

10 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
11 **DE 29 31 560 A 1**

51 Int. Cl. 3:
F 16 C 32/04

21 Aktenzeichen: P 29 31 560.4-51
22 Anmeldetag: 3. 8. 79
23 Offenlegungstag: 26. 3. 81

Handwritten stamp: Patentamt

71 Anmelder:
Mirahmadi, Amin, Dipl.-Ing.; Wagner, Friedrich Ernst,
Dr.-Ing., 1000 Berlin, DE

72 Erfinder:
gleich Anmelder

DE 29 31 560 A 1

3 **Magnetlager mit fluidem Kompensator**

Patentansprüche

- Oberbegriff : 1 Magnetlager mit fluidem Kompensator
- Kennzeichnender Teil : 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Welle des Lagers radial mit Hilfe von Magneten und axial mit Hilfe eines fluiden Lagers gefesselt wird.
dadurch gekennzeichnet, daß das axiale Richtvermögen der Magnetanordnung mit Hilfe des axialen Richtvermögens des fluiden Lagers kompensiert wird.
- 3 dadurch gekennzeichnet, daß durch Verkleinern des Spaltes, das Richtvermögen des fluiden Axiallagers wesentlich vergrößert werden kann, so daß die Abmessungen des fluiden Axiallagers reduziert werden können.

Dipl.-Ing. Amin Mirahmadi
 Keithstraße 36 - 1 Berlin 30
 Dr.-Ing. Friedrich Ernst Wagner
 Forstweg 64 - 1 Berlin 28

- Titel** : Magnetlager mit fluidem Kompensator
- Anwendungsgebiet** : Das Magnetlager mit fluidem Kompensator wird zur verschleißfreien und statisch reibungsfreien Lagerung von vertikal stehenden Wellen eingesetzt.
- Zweck** : Die Erfindung soll Verschleiß, der bei berührenden Lagern auftritt, verhindern.
- Stand der Technik mit Fundstellen** : Sehr oft steht der Ingenieur vor der Aufgabe, Lager zu entwickeln und einzusetzen, die sich durch hohe Lebensdauer und geringes Reibmoment auszeichnen. Diese Aufgabe wird durch permanentmagnetische Entlastung des Lagers weitgehend gelöst (Schneider, A., Tschappu, F., Landis & Gyr-Mitteilungen 20(1973)6-10). Magnetisch entlastete Systeme bedürfen jedoch einer Stabilisierung in mindestens einem ihrer Freiheitsgrade (Braunbek, W., Z.Phys. 112(1939)753-769). Dies geschieht bisher dadurch, daß der instabile Freiheitsgrad des magnetostatischen Systems mechanisch, beispielsweise durch ein Halslager oder ein Steinlager, gefesselt wird.
- Kritik des Standes der Technik** : Die notwendige ständige Berührung zwischen Welle und feststehendem Lagerteil hat reibungsbedingten Verschleiß zur Folge. Hierdurch wird die Lebensdauer des magnetisch entlasteten Lagers begrenzt.
- Aufgabe** : Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Fesselung des Magnetlagers so zu gestalten, daß kein Verschleiß und keine statische Reibung auftritt.
- Lösung** : Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Fesselung des instabilen Freiheitsgrades eines magnetostatischen Systems ein fluides Axiallager verwendet wird. Dieses wird durch das folgende beschrieben.

Weitere Ausgestal-

tung der Erfindung : Ein zylindrischer Behälter, dessen Innendurchmesser D sei, enthält eine Flüssigkeit. In die Flüssigkeit taucht ein zweiter zylindrischer Behälter, dessen Außendurchmesser d sei, ein (Bild 1).

F a l l 1 : Wenn das Verhältnis der beiden Durchmesser zueinander sehr viel größer als eins ist, $(D/d) \gg 1$, erhöht sich der Flüssigkeitsspiegel kaum. Der entstehende Auftrieb ΔF ist

$$\Delta F = \gamma \Delta V \quad (1)$$

Hierin ist γ die Wichte der Flüssigkeit und ΔV das verdrängte Volumen. Dieses ist gleich dem Produkt aus Zylinder-Stirnfläche $A = \pi d^2/4$ und Verschiebung Δx des eintauchenden Zylinders, so daß man für den Auftrieb

$$\Delta F = \gamma \pi d^2 \Delta x / 4 \quad (2)$$

erhält. Hieraus ergibt sich das axiale Richtvermögen C_1

$$\Delta F / \Delta x = C_1 = \gamma \pi d^2 / 4 \quad (3)$$

F a l l 2 : Wenn das Verhältnis der beiden Durchmesser zueinander ungefähr gleich eins ist,

$(D/d) \approx 1$, erhöht sich der Flüssigkeitsspiegel bei gleicher Verschiebung des eintauchenden Zylinders um Δx wesentlich. Es ergibt sich das Richtvermögen C_2

$$C_2 = \Delta F / \Delta x \approx \gamma \pi d^3 / 16s \quad (4)$$

Die Spaltweite s beträgt

$$s = (D - d) / 2 \quad (5)$$

Der Vergleich zwischen (3) und (4) zeigt, daß bei gleichem Durchmesser D durch Beeinflussen der Spaltweite s im zweiten Fall ein wesentlich größeres Richtvermögen erzielt werden kann als im ersten. Die hierdurch gewonnene Vergrößerung des Richtvermögens beträgt

$$C_2 / C_1 = d / 4s \quad (6)$$

Die Anordnung stellt einen proportional wirkenden Kompensator dar, dem wegen der Flüssigkeitsreibung ein dämpfender Anteil überlagert ist. Sie ist zur berührungsfreien Fesselung der labilen Achse eines magnetischen Radiallagers geeignet.

- Erzielbare Vorteile : Die durch die Erfindung erzielten Vorteile sind
- a) Wegfall der statischen Reibung
 - b) Verschleißfreiheit
 - c) hohe Lebensdauer
- Beschreibung einer Ausführung : Mit Hilfe des fluiden Axiallagers wird ein negatives Rückstellvermögen erzeugt, das zur Kompensation des positiven axialen Rückstellvermögens C_a eines magnetischen Radiallagers verwendet wird.
- Das statische Lager (Bild 2) besteht aus einem feststehenden und einem beweglichen Teil. Zum feststehenden Teil gehören der mit Flüssigkeit gefüllte zylindrische Behälter (A) sowie der Ringmagnet (C) des Unterlagers und der Ringmagnet (F) des Oberlagers. Der bewegliche Teil besteht aus dem Zylinder (B), in dessen Achse (E) der Stabmagnet (D) des Unterlagers (C,D) und der Stabmagnet (G) des Oberlagers (F,G) integriert ist. (A) und (B) bilden gemeinsam die fluide Feder. Die axial magnetisierten Magnetpaare (C,D) und (F,G) bilden magnetische Lager, die der berührungsfreien radialen Fesselung der Achse (E) einschließlich des Zylinders (B) dienen. Die Achse wird selbsttätig zentriert. Die fluide Feder hat die Aufgabe, für ein negatives kompensierendes axiales Richtvermögen C_k zu sorgen. Aus der Forderung $|C_k| > |C_a|$ ergibt sich die Vorschrift zur Dimensionierung der fluiden Feder.
- Das statische Lager mit fluider Feder wurde im Labor zur Lagerung des Läufers eines Elektrizitätszählers eingesetzt. Die Untersuchung der Anordnung hat ergeben, daß mit Hilfe der fluiden Feder ein magnetisches Radiallager in seiner Achse problemlos stabilisiert werden kann. Bei sprungförmiger axialer Krafteinwirkung auf die Lagerachse schwingt diese stark gedämpft in den Ruhezustand ein. Das Lager ist absolut verschleißfrei. Wegen seiner hohen Tragfähigkeit, der dynamischen Dämpfungseigenschaft und der Verschleißfreiheit ist es zur schwingungsfreien Abstützung schwerer Massen geeignet.

-5-
Leerseite

Nummer: 29 31 560
Int. Cl.³: F 16 C 32/04
Anmeldetag: 3. August 1979
Offenlegungstag: 26. März 1981

- 7 -

2931560

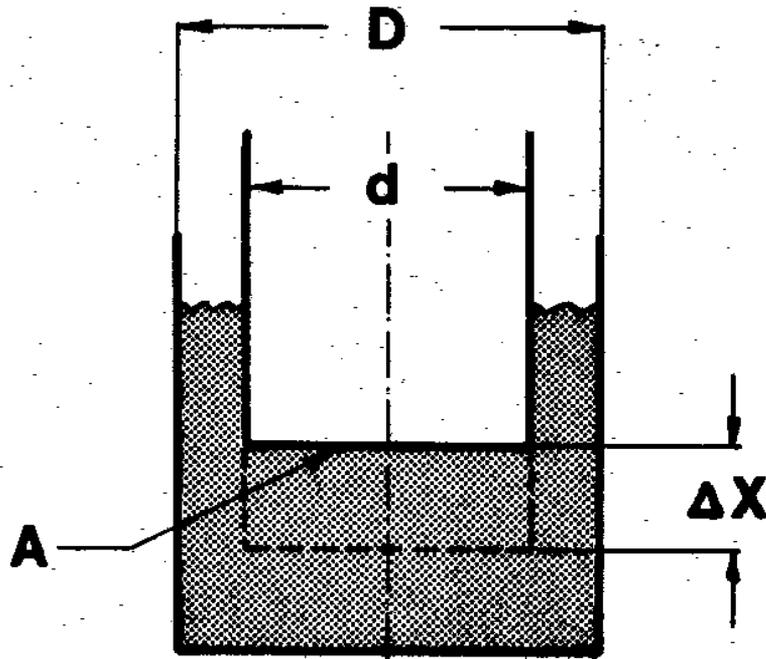


Bild 1

130013/0047

ORIGINAL UNREPRODUCED

-6-

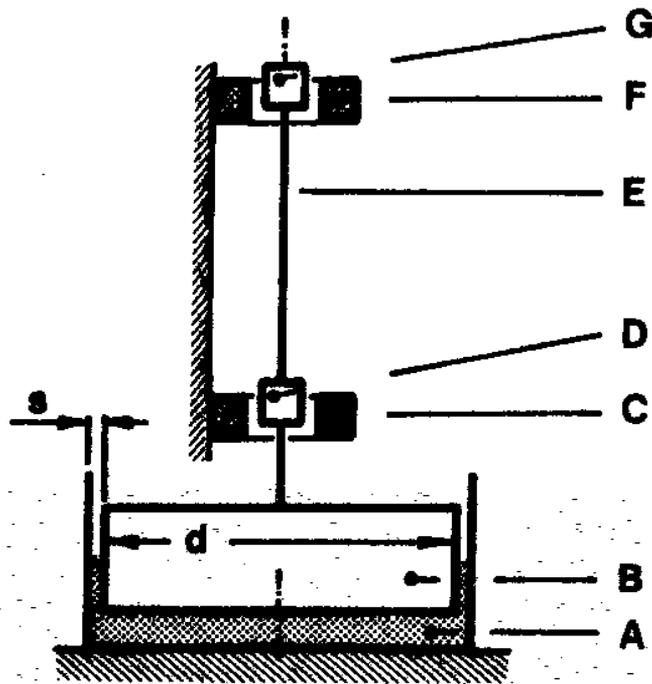


Bild 2