



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 42 27 013 A 1**

61 Int. Cl.⁵:
F 16 C 32/04
H 02 K 7/09

21 Aktenzeichen: P 42 27 013.8
22 Anmeldetag: 14. 8. 92
43 Offenlegungstag: 17. 2. 94

DE 42 27 013 A 1

71 Anmelder:
Budig, Peter-Klaus, Prof. Dr.sc.techn., O-9043
Chemnitz, DE; Timmel, Heinz, Dr.sc.techn., O-9071
Chemnitz, DE; Werner, Ralf, Dr.-Ing., 09117
Chemnitz, DE

74 Vertreter:
Schneider, M., Pat.-Anw., 09111 Chemnitz

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

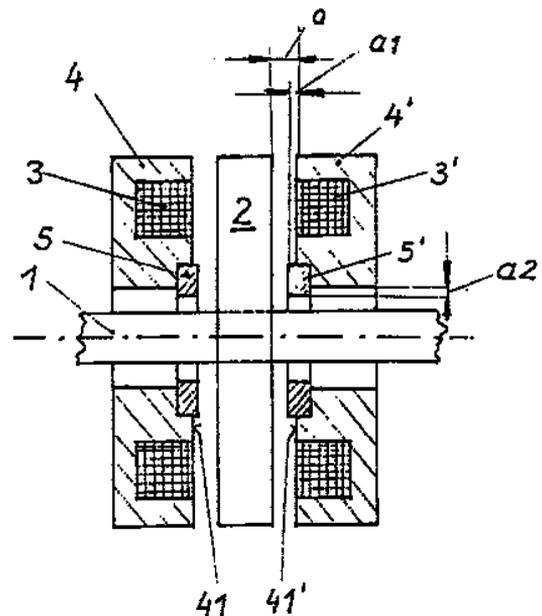
- DE 25 37 367 C3
- DE 26 44 380 A1
- DE 26 44 380 A1
- DE-OS 23 20 517
- EP 03 64 993 A2
- SU 15 69 932 A1
- SU 14 49 725 A1

PIETRUSZKA, W.D.;
WAGNER, N.: Aktive Beeinflussung des

Schwingungsverhaltens eines magnetisch gelagerten Rotors. In: VDI-Berichte Nr.456, 1982, S.129-137;
MUFF, Bernhard: Aktive Magnetlager in der Praxis. In: Technische Rundschau 34/88, S.38-43;
DESTOMBES, Yves: Steife Renner - Aktive Magnetlager in spanenden Werkzeugmaschinen ermöglichen hohe Drehzahlen. In: Maschinenmarkt Würzburg 91, 1986, 38, S.76-80;
RUSS, August: Anwendungsbezogene Kriterien für die Auswahl wartungsfreier Gleitlager. In: Maschinenmarkt Würzburg, 83, 1977, 71, S.1370-1373;
HENTSCHEL, G.: Hochbelastbare Trockengleitlager. In: Sonderdruck aus »Antriebstechnik« H.10/1976, S.2-8;
Prospekt: Broschüre für den Konstrukteur - Trockenlager und Trockenlagerwerkstoffe, Karl Schmidt GmbH 7107 Neckarsulm, S.2-5;
Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie, 4. Aufl., Bd.16, Verlag Chemie, Weinheim, New York 1978;
KRETSCHMAR, H.: Metallverklebungen im Maschinenbau. In: Plaste und Kautschuk, 3.Jg., H.6, 1966, S.127-129;

54 Aktives magnetisches Axiallager für Rotoren mit Notlauflager

57 Ein aktives magnetisches Axiallager für Rotoren mit Notlauflager für den Fall des Stromausfalles, bestehend aus einer, mit dem Rotor fest verbundenen Ankerscheibe aus einem Eisenwerkstoff, aus beiderseits der Ankerscheibe ortsfest angeordnetem Joch mit Polschuhen, die im Abstand des Luftspaltes zu den Stirnseiten der Ankerscheibe gerichtete Polflächen besitzen und die jeweils mindestens eine Magnetspule tragen, soll zum Zwecke der Sicherung ausreichender Notlaufeigenschaften bei geringstem Wartungsaufwand und höchster Laufruhe umgestaltet werden.
Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß die Polflächen mit konzentrisch zur Rotorachse sich axial erstreckenden Ringnuten versehen sind, daß in die Ringnuten formschlüssig Lagerringe eingefügt sind, die antimagnetisch sind, die gute Notlaufeigenschaften besitzen und die die Polfläche in Richtung der Ankerscheibe um die Größe des Mindestluftspaltes überragen.



DE 42 27 013 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die Erfindung betrifft ein aktives magnetisches Axiallager für Rotoren mit Notlauflager für den Fall des Stromausfalles, bestehend aus einer, mit dem Rotor fest verbundenen Ankerscheibe aus einem Eisenwerkstoff, aus beiderseits der Ankerscheibe ortsfest angeordnetem Joch mit Polschuhen, die im Abstand des Luftspaltes zu den Stirnseiten der Ankerscheibe gerichtete Polflächen besitzen und die jeweils mindestens eine Magnetspule tragen.

Durch das EP 364 993 ist ein derartiges Lager bekannt geworden. Für die axiale Positionierung des Rotors im Falle des Stromausfalles sind dort mit Spiel eingebaute radiale Wälzlager vorgesehen, die in Grenzen auch eine axiale Führung des Rotors bei Stromausfall ermöglichen sollen.

Die Praxis hat jedoch gezeigt daß das axiale Spiel derartiger Wälzlager, die außerdem mit zusätzlichem Spiel eingebaut werden müssen, größer ist als der Luftspalt des axialen Magnetlagers.

Aus diesem Grund gleitet die Ankerscheibe je nach axialer Belastungsrichtung und Größe bei Stromausfall an einer der Polflächen der Joche.

Begründet dadurch, daß die Werkstoffe der Magnetpole in der Regel keine oder sehr schlechte Notlauf Eigenschaften besitzen, führt eine Berührung dieser Polschuhe mit der Ankerscheibe auch dann zu Zerstörungen der Polflächen und damit zur Zerstörung des gesamten magnetischen Lagers, wenn keine definierbare äußere Kraft in axialer Richtung am Rotor angreift.

Zur Vermeidung derartiger Nachteile liegt es nahe, zusätzliche — mit Spiel behaftete — Axiallager in Wälzlagerausführung am Rotor vorzusehen. Derartige zusätzliche Lager können in der Regel nicht nahe an den Magnetlagern angeordnet werden.

Oftmals ist ihre Anordnung am entgegengesetzten Ende der Rotorwelle die einzige, sich bietende Möglichkeit. Auf diese Weise vergrößert sich zusätzlich die Lagerlänge für den Rotor und das gegenseitige Justieren dem magnetischen Axiallagers mit dem axialen Notlauflager wird äußerst problematisch.

Hinzu kommt, daß die im Ruhezustand vorgenommene Justierung der beiden einander ergänzenden Lager durch Erwärmungen im Betriebszustand ganz oder teilweise zunichte gemacht wird. Die unkontrollierbare Längenausdehnung des Rotors führt entweder dazu, daß das Notlauflager im Betriebszustand mit wirksam ist und dadurch die Schwingungen des Rotors direkt auf das Gestell übertragen werden.

Der mit dem Magnetlager angestrebte Effekt wird dadurch zunichte gemacht.

Andererseits führen derartige Längenänderungen dazu, daß der Luftspalt in dem Magnetlager beim Auftreten axialer Belastungen im Falle eines Stromausfalles überwunden wird und die Ankerscheibe — wie bereits eingangs beschrieben — an der Polfläche schleift und diese zerstört.

Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Laufruhe bei gleichzeitiger Verhinderung von Zerstörungen am Magnetlager bei Stromausfall.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein axiales Notlauflager vorzuschlagen, das im Bereich des magnetischen Axiallagers positioniert werden kann und eine nachteilige, gegenseitige Beeinflussung der beiden Lager ausgeschlossen wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch die im Anspruch 1 dargestellten Elemente gelöst. Die Integra-

tion des Notlauflagers in das magnetische Axiallager durch den Einsatz von Lagerringen in die Polflächen gestattet einerseits eine ständige und präzise Erhaltung des Luftspaltes des Magnetlagers. Zum Anderen gestattet es auch die problemlose Wärmeabführung über die Ankerscheibe nach außen im Havariefall.

Durch die nahezu auf Null reduzierten Abstände zwischen Magnetlager und Notlauflager entfällt das aufwendige Justieren.

Längenausdehnungen am Rotor durch Temperaturerhöhungen können sich auf die gegenseitige Positionierung der Lager nicht mehr auswirken.

In die Polschuhe eingeklebte Lagerringe aus einer Messinglegierung gestatten eine optimale Arbeitsweise beider Lager unter allen Bedingungen.

Eine kombinierte Lagerfunktion — in axialer und radialer Richtung läßt sich durch eine Gestaltung nach Anspruch 4 erreichen.

Bei Rotoren geringer Masse erfüllen derartige Lager auch die Funktion radialer Notlauflager.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen,

Fig. 1 eine schematische Lageranordnung eines Lüfters im Längsschnitt und

Fig. 2 einen Schnitt durch das magnetische Axiallager mit Notlauf Funktion in einem vergrößerten Maßstab.

Die Erfindung soll an einem Lüfter erläutert werden, dessen Welle 1 direkt durch einen Elektromotor angetrieben wird. Das Lüfterrad 11 des Lüfters ist am äußeren Ende der Welle 1 drehstarr befestigt. Ihm unmittelbar benachbart ist ein erstes radiales Magnetlager 6. Ihm folgt jenseits des Läufers 12 das zweite radiale Magnetlager. Beiden magnetischen Radiallagern sind unmittelbar benachbart radiale Notlauflager 61, 61' — ausgebildet als Kugellager — zugeordnet. Die Kugellager sitzen mit ihrem Innenring fest auf der Welle. Ihr Außenring ist mit Spiel im Gestell geführt. Außerhalb des Gehäuses 7 sind in einem separaten Gehäuse 7' die magnetischen Axiallager positioniert.

Zwischen den beiden radialen Notlauflagern 61, 61' sind im Gehäuse 7 die Pole 71 des Stators mit ihren Wicklungen 72 gelagert.

Das axiale Magnetlager ist schematisch in der Fig. 2 in einer vergrößerten, nicht maßstabgerechten Form dargestellt.

Beiderseits der Ankerscheibe 2, die fest mit der Welle verbunden ist, sind im axialen Abstand des mittleren Luftspaltes a beiderseits die Joche 4, 4' der axialen Magnetlager gestellfest angeordnet.

Diese Joche 4, 4', tragen zur Erzeugung der notwendigen Lagerkräfte Magnetpulven 3, 3' die, wenn sie von einem Strom durchflossen werden, ein Magnetfeld zwischen den jeweils zwei inneren Polflächen 41, 41' aufbauen.

Die Ankerscheibe 2 wird bei gleichmäßiger Durchflußung beider Magnetpulven 3, 3' etwa mittig zwischen den Polflächen 41, 41' gehalten. In dieser Position heben sich die Magnetkräfte beider Joche 4, 4' auf.

Bei Stromausfall wird die Welle und damit die Ankerscheibe, je nach der Anordnung und Form der Lüfterflügel in Bezug auf deren Drehrichtung, oder unkontrolliert durch irgendwelche Schwingungen axial belastet.

Die Ankerscheibe 2 legt sich an eine der beiden Polflächen 41, 41' an.

Die Zentrierung in axialer Richtung, durch eines der radialen Notlauflager 61, 61', reicht nicht aus, um die Ankerscheibe 2 von den Polflächen 41, 41' eines der

Joche 4, 4' fernzuhalten.

Zu diesem Zweck ist in einer der Polflächen 41, 41' beider Joche 4, 4' in eine passende, sich in axialer Richtung erstreckende Ringnut ein Lagerring 5, 5' eingefügt.

Dieser Lagerring 5, 5' ist auf diese Weise formschlüssig in der Polfläche 41, 41' gehalten und überragt diese in Dichtung der Ankerscheibe 2 um die Größe des minimal zu erhaltenden Luftspaltes a1.

Dieser Lagerring 5, 5', der nur sehr schmal ausgebildet ist, besteht aus antimagnetischem Material, das gute Notlaufeigenschaften besitzt. Vorzugsweise wird für diese Lagerringe 5, 5, eine Bronzelegierung verwendet. Nicht auszuschließen sind dafür aber auch synthetische Lagerwerkstoffe, die geringe Reibwerte besitzen, antimagnetisch sind und die entstehende Reibungswerte gut abführen.

Bei Stromausfall legt sich die Ankerscheibe 2 an einen der Lagerringe 5, 5. Die bei der Gleitreibung entstehende Reibungswärme wird durch die Ankerscheibe 2 aufgenommen und an die diese umgebende Luft abgeführt.

Für den Zeitraum bis zum Stillsetzen der Welle 1 nach erfolgtem Stromausfall reicht diese Form der Lagerung und Wärmeableitung vollständig aus.

Zur Sicherung eines kontrollierten Magnetflusses an beiden Jochen 4, 4' ist es zweckmäßig, die Polflächen 41, 41' beider Polschuhe, die um Luftspaltbreite a von der Ankerscheibe entfernt sind, trotz Anordnung des Lagerringes 5, 5' in einem angemessenen Verhältnis zueinander auszubilden.

Es ist daher zweckmäßig, den Polschuh, in dem der Lagerring eingefügt ist, um einen bestimmten Betrag zu vergrößern.

Bei Rotoren mit relativ kleinen Massen können diese Lagerringe 5, 5' — zumindest auf einer Seite — auch die Notlauflager in radialer Richtung bilden.

Sie überragen zu diesem Zweck die Polflächen der Radiallager um die Größe des minimalen Luftspaltes a2 dieser radialen Magnetlager 6, 6' und stützen damit die Welle 1 bei Stromausfall auch in radialer Richtung ab.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

1 Welle (Rotor)	
11 Propeller	
12 Läufer	45
2 Ankerscheibe	
3, 3' Wicklung	
4, 4' Joch	
41, 41' Polfläche	
5, 5' Lagerring	50
6, 6' Magnetlager, radial	
61, 61' Notlauflager	
7 Gehäuse	
71 Pol, Stator	
72 Wicklung	55

Patentansprüche

1. Aktives, magnetisches Axiallager für Rotoren mit Notlauflager für den Fall des Stromausfalles, bestehend aus einer, mit dem Rotor fest verbundenen Ankerscheibe aus einem Eisenwerkstoff, aus beiderseits der Ankerscheibe ortsfest angeordnetem Joch mit Polschuhen, die im Abstand des Luftspaltes zu den Stirnseiten der Ankerscheibe gerichtete Polflächen besitzen und die jeweils mindestens eine Magnetspule tragen, dadurch gekennzeichnet,

daß die Polflächen (41, 41') mit konzentrisch zur Rotorachse, sich axial erstreckenden Ringnuten versehen sind,

daß in die Ringnuten formschlüssig Lagerringe (5, 5') eingefügt sind,

— die antimagnetisch sind,

— die gute Notlaufeigenschaften besitzen und

— die die Polfläche (41, 41') in Richtung der Ankerscheibe (2) um die Größe des Mindestluftspaltes (a1) überragen.

2. Aktives magnetisches Axiallager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerringe (5, 5') aus einer Messinglegierung bestehen.

3. Aktives magnetisches Axiallager nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagerringe (5, 5') in die Polschuhe eingeklebt sind.

4. Aktives magnetisches Axiallager nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß Ringnut innen offen ist und die Lagerringe (5, 5') den Polschuh zur Welle (1) des Rotors hin um die Mindestluftspaltbreite (a2) des magnetischen Radiallagers (6, 6') überragen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

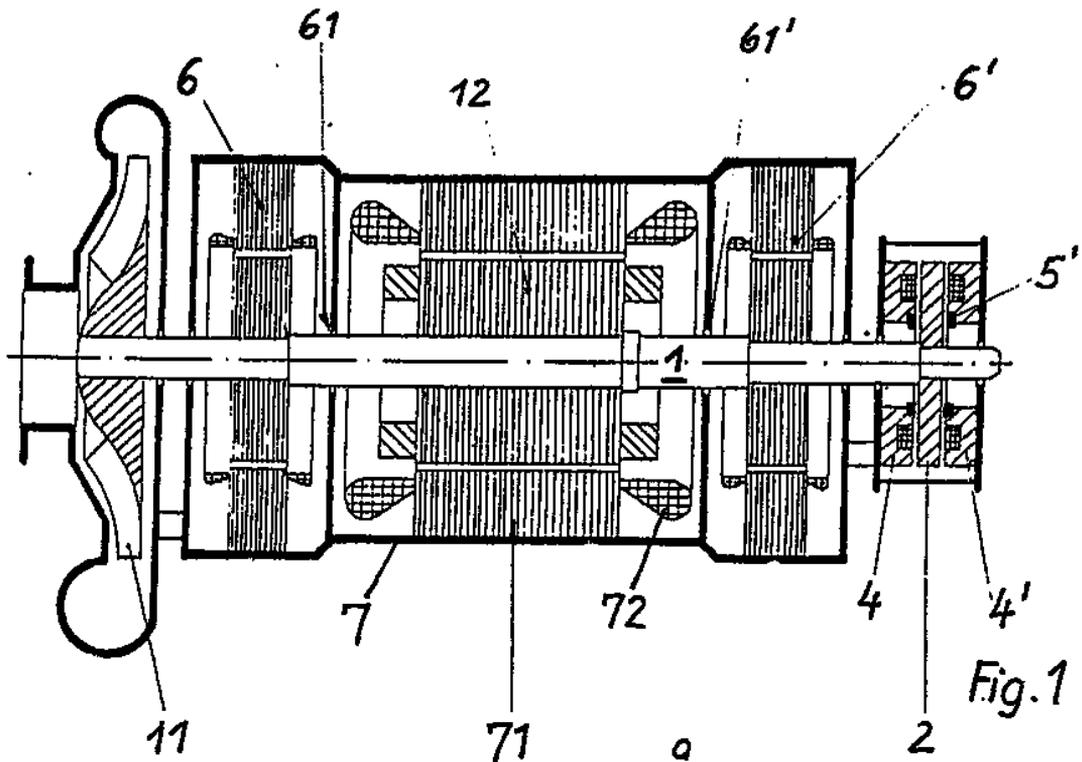


Fig. 1

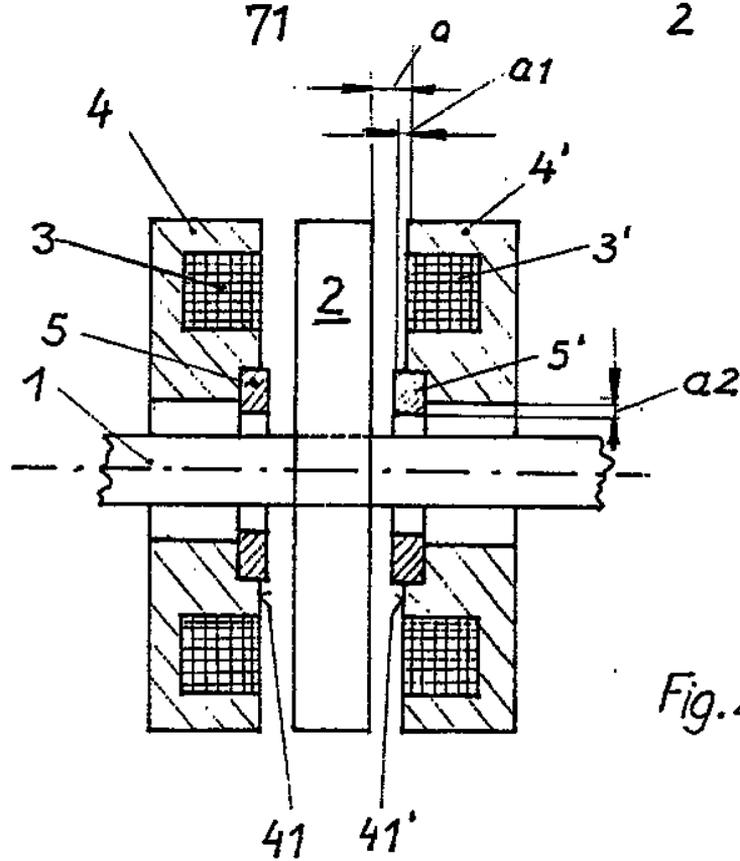


Fig. 2

X