



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2008 014 789 U1** 2009.07.02

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2008 014 789.1**

(22) Anmeldetag: **07.11.2008**

(47) Eintragungstag: **28.05.2009**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **02.07.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F16C 32/04 (2006.01)**

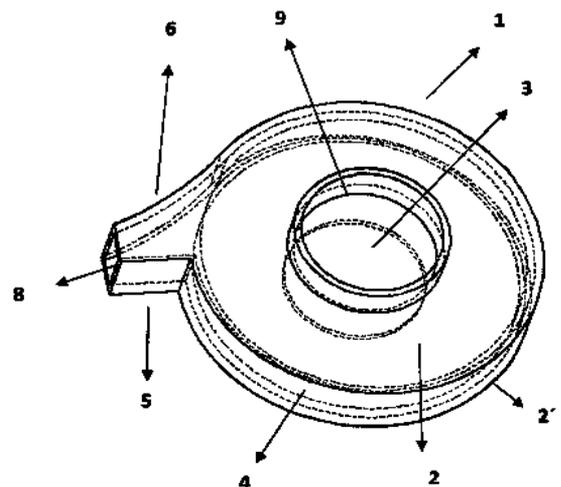
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**NEXANS, Paris, FR**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Einsel und Kollegen, 38102 Braunschweig**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hochtemperatursupraleiter-Magnetlager mit verringerter Rotorreibung**

(57) Hauptanspruch: Supraleiter-Magnetlager mit planarer Konfiguration umfassend ein erstes scheibenförmiges Lagerteil, das fest mit einer Rotorwelle verbunden ist und ein ringförmig um die Rotorwelle angeordnetes Erregersystem aufweist, so wie ein zweites Lagerteil, das den Stator bildet und einen ringförmig angeordneten Hochtemperatursupraleiter in einem thermischen Isolationsgehäuse aufweist, wobei das erste und zweite Lagerteil auf der Rotorwelle mit sich gegenüberliegenden Stirnflächen angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Lagerteil von einem Gehäuse (1) umgeben ist, das eine zentrale Öffnung (3) zur Aufnahme der Rotorwelle, und einen inneren um die zentrale Öffnung (3) umlaufenden Umfang (9) aufweist, wobei das Gehäuse (1) aus zwei sich gegenüberliegenden Stirnflächen (2, 2') gebildet ist, die über eine seitlich außen umlaufende Mantelfläche 4 miteinander verbunden sind, wobei in der seitlich außen umlaufenden Mantelfläche (4) mindestens ein Austrittsstutzen 5 vorgesehen ist, der radial über den Umfang hinaus ragt, und im montierten Zustand die Rotorwelle gegenüber dem...



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Magnetlager mit einem Hochtemperatursupraleiter, wobei das Magnetlager eine planare Konfiguration aufweist. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung ein derartiges Lager mit verringerter Rotorreibung.

**[0002]** Generell umfassen Magnetlager mit Hochtemperatursupraleitern ein erstes Lagerteil, das mit einer Rotorwelle fest verbunden ist und im Betrieb zusammen mit dieser rotiert, sowie ein zweites Lagerteil, das als Stator bezeichnet wird und im Betrieb statisch ist, das heißt nicht bewegt wird.

**[0003]** Ein Lagerteil enthält ein Erregersystem aus nebeneinander angeordneten Permanentmagneten, wobei zwischen jeweils benachbarten Permanentmagneten ein ferromagnetisches Material vorgesehen sein kann. Das andere Lagerteil weist den Hochtemperatursupraleiter auf. Der Hochtemperatursupraleiter befindet sich in einem thermischen Isolationsgehäuse mit Kühlung, wie einem Kryostaten, um die für die supraleitenden Eigenschaften erforderliche Kühlung des Supraleiters auf eine Temperatur unterhalb seiner kritischen Temperatur zu gewährleisten. Für ein planares Magnetlager sind die Permanentmagnete des Erregersystems ringförmig um die Rotorwelle angeordnet, fest an dieser montiert und bilden einen scheibenförmigen Magnetrotor.

**[0004]** Die Stirnflächen des scheibenförmigen Erregersystems sind planar.

**[0005]** Der Hochtemperatursupraleiter ist ebenfalls als ringförmige Scheibe mit planaren Stirnflächen ausgestaltet. Der Hochtemperatursupraleiter befindet sich in einem geeignet ausgestalteten Kryostaten, zum Beispiel in einem scheibenförmigen Kryostaten, der eine zentrale Öffnung aufweist, durch die die Rotorwelle verläuft. Das Kryostatengehäuse mit scheibenförmigen Hochtemperatursupraleiter bildet den Stator des Lagers.

**[0006]** Beispiele für Hochtemperatursupraleiter sind diejenigen aus oxidkeramischen Materialien z. B. auf Basis von Bi-Sr-Ca-Cu-O oder Y-Ba-Cu-O.

**[0007]** In einem Magnetlager mit planarer Konfiguration sind auf einer Rotorwelle abwechselnd hintereinander ein Rotor mit Erregersystemanordnung und ein Stator angeordnet, wobei die Stirnflächen der Permanentmagnetanordnung und des Hochtemperatursupraleiters einander gegenüberstehend angeordnet sind. Ein Stator ist von zwei Rotoren umgeben.

**[0008]** Die Ausgestaltung des Stators, der Vorrichtungen zur Kühlung des Hochtemperatursupraleiters, Ausgestaltung und Anordnung des Erregersystems und dessen Anbringung an die Rotorwelle sind an

sich bekannt.

**[0009]** Der scheibenförmige Magnetrotor mit Erregersystem befindet sich in Normalumgebung unter atmosphärischen Bedingungen. Im Betrieb rotiert der scheibenförmige Magnetrotor mit hohen Umdrehungszahlen. Da er der Umgebungsluft ausgesetzt ist, entstehen durch die umgebende Luft hohe Reibungsverluste.

**[0010]** Es war Aufgabe der vorliegenden Erfindung diese Reibungsverluste zu verringern.

**[0011]** Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß um den scheibenförmigen Magnetrotor ein Gehäuse angebracht, das mindestens einen Austrittsstutzen besitzt, der radial über den äußeren Umfang des Gehäuses hinaus ragt.

**[0012]** Das Gehäuse ist feststehend, das heißt es rotiert im Betrieb nicht mit. Rotiert nun der Magnetrotor innerhalb des Gehäuses mit hoher Geschwindigkeit, wirkt das Gehäuse in Folge des Austrittsstutzens als Molekularpumpe.

**[0013]** Die im Gehäuse befindliche Luft wird hierbei durch den Austrittsstutzen abgesaugt, so dass im Inneren des Gehäuses ein im wesentlichen luftleerer Raum gebildet wird und folglich die Verluste durch Luftreibung verringert werden.

**[0014]** Das Gehäuse passt sich vorzugsweise in der Form an die Rotorform an. Bekannte Rotoren haben in der Regel die Form einer ringförmigen Scheibe mit im Wesentlichen planaren Stirnflächen und einem zentralen Loch für die Rotorwelle. Entsprechend ist das Gehäuse als im Wesentlichen ringförmige Scheibe ausgestaltet. Es weist eine zentrale Öffnung auf, durch die die Rotorwelle verläuft.

**[0015]** Nachstehend wird die vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert.

**[0016]** Die Zeichnungen 1 und 2 zeigen schematisch zwei Ansichten einer Ausführungsform für das erfindungsgemäße Gehäuse für den Magnetrotor.

**[0017]** Es zeigt dabei

**[0018]** **Fig. 1** eine perspektivische Darstellung von schräg oben auf eine Stirnfläche einer erfindungsgemäßen Ausführungsform, und

**[0019]** **Fig. 2** schematisch eine Draufsicht auf eine Stirnfläche der Ausführungsform gemäß **Fig. 1**.

**[0020]** Die Figuren zeigen das Gehäuse **1**, das zwei sich gegenüberliegende ringförmige Stirnflächen **2**, **2'** hat, die jeweils eine zentrale Öffnung **3** für die Ro-

torwelle (nicht gezeigt) aufweisen.

**[0021]** Die beiden Stirnflächen **2, 2'** sind durch eine seitlich umlaufende äußere Mantelfläche **4** miteinander verbunden.

**[0022]** Die Stirnflächen **2, 2'** sind hier planar. Je nach Ausgestaltung können sie auch von der planaren Form abweichen und zum Beispiel eine Wölbung aufweisen.

**[0023]** Entlang des inneren Umfangs **9**, der um die zentrale Öffnung **3** verläuft, ist das Gehäuse **1** gegenüber der Rotorwelle abgedichtet. Für die Abdichtung der Rotorwelle gegenüber dem Gehäuse **1**, zumindest im montierten Zustand, kann eine beliebige hierfür bekannte Dichtung vorgesehen sein. Beispiele hierfür sind eine Rotationsdichtung oder eine Radial-Wellendichtung.

**[0024]** Der Austrittsstutzen **5** befindet sich in der äußeren Mantelfläche **4** und ragt radial über diese hinaus.

**[0025]** In der in den Figuren gezeigten Ausführungsform erstreckt sich der Austrittsstutzen **5** über die gesamte Höhe der Mantelfläche **4**.

**[0026]** Zur Ausbildung des Stutzens wird ein Ende der Mantelfläche **4** schräg über den Umfang des Gehäuses über die gewünschte Erstreckung des Austrittsstutzens **5** hinaus geführt und bildet eine schräge Fläche **6**, die in Drehrichtung des Rotors (in der hier abgebildeten Ausführungsform im Gegenuhrzeigersinn) im spitzen Winkel radial über den Umfang hinaus ragt. Der spitze Winkel ist in **Fig. 2** gestrichelt angedeutet.

**[0027]** Das andere Ende der Mantelfläche **4** wird im rechten Winkel zum Umfang des ringförmigen Gehäuses über die selbe Erstreckung wie das die schräge Fläche **6** bildende erste Ende hinaus geführt. Wie in den Figuren gezeigt, werden die beiden weiteren Flächen des Austrittsstutzens **5**, die parallel zu den Stirnflächen **2, 2'** angeordnet sind, durch eine entsprechende Gestaltung der Stirnflächen **2, 2'** gebildet.

**[0028]** Die schräge Fläche **6** des Austrittsstutzens **5** ist in Drehrichtung des Magnetrotors angeordnet, d. h. die Schräge ist in Drehrichtung ausgerichtet.

**[0029]** Die der schrägen Fläche **6** gegenüberliegende Fläche **7** ist in Drehrichtung vorzugsweise in einen rechten oder stumpfen Winkel ( $> 90^\circ$ ) zu dem Umfang angeordnet. In **Fig. 2** ist der rechte ( $90^\circ$ ) Winkel gestrichelt angedeutet.

**[0030]** Luftmoleküle, die auf den rotierenden Magnetrotor auftreffen, erhalten von diesem eine Be-

schleunigung in Drehrichtung und verlassen durch den Austrittsstutzen **5** das Gehäuse **1**. Die schräge Fläche **6** des Austrittsstutzens **5** mit einer Neigung in Flugrichtung der Luftmoleküle fördert die Ausleitung der Luftmoleküle.

**[0031]** Die schräge Fläche **6** kann eine Krümmung nach außen aufweisen, was die Ausleitung der Luftmoleküle weiter fördert.

**[0032]** Die Größe der Austrittsöffnung **8** des Austrittsstutzens **5** sollte ausreichend klein gewählt werden, um ein Ansaugen der Umgebungsluft zu vermeiden.

**[0033]** Es können mehrere Austrittsstutzen **5** über den Umfang der Mantelfläche **4** verteilt sein. Die Breite des Austrittsstutzens **5** kann kleiner als die Höhe der Mantelfläche **4** gewählt werden.

**[0034]** Weisen diese Austrittsstutzen **5** eine geringere Breite als die Höhe der Mantelfläche auf, können sie in unterschiedlicher Höhe in der Mantelfläche **4** vorgesehen sein.

**[0035]** Wie in den Figuren gezeigt, sollte die Fläche des Austrittsstutzens **5** die in Flugrichtung der beschleunigten Luftmoleküle liegt, schräg über den Umfang des Gehäuses hinaus verlaufen.

**[0036]** Das Gehäuse **1** besteht aus einem nicht magnetischen Material z. B. Edelstahl oder einem Verbundwerkstoff wie glasfaserverstärkter oder kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (GFK, CFK).

**[0037]** Die Lagerung des Gehäuses **1** kann ähnlich wie bei Elektromotoren über einen Fuß oder Flansch geschehen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Gehäuse
<b>2, 2'</b>	Stirnflächen
<b>3</b>	zentrale Öffnung
<b>4</b>	umlaufende Mantelfläche
<b>5</b>	Austrittsstutzen
<b>6</b>	schräge Fläche
<b>7</b>	die der schrägen Fläche <b>6</b> gegenüberliegende Fläche
<b>8</b>	Austrittsöffnung
<b>9</b>	innerer Umfang

#### Schutzansprüche

1. Supraleiter-Magnetlager mit planarer Konfiguration umfassend ein erstes scheibenförmiges Lagerteil, das fest mit einer Rotorwelle verbunden ist und ein ringförmig um die Rotorwelle angeordnetes Erregersystem aufweist, so wie ein zweites Lagerteil, das den Stator bildet und einen ringförmig angeordneten

Hochtemperatursupraleiter in einem thermischen Isolationsgehäuse aufweist, wobei das erste und zweite Lagerteil auf der Rotorwelle mit sich gegenüberliegenden Stirnflächen angeordnet sind,

**dadurch gekennzeichnet,**

dass das erste Lagerteil von einem Gehäuse (1) umgeben ist, das eine zentrale Öffnung (3) zur Aufnahme der Rotorwelle, und einen inneren um die zentrale Öffnung (3) umlaufenden Umfang (9) aufweist,

wobei das Gehäuse (1) aus zwei sich gegenüberliegenden Stirnflächen (2, 2') gebildet ist, die über eine seitlich außen umlaufende Mantelfläche 4 miteinander verbunden sind,

wobei in der seitlich außen umlaufenden Mantelfläche (4) mindestens ein Austrittsstutzen 5 vorgesehen ist, der radial über den Umfang hinaus ragt, und im montierten Zustand die Rotorwelle gegenüber dem Gehäuse (1) abgedichtet ist.

2. Supraleiter-Magnetlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Austrittsstutzen (5) eine schräge Fläche (6) aufweist, die in Drehrichtung des Rotors schräg in einem spitzen Winkel über den äußeren Umfang hinaus ragt.

3. Supraleiter-Magnetlager nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die der schrägen Fläche (6) gegenüberliegende Fläche (7) in Drehrichtung des Rotors in einem Winkel von mindestens 90° zu dem äußeren Umfang angeordnet ist.

4. Supraleiter-Magnetlager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die schräge Fläche (6) und die der schrägen Fläche (6) gegenüberliegende Fläche (7) eine Breite haben, die sich über die gesamte Höhe der Mantelfläche (4) erstreckt.

5. Supraleiter-Magnetlager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die schräge Fläche (6) aus einem ersten Ende der Mantelfläche (4) gebildet ist, das schräg über den äußeren Umfang hinaus geführt ist und in Drehrichtung des Rotors mit dem äußeren Umfang einen spitzen Winkel bildet.

6. Supraleiter-Magnetlager nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die der schrägen Fläche (6) gegenüberliegende Fläche (7) von dem zweiten Ende der Mantelfläche (4) gebildet ist, das in einem Winkel von mindestens 90° über den äußeren Umfang hinaus ragt.

7. Supraleiter-Magnetlager nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die schräge Fläche (6) eine Wölbung nach außen hat.

8. Gehäuse zur Aufnahme eines ersten Lagerteils eines Supraleitermagnetlagers, wobei das erste Lagerteil fest mit der Rotorwelle verbunden ist und

ein ringförmig um die Rotorwelle angeordnetes Erregersystem aufweist, wobei das Gehäuse eine zentrale Öffnung 3 für die Rotorwelle aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (1) aus zwei sich gegenüberliegenden Stirnflächen (2, 2') sowie einer seitlich umlaufenden Mantelfläche (4) gebildet ist, wobei die seitlich umlaufende Mantelfläche (4) die beiden gegenüberliegenden Stirnflächen (2, 2') verbindet, wobei auf der seitlich umlaufenden Mantelfläche (4) mindestens ein Austrittsstutzen (5) angeordnet ist, der radial über den äußeren Umfang des Gehäuses (1) hinaus ragt, und das Gehäuse einen inneren Umfang (9) aufweist, der um die zentrale Öffnung (3) verläuft.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

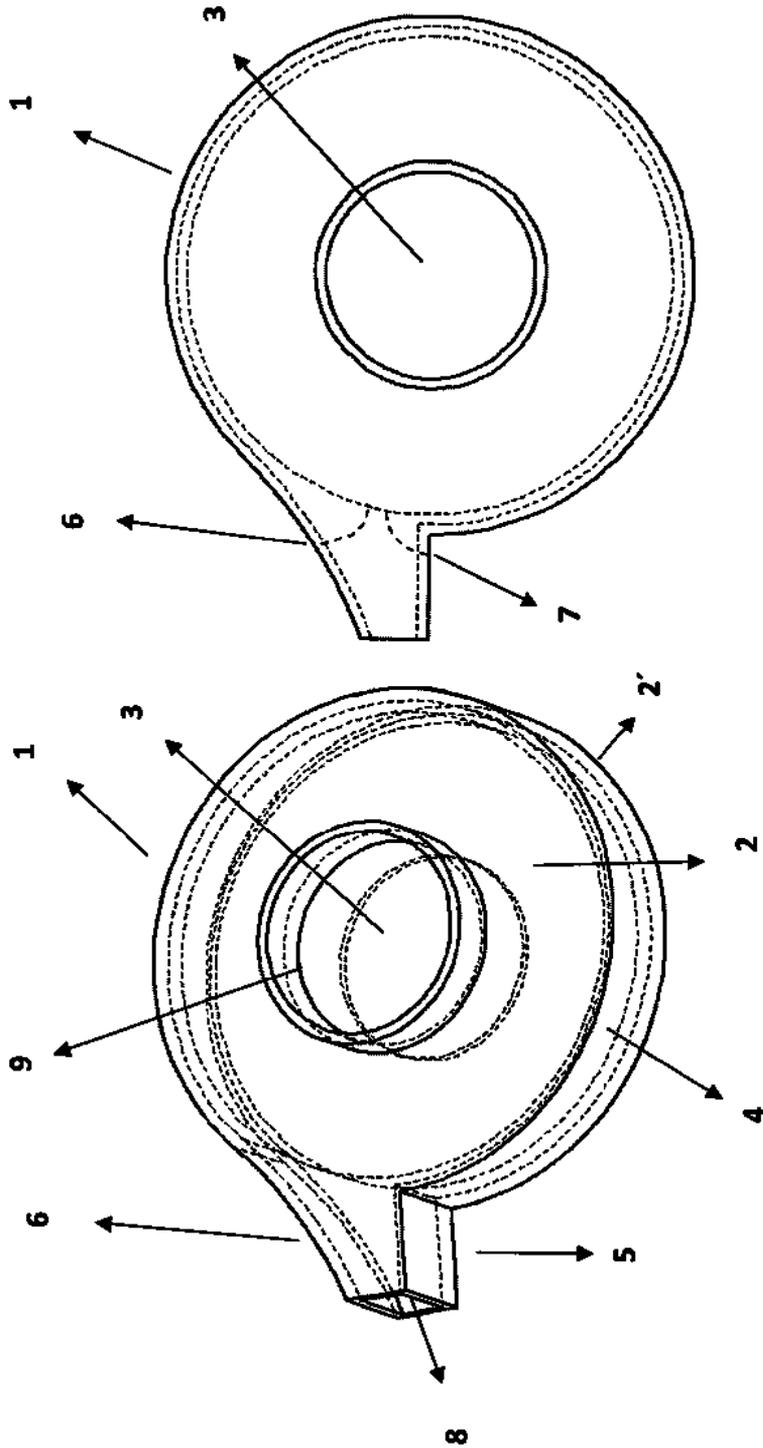


Fig. 2

Fig. 1