Zwecke der Flusskonzentration im Luftspalt einen geringeren Querschnitt als das restliche Kernmaterial besitzen.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

