



18 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Gebrauchsmusterschrift**
10 **DE 299 23 199 U 1**

51 Int. Cl. 7:
F 16 C 32/04

21	Aktenzeichen:	299 23 199.2
67	Anmeldetag:	28. 1. 1999
	aus Patentanmeldung:	199 05 013.9
47	Eintragungstag:	8. 6. 2000
48	Bekanntmachung im Patentblatt:	13. 7. 2000

DE 299 23 199 U 1

73 Inhaber:
VEAG Vereinigte Energiewerke AG, 10115 Berlin,
DE; Institut für Prozeßtechnik,
Prozeßautomatisierung und Meßtechnik
Hochschule Zittau/Görlitz, 02763 Zittau, DE

54 **Magnetlager zur axialen und radialen Lagerung eines Rotors**

57 Magnetlager zur axialen und radialen Lagerung eines Rotors, wobei ein Axialmagnetlager und ein Radialmagnetlager in einer Baueinheit angeordnet sind, derart, daß die Joche des Radialmagnetlagers radial um das Axialmagnetlager unter Bildung eines Luftspaltes angeordnet sind und daß die äußere Mantelfläche der Zugscheibe des Axialmagnetlagers als Rotorbahn des Radialmagnetlagers ausgebildet ist, gekennzeichnet dadurch, daß zur Minimierung der axialen Ausdehnung die Zugscheibe (3) des Axialmagnetlagers (1) die beiderseits der Zugscheibe (3) befindlichen Joche (4; 5) des Axialmagnetlagers (1) radial überragt, der überragende Teil der Zugscheibe (3) als T-Stück (6) ausgebildet und das T-Stück (6) in, dem Luftspalt (7) zwischen dem Axialmagnetlager (1) und dem Radialmagnetlager (2) geführt ist.



DE 299 23 199 U 1

Die Erfindung betrifft ein Magnetlager zur axialen und radialen Lagerung eines Rotors.

5 In vielen Bereichen der Industrie werden heute bereits Rotoren magnetisch ge-
lagert, insbesondere dann, wenn u.a. die Forderung nach Schmiermittelfreiheit
der Lager, hohen Umfangsgeschwindigkeiten des Rotors und geringem In-
standhaltungsaufwand besteht.

10 Verbreitetste Anwendung findet die magnetische Lagerung in Turbomaschinen
zur Lagerung der Rotoren bei Pumpen, Kompressoren, Verdichtern, Gasturbi-
nen und Turbinen.

Prinzipiell erfolgt die magnetische Lagerung eines Rotors mittels zweier Ra-
dialmagnetlager zur Aufnahme der Radialkräfte sowie eines Axialmagnetlagers
zur Aufnahme der Axialkräfte.

15 In der DE 21 63 199 ist ein mittenfrees magnetisches Großlager für die Auf-
nahme von axialen, radialen sowie Momentenbelastungen dargestellt. Dabei ist
das Axial- und das Radiallager in einer Baueinheit so angeordnet, daß die Jo-
che des Radialmagnetlagers unter Bildung eines Luftspaltes radial um das
Axialmagnetlager angeordnet sind und die Lagerfläche des Lagerringes als
20 Rotorbahn des Radialmagnetlagers ausgebildet ist.

In der DE 31 50 122 A1 ist eine weitere magnetische Lagereinrichtung be-
schrieben. Es sind Sensoren, welche die axiale und radiale Position des Rotors
erfassen, in unmittelbarer Nähe der Lager angeordnet. Die Sensoren übermit-
25 teln Signale an eine Regeleinrichtung, die entsprechende Stellsignale an die
Magnetspulen der Lager liefert. Weiterhin ist an den äußeren Enden der Lage-
reinrichtung je ein Notlager (Kugellager) vorgesehen, welches den Rotor bei
Störungen und im Stillstand abstützt. Die Anordnung der beiden Radialma-
gnetlager sowie des Axialmagnetlagers beanspruchen entsprechenden Platz in
30 axialer Richtung auf dem Rotor. Nun ist es in bestimmten Anwendungsfällen
der magnetischen Lagerung von Rotoren erforderlich, den axialen Platzbedarf
der Magnetlager zu minimieren. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn sehr
hohe Rotordrehzahlen erreicht werden sollen. Die maximale Drehzahl ist oft
durch die kritischen Drehzahlen des elastischen Rotors begrenzt. Mit geringerer
35 Einbaulänge der Magnetlager geht eine Verkürzung der Baulänge des Rotors
einher. Das bedeutet Vorteile in Bezug auf das Schwingungsverhalten.

Durch die Verkürzung der Rotorlänge wird der Wert der ersten biegeelastischen Drehzahl und damit die mögliche Betriebsdrehzahl erhöht (Anstreben des Verhaltens eines starren Rotors). Die kompakte Bauweise ist besonders für neuartige Schwungmassespeicher von Vorteil.

5

Aus der DE 38 19 205 A1 ist ein Magnetlager zur radialen und axialen Lagerung eines Rotors mit großer radialer Ausdehnung bekannt.

Das Axiallager ist so ausgebildet, daß der Stator zentral axial versetzt jeweils zwei axial magnetisierte Permanenttringe trägt. Auf dem Rotor befinden sich die dazugehörigen Rückschlußringe.

10

Das Radiallager ist derart aufgebaut, daß in einem äußeren Rotorluftspalt am äußeren Radius zwei entgegengesetzt radial magnetisierte Permanentmagnetringe angebracht sind, die einen magnetischen Fluß erzeugen, in den am Stator befestigte und in den Rotorluftspalt hineinragende Reglerspulen eintauchen.

15

Die beschriebene Lösung ist speziell für die Verwendung in Drallrädern konzipiert. Die Applikation ist dadurch gekennzeichnet, daß Störungen in Amplitude und Frequenz begrenzt und kalkulierbar sind. Permanentmagnetlager besitzen gegenüber aktiven Magnetlagern ein schlechteres Dämpfungsverhalten und geringere Tragfähigkeit. Die Beherrschung von stochastisch auftretenden Wechselkräften, z. B. infolge von Unwuchten, Kavitation oder prozeßbedingten Drucktransienten, sind nicht möglich. Für industrielle Anwendungen im Bereich der Turbomaschinen, wie z. B. Pumpen, Verdichter oder Schwungmassespeicher, ist diese Lösung nachteilig bzw. nicht anwendbar. Durch eine Auswertung der Strom- und Sensorsignale eröffnen sich bei der Anwendung aktiver Magnetlager Möglichkeiten der Diagnose angreifender Kräfte und des Schwingungsverhaltens des Rotors. Bei der vorgeschlagenen Lösung mit Permanentmagnetlagern sind solche Möglichkeiten begrenzt.

20

25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Magnetlager zu schaffen, welches es gestattet, die Baulänge eines magnetisch zu lagernden Rotors wesentlich zu minimieren.

30

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Minimierung der axialen Ausdehnung des Magnetlagers die Zugscheibe des Axialmagnetlagers die beiderseits der Zugscheibe befindlichen Joche des Axialmagnetlagers radial überragt, der überragende Teil der Zugscheibe als T-Stück ausgebildet und in dem Luftspalt zwischen dem Axialmagnetlager und dem Radialmagnetlager geführt ist.

35

Vorzugsweise ist das Radialmagnetlager ebenfalls als homopolares Lager ausgebildet. Weiterhin ist die Breite der Zugscheibe, welche in dem Luftspalt zwischen dem Axialmagnetlager und den Jochen des Radialmagnetlagers geführt ist, in der Breite der Joche des Radialmagnetlagers ausgebildet.

- 5 Bei der Verwendung des Magnetlagers für Schwungmassespeicher ist die Zugscheibe des Axialmagnetlagers gleichzeitig als Schwungmasse ausführbar.

An einem Ausführungsbeispiel soll die Erfindung nachfolgend näher erläutert werden. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

10

Fig.1 - eine Prinzipdarstellung eines magnetgelagerten Rotors

Fig.2 - eine Schnittdarstellung des kombinierten Axial-/Radialmagnetlagers zur Lagerung des Rotors.

15

Ein Antrieb 9 (z. B. ein Asynchronmotor) ist auf einer Welle 8 drehstarr befestigt. Beiderseits des Antriebes 9 ist die Welle 8 mittels Magnetlager gelagert. Ein erstes Radialmagnetlager 10 nimmt auf der einen Seite des Antriebes 9 die radialen Kräfte auf (Fig.1).

20

Auf der anderen Seite des Antriebes 9 ist die Welle 8 in einem Magnetlager gelagert, wobei in diesem Magnetlager das Radialmagnetlager 2 sowie das Axialmagnetlager 1 zur Aufnahme von radialen und axialen Kräften in einer Baueinheit zusammengefaßt sind. Die Joche 11 des Radialmagnetlagers 2 sind dabei radial um das Axialmagnetlager 1 unter Bildung eines Luftspaltes 7 angeordnet.

25

Die Zugscheibe 3 des Axialmagnetlagers 1 ist drehstarr mit der Welle 8 verbunden. Beiderseits der Zugscheibe 3 sind axial mit einem Abstand zur Zugscheibe 3 die Joche 4; 5 des Axialmagnetlagers 1 angeordnet. In den Jochen 4; 5 befinden sich die Magnetspulen zur Erzeugung des erforderlichen Magnetfeldes. Die Zugscheibe 3 ist so ausgeführt, daß ihr äußerer Durchmesser mit dem äußeren Durchmesser des Axialmagnetlagers 1 übereinstimmt.

30

Zur Minimierung der axialen Ausdehnung des Magnetlagers kann die Zugscheibe 3, wie in Fig.2 dargestellt, in besonderer Weise ausgebildet sein. Sie überragt dabei radial die beiden Joche 4; 5. Dieser über die Joche 4; 5 hinausragende Teil der Zugscheibe 3 ist als T-Stück 6 ausgeformt. Das T-Stück 6 hat dabei die Breite der Joche 11 des Radialmagnetlagers und ist in dem Luftspalt 7 geführt, welcher durch das Axialmagnetlager 1 und die um das Axialmagnetlager 1 angeordneten Joche 11 des Radialmagnetlagers 2 gebildet wird.

35

Die äußere Mantelfläche der Zugscheibe 3 bildet dabei die Rotorbahn des Radialmagnetlagers 2.

Die Joche 11 des Radialmagnetlagers 2 sind um die Zugscheibe 3 radial so angeordnet, daß ein definierter Luftspalt zwischen dem Joch 11 und dem T-Stück 6 der Zugscheibe 3 ausgebildet ist.

Die Magnetkräfte wirken radial zur Zugscheibe 3 und halten so die Welle 8 in radialer Position. Das Radialmagnetlager ist vorteilhafterweise als homopolares Magnetlager ausgebildet. Bei dieser Bauform sind die Pole so angeordnet, daß Ummagnetisierungen während des Betriebes vermieden werden. Die Eisenverluste werden minimiert mit dem Vorteil, daß auf eine Blechung des Rotors weitestgehend verzichtet werden kann.

Durch die Ausführung eines hochintegrierten Magnetlagers, welches in einer Baueinheit das Axialmagnetlager 1 und das Radialmagnetlager 2 in sich vereint und in der o. g. Weise ausgebildet ist, werden folgende Vorteile erreicht:

- Verkürzung der Rotorbaulänge, d. h. Erreichung einer kompakteren Konstruktion und Erhöhung der Grenze für die erste biegekritischen Drehzahlen
- Erreichung hoher Betriebsdrehzahlen; besonders vorteilhaft für die Anwendung im Bereich von Schwungmasseenergiespeicher
- bei gleicher Tragfähigkeit, Reduzierung des Lagerstroms und der Windungszahl der Radiallagerspulen durch Vergrößerung der wirksamen Magnetflächen durch Nutzung einer als T-Profil ausgeführten Zugscheibe des Axiallagers
- Einsparung der Rotorblechung, d. h. Verminderung des Fertigungsaufwandes und Erhöhung der Drehzahl aufgrund der massiven Ausführung des Rotors

B 18.02.00

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- 1 Axialmagnetlager
- 2 Radialmagnetlager
- 5 3 Zugscheibe
- 4 Joch
- 5 Joch
- 6 T-Stück
- 7 Luftspalt
- 10 8 Welle
- 9 Antrieb
- 10 Radialmagnetlager
- 11 Joch

15

20

25

30

35

DE 299 23 199 U1

Schutzansprüche

1. Magnetlager zur axialen und radialen Lagerung eines Rotors, wobei ein Axialmagnetlager und ein Radialmagnetlager in einer Baueinheit angeordnet sind, derart, daß die Joche des Radialmagnetlagers radial um das Axialmagnetlager unter Bildung eines Luftspaltes angeordnet sind und daß die äußere Mantelfläche der Zugscheibe des Axialmagnetlagers als Rotorbahn des Radialmagnetlagers ausgebildet ist,
- 5
- g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h,**
- 10 daß zur Minimierung der axialen Ausdehnung die Zugscheibe (3) des Axialmagnetlagers (1) die beiderseits der Zugscheibe (3) befindlichen Joche (4; 5) des Axialmagnetlagers (1) radial überragt, der überragende Teil der Zugscheibe (3) als T-Stück (6) ausgebildet und das T-Stück (6) in dem Luftspalt (7) zwischen dem Axialmagnetlager (1) und dem Radialmagnetlager (2) geführt ist.
- 15
2. Magnetlager nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, daß das Radialmagnetlager (2) als homopolares Magnetlager ausgebildet ist.
3. Magnetlager nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Breite der Zugscheibe (3) in der Breite der Joche (11) des Radialmagnetlagers (1) ausgebildet ist.
- 20
4. Magnetlager nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, daß bei Verwendung des Magnetlagers für Schwungmassenspeicher die Zugscheibe (3) des Axialmagnetlagers (1) gleichzeitig als Schwungmasse ausführbar ist.
- 25

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

30

35

DE 299 23 109 U1

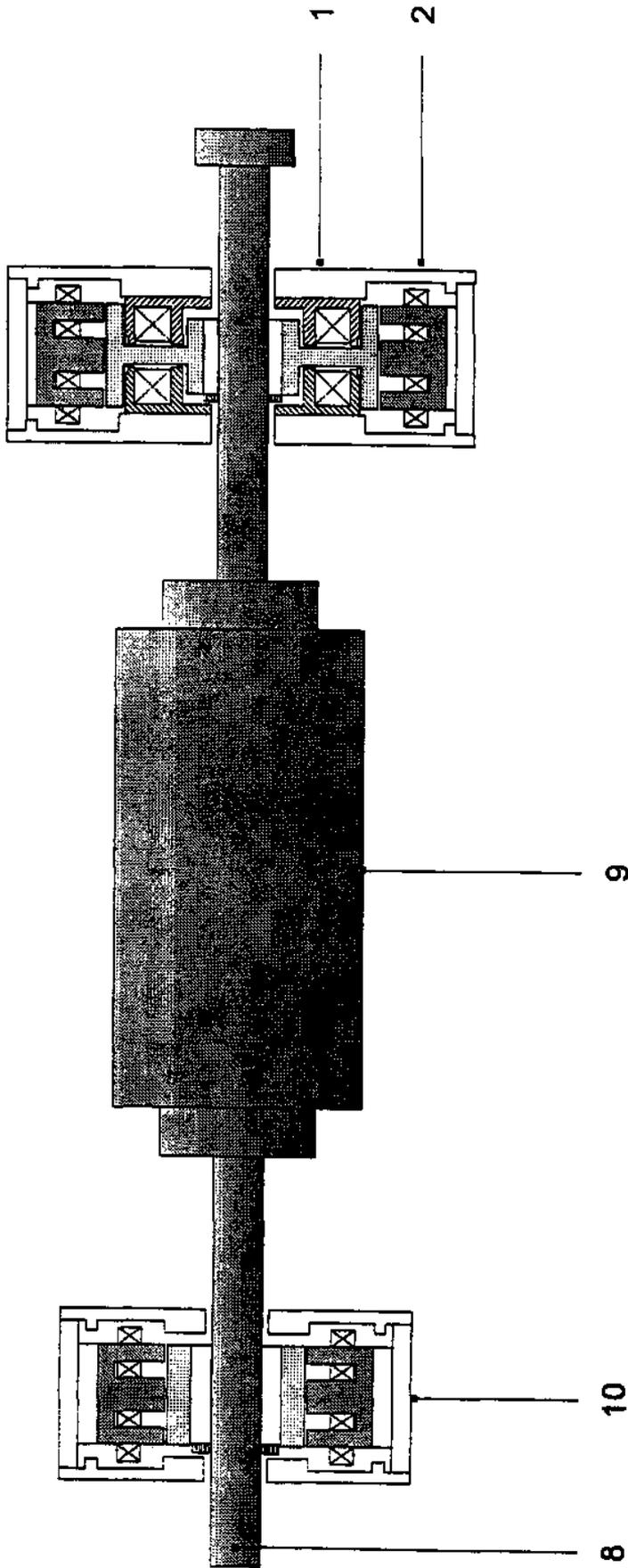


Fig. 1

DE 299 23 109 U1

B 18.02.00

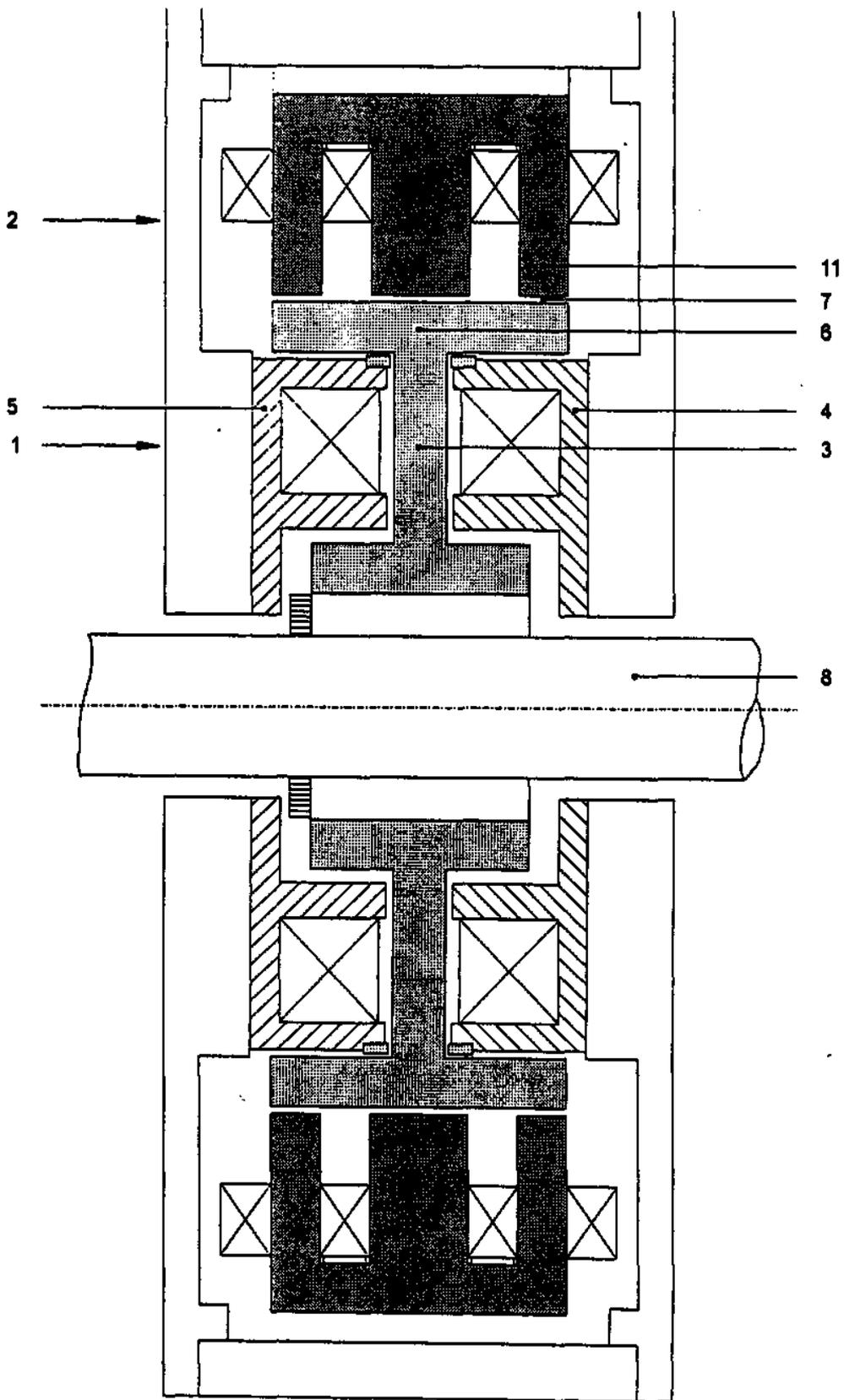


Fig. 2

DE 299 23 199 U1