

⑥

Int. Cl.:

H 01 f

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



⑦

Deutsche Kl.: 21 g, 31/01

⑩

⑪

⑫

⑬

⑭

Offenlegungsschrift 1489 951

Aktenzeichen: P 14 89 951.5 (G 45321)

Anmeldetag: 27. November 1965

Offenlegungstag: 4. September 1969

Ausstellungspriorität: —

⑮

Unionspriorität

⑯

Datum: 21. Dezember 1964

⑰

Land: V. St. v. Amerika

⑱

Aktenzeichen: 420024

⑲

Bezeichnung: Magnetisches Lager

⑳

Zusatz zu: —

㉑

Ausscheidung aus: —

㉒

Anmelder: General Electric Company, Schenectady, N. Y. (V. St. A.)

Vertreter: Endlich, Dipl.-Phys. Fritz, Patentanwalt, 8034 Unterpfaffenhofen

㉓

Als Erfinder benannt: Weinberger, Sanford Melvin, Philadelphia, Pa. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): 26. 3. 1968

DT 1489951

TELEFON: (MÜNCHEN) 878638

TELEGRAMMADRESSE:

PATENDLICH MÜNCHEN

CABLE ADDRESS:

PATENDLICH MUNICH

Meine Akte: 1913

Dr. Expl.

Anmelder: General Electric Company, Schenectady, New York, N.Y. USA

Magnetisches Lager

1489951

Die Erfindung betrifft Lager und andere Halterungen, die eine Translation verhindern oder begrenzen, aber eine Rotation erlauben, insbesondere die Verwendung magnetischer Felder zur Begrenzung oder Verhinderung der Verschiebung eines Körpers aus einer zentralen Lage.

In vielen Zweigen der Technik ist es wünschenswert, einen Körper relativ zu einem anderen zu lagern oder zu zentrieren, dabei soll er sich auf eine Weise bewegen können, zum Beispiel durch Rotation, die die Zentrierung nicht beeinträchtigt, und es ist besonders wünschenswert, dieses ohne oder mit minimaler Haftreibung zu erreichen. Dafür wurde oft die Verwendung von magnetischen Kräften vorgeschlagen. Besonders wünschenswert sind die magnetischen Anziehungskräfte, weil sie eine sehr beträchtliche Größe aufweisen; zum Beispiel können Permanentmagnete ihr eigenes Gewicht tragen. Leider folgt aus dem r^{-2} -Kraftgesetz zwischen magnetischen Polen und ebenso ihren komplizierteren und genauen Äquivalenten, daß es nicht möglich ist, ein stabiles Gleichgewicht durch einfache Anwendung der magnetischen Anziehung von Permanentmagneten zu erreichen, so daß ein ferromagnetischer

909836/0495

BAD ORIGINAL

Läufer in einer zentralen Lage bleibt. Wenn sich ein solcher Läufer in einer Gleichgewichtslage befände, würde eine kleine Verschiebung die Anziehung durch den Pol, dem sich der Läufer genähert hat, vergrößern und die Anziehung durch den Pol, von dem sich der Läufer entfernt hat, verkleinern; das ist gerade das Gegenteil von dem Verhalten, das für die Stabilität benötigt wird. Ein Läufer, der eine kleinere Permeabilität als das Vakuum hat, das heißt ein diamagnetischer Läufer, neigt dazu, sich in einem geeignet verlaufenden magnetischen Feld in eine stabile zentrale Lage zu bewegen. Leider sind die von einer solchen Vorrichtung entwickelten Zentralkräfte proportional dem Betrag, um den die Permeabilität des diamagnetischen Materials kleiner als die des Vakuums ist. Diese Größe ist sehr klein.

Gemäß der Erfindung wird für ein Lager oder eine lageeinstellende oder Zentriervorrichtung ein Material mit einer größeren Permeabilität als die des Vakuums verwendet, um eine magnetische Halterung oder Zentrierung zu erreichen. Die Erfindung kann verstanden werden, wenn man einen symmetrischen Permanentmagneten betrachtet, der in eine magnetische Flüssigkeit eingebettet ist, die eine größere Permeabilität als das Vakuum hat. Wenn die Flüssigkeit von einem nichtmagnetischen Behälter umgeben ist, der nicht viel größer als der Magnet selbst ist, neigt der Magnet dazu, sich selbst auszurichten, so daß die gesamte Energie, die in dem magnetischen Feld der Flüssigkeit vorhanden ist, ein Maximum wird. Diese Energie ist im allgemeinen ein Maximum, wenn der Magnet im Behälter zentriert ist. Da die magnetische Substanz eine Flüssigkeit ist, kann der Magnet aus seiner zentralen Lage

bei geringen Geschwindigkeiten ohne Reibungswiderstand verschoben werden; da aber die Verschiebung, die in der Substanz vorhandene magnetische Energie reduziert, tritt eine Rückstellkraft auf, um den Magneten in seine zentrale Lage zurückzubringen.

Die Erfindung soll anhand der Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 ein einfaches Ausführungsbeispiel der Erfindung, das besonders nützlich für die Darstellung der ihr zugrundeliegenden Prinzipien ist; und

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, das verwendet wird, eine kleine Anemometerbewegung zu führen, die für die Messung von sehr kleinen Luftströmen durch visuelle Zählung der Umdrehung geeignet ist.

In Fig. 1 sind zwei Hufeisenmagnete 10 und 12 abgebildet, die miteinander durch einen Verbindungsstab 14 aus nichtmagnetischen Material starr verbunden sind, der eine Endöse 16 hat. Die Magnete 10 und 12 sind in einer Lösung 18 einer permeablen magnetischen Flüssigkeit eingebettet, die durch Auflösung von 100 Gramm von wasserhaltigem Eisenchlorid $\text{FeCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$ in 400 ccm Wasser hergestellt werden kann. Es ist bekannt, daß eine solche Lösung paramagnetisch ist. Ein Gefäß 20, das die Magnete 10 und 12 umgibt und die magnetische Flüssigkeit 18 enthält und hier im Querschnitt gezeigt ist, kann ein gewöhnliches chemisches Becherglas sein. Die Öse 16 des Verbindungsstabs 14 ist durch einen Haken 22 mit einem Arm 24 verbunden, der auf einem Schneidlager 26 im Gleichgewicht ist und mittels des Hakens 26 eine Waagschale 30 trägt, die zwei Gewichte 32 beziehungsweise 34 aufweist. Die Gewichte 32 und 34 sind mit dem Gewicht der

909836/0495

BAD ORIGINAL

eingetauchten Magnete 10 und 12 und dem Gewicht des Verbindungsstabs 14 ungefähr im Gleichgewicht, so daß Spalte 36 beziehungsweise 38 zwischen den Polen des Magnets 12 und der Oberfläche der Flüssigkeit 18 und zwischen den Polen des Magnets 10 und der die Flüssigkeit 18 begrenzenden Bodenfläche entstehen. Wenn die Magnete 10 und 12 ähnlich in Größe, Gestalt und magnetischen Eigenschaften sind, ist die magnetische Gesamtenergie, die in der Flüssigkeit 18 vorhanden ist, ein Maximum, sobald die Breite des Doppelspalts 36 gleich der Breite des Doppelspalts 38 ist. Daher verändert eine kleine vertikale Verschiebung des Verbindungsstabs 14 die Abmessung der Spalte auf eine solche Weise, daß eine nutzbare magnetische Kraft entsteht, die den Verbindungsstab in eine solche Lage zurückziehen will, bei der die Spaltbreiten wieder gleich sind.

Fig. 2 zeigt ein allgemeineres Ausführungsbeispiel der Erfindung, das eine Verschiebung nicht nur in einer Dimension sondern in allen drei kompensieren kann. Drei Hufeisenmagnete 40, 42 und 44 sind auf einem Kreisumfang angebracht, so daß ihre Pole nach außen zeigen. Aus Symmetriegründen ist ein vierter Magnet 45 diametral entgegengesetzt zum Magnet 44 vorhanden und daher in der Figur durch ihn verdeckt. Ein Hufeisenmagnet 46 ist angebracht, dessen Pole nach oben zeigen. Ähnlich umfaßt ein unterer Satz von Magneten peripher montierte Magnete 48, 50, 52 und 53, die mit ihren Polen nach außen zeigen, wobei der Magnet 53 diametral entgegengesetzt zum Magnet 52 angebracht ist und durch diesen verdeckt wird. Ein Magnet 54 ist vorhanden, der mit seinen Polen nach unten zeigt. Die Konstruktion, die die Magnete in dieser

gegenseitigen Lage hält, ist als Ganzes mit 56 bezeichnet; sie kann aus irgend einem Material, vorzugsweise aus einem nichtmagnetischen sein, das geeignete mechanische Eigenschaften aufweist. Eine Stummelwelle 58 geht von der Konstruktion 56 aus (zweckmäßigerweise durch eine Öffnung im Magneten 46) und trägt ein Anemometer 60. Es ist wünschenswert, einen Schwimkörper 62 zu verwenden, der durch seinen Auftrieb in der magnetischen Flüssigkeit 64 dem Gewicht der Anordnung teilweise entgegenwirkt. Wie man sieht, umgeben die Wände des Behälters 66 (der einfach als Becher dargestellt ist) die Polflächen der Magnete 40, 42, 44, 45, 48, 50, 52 und 53 nahe genug, so daß eine kleine seitliche Verschiebung der Konstruktion (oder eine kleine Rotation um eine horizontale Achse) das Volumen der magnetischen Flüssigkeit zwischen den Polen mindestens einer der Magnete ändert und damit auch die vorhandene magnetische Energie des Systems. Diese Veränderung erzeugt eine Kraft, die die Verschiebung rückgängig machen will. Die Magnete 46 und 54 hemmen vertikale Verschiebungen ähnlich wie die Magnete 12 und 14 in dem Ausführungsbeispiel von Fig. 1. Daher neigt die ganze Anordnung dazu, zentriert und aufrecht im Becher 66 zu bleiben. Schon leichte Windstöße auf die Anemometeranordnung 60 können diese in leichte Drehung versetzen, da keine Haftreibungskräfte auftreten, die ein minimales Drehmoment erfordern, bevor die Anordnung rotieren kann. Das Anemometer ist natürlich nur ein zweckmäßiges Beispiel einer Vorrichtung, die durch die Anwendung der Erfindung verbessert werden kann.

Während diese Ausführungsbeispiele eine übliche und leicht herstellbare paramagnetische Lösung verwenden, kann irgend eine ferromagnetische Flüssigkeit, wenn sie homogen ist, ebenfalls verwendet werden. So kann auch eine kolloidale Suspension von feinverteilten ferromagnetischen Teilchen, wenn sie als ein Kolloid hinreichend stabil ist, so daß das Anlegen eines magnetischen Feldes keine Trennung oder Zusammenballung von den magnetischen Teilchen verursacht, als vorgeschriebene magnetische Flüssigkeit verwendet werden. Die Verwendung des Ausdrucks "magnetische Flüssigkeit" bedeutet also nur eine größere Permeabilität als die des Vakuums.

Viele Variationen der hier beschriebenen Ausführungsbeispiele, besonders ihrer Geometrie, sind möglich. Das grundsätzliche Kriterium, ob eine gegebene Geometrie zu einer stabilen Zentrierung führt, ist, daß die in der Vorrichtung gespeicherte magnetische Energie in der gewünschten Ausrichtung ein Maximum ist und daher durch jede Verschiebung reduziert wird.

Patentansprüche

909836/0495

Patentansprüche

1. Vorrichtung für die Zentrierung einer Quelle von magnetischer Energie entlang einer gegebenen Achse, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h Elemente (zum Beispiel 10,12) der Quelle, die symmetrisch angeordnet sind und sich normalerweise entlang der gegebenen Achse gegeneinander magnetisch ausbalancieren, durch eine magnetische Flüssigkeit (18) mit einer größeren Permeabilität als die von Vakuum für die Speicherung der Feldenergie der Elemente, wobei die gespeicherte Feldenergie für eine gegebene longitudinale (Gleichgewichts-)Anordnung der Quelle bezüglich der Achse maximal ist, und durch eine Vorrichtung für die Wiederherstellung der Gleichgewichtslage bei einer Veränderung der gespeicherten Energie im Gleichgewicht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e z e i c h n e t, d a ß die Quelle um die gegebene Achse frei drehbar ist und daß die Elemente eine Anzahl von Permanentstufeneisenmagneten (zum Beispiel 10,12 oder 40,42,48, 50 usw) sind, wobei jeder Magnet ein Paar magnetischer Pole hat, die entgegengesetzt zu irgend einem anderen symmetrisch angeordneten Magneten ausgerichtet sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h einen nichtmagnetischen Behälter (20), der die Elemente und die Flüssigkeit umschließt, so daß die Elemente in der Flüssigkeit eingebettet sind.

909836/0495

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückstellkraft eine nutzbare magnetische Kraft ist, die durch Änderung der magnetischen Gesamtenergie, die in der Flüssigkeit (18) gespeichert ist, erzeugt wird.

909836/0495

