

⑤

Int. Cl. 3:

F 16 C 32/04

⑩ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**



DE 30 28 454 A 1

⑪

Offenlegungsschrift 30 28 454

⑫

Aktenzeichen: P 30 28 454.9

⑬

Anmeldetag: 26. 7. 80

⑭

Offenlegungstag: 19. 2. 81

⑳

Unionspriorität:

㉒ ㉓ ㉔

30. 7. 79 V.St.v.Amerika 62197

⑤④

Bezeichnung: Ferroflüssigkeitslager

⑦①

Anmelder: Litton Systems, Inc., Beverly Hills, Calif. (V.St.A.)

⑦④

**Vertreter: Graf, H., Dipl.-Ing.; Wasmeier, A., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,
8400 Regensburg**

⑦②

Erfinder: Hoffman, George J., Malibu, Calif. (V.St.A.)

DE 30 28 454 A 1

Patentansprüche:

1. Ferroflüssigkeitslager, gekennzeichnet durch eine Lageranordnung (10) mit radial gerichteter, innerer Magnetisierung, einer ferromagnetischen Welle (12) innerhalb der Lageranordnung (10) und einer Ferroflüssigkeit (14) zwischen der Lageranordnung (10) und der Welle (12).
2. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageranordnung (10) die Form eines Kreiszylinders mit einer kreiszylindrischen Bohrung (20) besitzt.
3. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageranordnung (10) mit einer der Polschuhflächen auf der Außenfläche (16) des Zylinders und mit der anderen Polschuhfläche auf der Oberfläche der Bohrung (20) magnetisiert ist.
4. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageranordnung (10) aus einer Platin-Kobalt-Legierung hergestellt ist.
5. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageranordnung (10) aus einer Legierung aus seltenen Erden und Kobalt hergestellt ist.
6. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageranordnung (10) aus einer Samarium-Kobalt-Legierung hergestellt ist.
7. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageranordnung (10) in axialen Scheiben (10a-10h) hergestellt ist.
8. Ferroflüssigkeitslager nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager einen Permanentmagneten

mit ferromagnetischer Anordnung (10) mit einer die Anordnung durchsetzenden kreiszylindrischen Bohrung (12) mit Symmetrieachse aufweist, daß die Anordnung (10) in Umfangsrichtung der Bohrung (12) in eine Vielzahl von Umfangssegmenten (10a-10h) unterteilt ist, deren jedes eine innere Oberfläche besitzt, die ein Umfangssegment der zylindrischen Fläche der Bohrung (12) ist, und daß jedes Segment (10a-10h) mit einer inneren Magnetisierung in radialer Richtung relativ zu der Achse magnetisiert ist, damit die Umfangssegmente der Bohrung identisch gepolte magnetische Polflächen der Segmente werden.

9. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung (10) zwischen den Segmenten (10a-10h) in Ebenen unterteilt ist, die durch Radien und durch die Achse definiert sind.

10. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Oberfläche der Magnetanordnung (10) kreiszylindrisch ist.

11. Ferroflüssigkeitslager nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere und die innere Oberfläche konzentrisch um die Achse angeordnet sind und daß die innere Magnetisierung eines jeden Segmentes (10a-10h) radial zur Achse erfolgt, damit die inneren und äußeren zylindrischen Flächen der Anordnung (10) die Polstücke des Magnetes sind.

12. Verfahren zur Herstellung einer ferromagnetischen Anordnung mit einer kreiszylindrischen Bohrung, die eine innere Magnetisierung besitzt, die radial in bezug auf die Achse der Bohrung gerichtet ist, dadurch gekennzeichnet, daß axiale Scheiben der Anordnung hergestellt werden, daß jede Scheibe dadurch magnetisiert wird, daß sie in ein elektromagnetisches Feld gebracht wird, das senkrecht zu der Oberfläche des Teiles der Bohrung auf dieser Scheibe gerichtet ist, und daß die magnetischen Scheiben zu der Anordnung zusammengebaut werden.

13. Verfahren zur Magnetisierung einer kreiszylindrischen ferromagnetischen Anordnung mit einer kreiszylindrischen Bohrung, die etwa koaxial mit der Außenfläche der Anordnung verläuft und die eine Welle aufnehmen kann, dadurch gekennzeichnet, daß die Lageranordnung in Ebenen geschlitzt wird, die durch Radien und die Achse der Bohrung festgelegt sind, daß jede Scheibe dadurch magnetisiert wird, daß sie in ein elektromagnetisches Feld gebracht wird, das senkrecht zu der Oberfläche der Bohrung auf der Scheibe gerichtet ist, und daß die magnetischen Scheiben zu der Anordnung zusammengebaut werden.

Dipl.-Ing. A. Wasmeier

4

Dipl.-Ing. H. Graf

Zugelassen beim Europäischen Patentamt - Professional Representatives before the European Patent Office

Patentanwälte Postfach 382 8400 Regensburg 1

An das
Deutsche Patentamt

3 M ü n c h e n 2

D-8400 REGENSBURG 1

GREFLINGER STRASSE 7

Telefon (09 41) 5 47 53

Telegramm Begpatent Rgb.

Telex 6 5708 repat d

Ihr Zeichen
Your Ref.Ihre Nachricht
Your LetterUnser Zeichen
Our Ref.Tag
Date 25. Juli 1980 W/He

L/p 10.322

Anmelder: LITTON SYSTEMS, INC., 360 North Crescent Drive,
Beverly Hills, California 91324, U.S.A.

Titel: "Ferroflüssigkeitslager"

Erfinder: George J. Hoffman

Priorität: USA - Ser. No. 62.1⁹⁷~~79~~ vom 30. Juli 1979

130008/0818

25.7.1930 W/He

L/p 10.322

- 1 -
5"Ferroflüssigkeitslager"

In jüngerer Zeit wurden Lageranordnungen, z.B. nach den US-Paten 3.726.574, 3.746.407, 3.891.282 und 3.918.773 mit in sich geschlossenen Flüssigkeitsbädern verwendet (die vorgenannten Patentschriften gehen auf die Anmelderin zurück). Derartige in sich geschlossene Flüssigkeitslager geringer Reibung beruhen auf der Entwicklung magnetisch ansprechender, magnetisierbarer Flüssigkeiten, die von dem Erfinder, Dr. Ronald E. Rosenzweig als Ferroflüssigkeiten bezeichnet wurden. Ferroflüssigkeiten sind in Rosenzweig's "Progress in Ferrohydrodynamics", Industrial Research, Oktober 1970, Band 12, Nr. 10, Seiten 36 bis 40 beschrieben. Eine Ferroflüssigkeit ist nach dieser Definition eine Dispersion von kolloidalen magnetischen Partikeln in einem flüssigen Träger. Diese Partikel haben die Tendenz, sich mit angelegten magnetischen Feldern selbst auszurichten. Aus der Beschreibung von Ferroflüssigkeiten ergibt sich, daß solche Ferrofluide nicht notwendigerweise Eisen oder eisenartiges Metall enthalten. Es ist für eine Flüssigkeit, die als Ferroflüssigkeit bezeichnet werden kann, nur erforderlich, daß die Flüssigkeit magnetisierbar oder durch magnetische Felder beeinflussbar ist. Der Ausdruck "magnetische Flüssigkeit" wird hierbei abwechselnd mit dem Ausdruck "Ferroflüssigkeit" verwendet.

Die in den oben genannten Patentschriften beschriebenen Lager konzentrieren jeweils das magnetische Feld auf bestimmten axialen Positionen längs der Welle, um eine Abdichtung für die Ferroflüssigkeit zu erzielen. Vorzugsweise werden Schaufeln oder dergl. verwendet, um die Ferroflüssigkeit auf der Lagerfläche zu verteilen, damit eine ausreichende Flüssigkeitsdicke zum Abstützen oder Schmieren des Lagers aufrechterhalten wird.

Die Anmelderin hat eine US-Patentanmeldung Nr. 34.519 vom 30. April 1979 betreffend eine "Seal for a Fluid Bearing" (Abdichtung für ein Fluidlager) von Rena Fersht, et al eingereicht. Das in dieser Patentanmeldung dargestellte und beschriebene

130008/0818

Lager konzentriert das Magnetfeld an den Abdichtstellen, der Aufbau kann jedoch modifiziert werden.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, ein neues Ferrofluidlager anzugeben. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung eines Hohlzylindermagneten anzugeben, der seine Polflächen auf den inneren und äußeren Oberflächen besitzt.

Gemäß der Erfindung ist ein Ferroflüssigkeitslager gekennzeichnet durch eine Lageranordnung mit radial gerichteter, innerer Magnetisierung, einer ferromagnetischen Welle innerhalb der Lageranordnung und einer Ferroflüssigkeit zwischen der Lageranordnung und der Welle.

Das Ferroflüssigkeitslager nach der Erfindung verwendet eine magnetische Hülse als Lager für eine Welle. Die magnetische Hülse ist ein Permanentmagnet, der ein magnetisches Feld sowohl mit radialen als mit axialen Komponenten zwischen Lager und Welle erzeugt. Die axialen Komponenten sind nach innen gegen die Mitte des Lagers gerichtet, und die Ferroflüssigkeit wird innerhalb des Lagers gehalten. Die gegenüberliegenden Flächen der Welle und des Lagers können mit Konturen versehen oder glatt ausgebildet sein.

Um die gewünschte Magnetfeldkonfiguration zu erzielen, wird die Lagerhülse mit den Polflächen auf den äußeren und inneren Oberflächen der Hülse magnetisiert, anstatt wie üblich die Pole an den Enden des Zylinders anzuordnen. Die innere Magnetisierung der Hülse ist radial gerichtet.

Zur Erzeugung einer zylindrischen Hülse mit einem hochintensiven magnetischen Feld in einem kleinen Volumen und mit den Polseiten auf den äußeren und inneren Oberflächen kann die Hülse aus einer Platin-Kobalt-Legierung oder aus Legierungen mit seltenen Erden und Kobalt, z.B. Samarium-Kobalt-Legierungen hergestellt sein. Andere Permanentmagnetmaterialien können jedoch bei wesentlich niedrigeren Flußfeldern ebenfalls verwendet werden.

25.7.1980 W/He

- 6 -
7

L/p 10.332

Die Hülse wird entweder in axialen Scheiben hergestellt oder wird in axiale Scheiben geschnitten. Die Scheiben werden jeweils dadurch magnetisiert, daß sie in ein elektromagnetisches Feld gesetzt werden, das so gepolt ist, daß es Permanentmagnetpolpositionen auf der äußeren und inneren Oberfläche der Scheiben induziert. Die Scheiben werden dann zu einer zylindrischen Hülse zusammengesetzt.

Die Welle kann entweder ferromagnetisch oder nichtferromagnetisch sein. Bei einer speziellen Ausführungsform der Erfindung kann die Welle einen dünnen Belag aus ferromagnetischem Material auf der äußeren Oberfläche aufweisen. Wenn die Welle aus ferromagnetischem Material besteht, wird die Arbeitsweise durch Erhöhen der Magnetfeldintensität innerhalb des Bereiches zwischen Welle und Lager verstärkt.

Nachstehend wird die Erfindung in Verbindung mit der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Lagers und einer Welle nach der Erfindung,
 Fig. 2 eine Aufsicht auf die Anordnung nach Fig. 1,
 Fig. 3 eine Schnittansicht längs der Linie 3-3 der Fig. 2, wobei das Magnetfeld des zylindrischen Magneten schematisch dargestellt ist, und
 Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Elektromagneten, der eine axiale Scheibe einer zylindrischen Hülse magnetisiert, um Polflächen auf der inneren und äußeren Oberfläche eines zusammengebauten Zylinders zu erzeugen.

Das Ferroflüssigkeitslager nach der Erfindung verwendet eine Permanentlageranordnung 10, die vorzugsweise kreiszylindrische Gestalt besitzt. Die Anordnung ist jedoch nicht auf die Kreisform beschränkt. Die Anordnung 10 ist als Kreiszyylinder mit einer koaxialen kreiszylindrischen Bohrung für eine Welle 12 und eine Ferroflüssigkeit 14 dazwischen aufnehmenden Raumes vorgesehen. Die Ferroflüssigkeit 14 dient als Schmiermittel zwischen

138008/0818

der Welle 12 und der Oberfläche 18 der Bohrung 20.

Das Lager 10 und die Welle 12 können relativ zueinander umlaufen, es ist jedoch nicht entscheidend, welcher der beiden Teile rotiert; es ist auch möglich, daß beide Teile umlaufen.

Das Lager 10 wird mit einer Polaritätskonfiguration magnetisiert, bei der die Polschuhflächen auf der äußeren Oberfläche 16 und der inneren Oberfläche 18 vorgesehen sind. Eine derartige Polaritätskonfiguration erzeugt ein Magnetfeld mit radialen und axialen Komponenten innerhalb der Ferroflüssigkeit 14, und die axialen Komponenten sind gegen die Mitte der Lagerbohrung 20 gerichtet. Das Magnetfeld ist in Fig. 3 mit 24 angezeigt. Das Magnetfeld hält die Ferroflüssigkeit 14 innerhalb der Bohrung 20.

Die Welle 12 kann, muß aber nicht, aus ferromagnetischen Material bestehen, das die Magnetfeldintensität in der Ferroflüssigkeit 14 verstärkt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung besteht nur die Oberfläche der Welle aus ferromagnetischem Material bzw. ist mit ferromagnetischem Material überzogen.

Die stärkste Lagerabstützung tritt in der Nähe der Enden der Bohrung 20 auf. Um einen Leistungsverlust aufgrund einer viskosen Dämpfung zu verringern, kann der Durchmesser der Welle 12 in der Nähe der Mitte der Bohrung 20 im Bereich 22 verringert werden.

Um das zylindrische Bauteil 10 zu magnetisieren, ist das Bauteil 10 in axialer Richtung in Scheiben 10a bis 10h unterteilt und wird zum Magnetisieren auseinandergenommen. Andererseits können die Scheiben 10a bis 10h in der Form nach Fig. 4 hergestellt sein. Beispielsweise können die Scheiben gegossen oder geschmiedet oder aber nach einer Technik der Pulvermetallurgie hergestellt sein. Nachdem die Scheiben 10a bis 10h magnetisiert worden sind, werden sie zu dem in den Figuren 1 und 2 gezeigten Zylinder zusammengebaut.

130008/0818

Um die Scheiben zu magnetisieren, werden sie in das Feld eines Elektromagneten eingebracht, der einen Formantmagnetismus in die Scheibe 10a induziert, wobei die Polschuhflächen auf den inneren und äußeren Oberflächen 28, 29 vorgesehen sind. Der Elektromagnet 30 ist mit einer Spulenwindung dargestellt, er kann jedoch viele Windungen enthalten, um die gewünschte Feldintensität zu erzeugen. Der Elektromagnet 30 wird beispielsweise aus einer Gleichstromquelle 32 erregt.

Das Lager nach der Erfindung ist, da eine radial gerichtete innere Magnetisierung erfolgt, ein vereinfachtes Lager, das die Ferroflüssigkeit einwandfrei begrenzt, ohne daß die Flüssigkeit austreten kann.

- 18 -

Leerseite

-11-
3028454

Nummer: 30 28 454
Int. Cl.²: F 16 C 32/04
Anmeldetag: 26. Juli 1980
Offenlegungstag: 19. Februar 1981

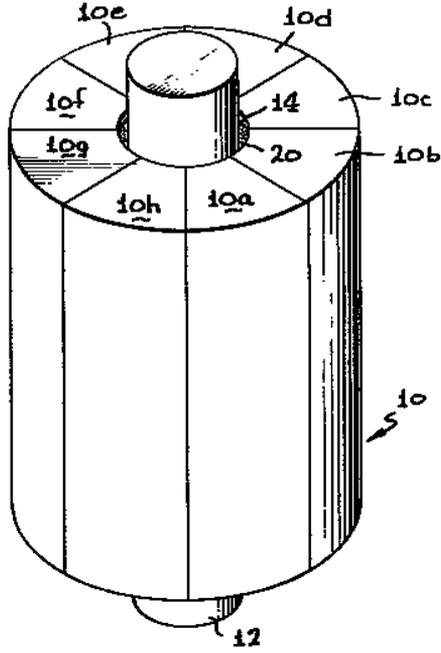


FIG. 1

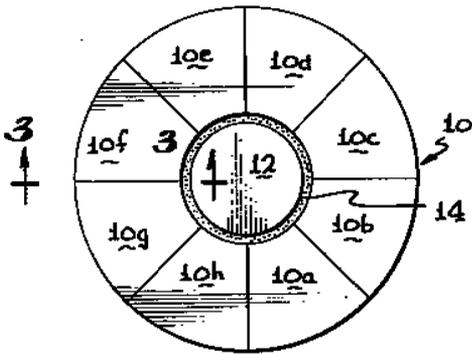
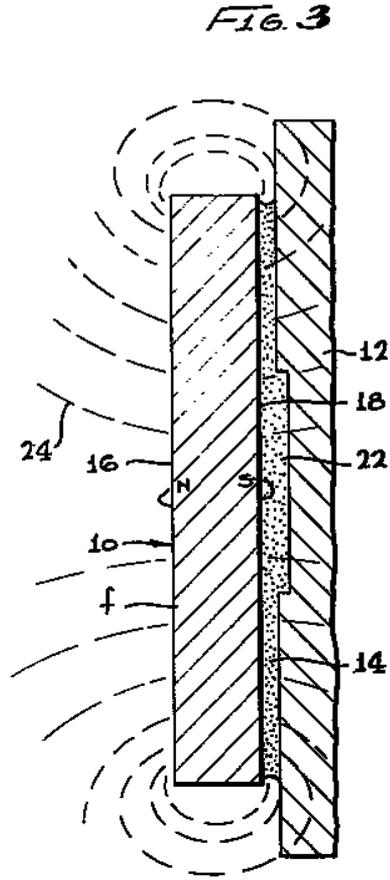
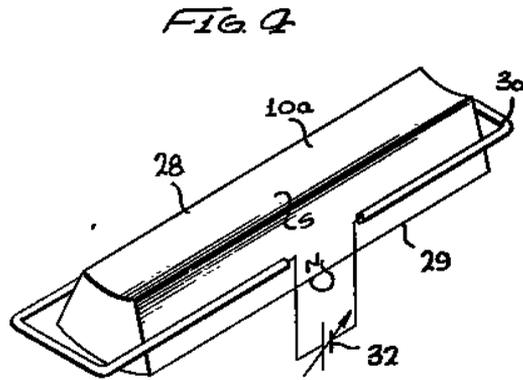


FIG. 2



130008/0818