



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2006 017 933 A1** 2007.10.31

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2006 017 933.1**

(22) Anmeldetag: **18.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2007**

(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **F16C 32/04 (2006.01)**  
**H02K 7/09 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Menz, Ingo, Dr., 14057 Berlin, DE; Petereit, Peter,  
12555 Berlin, DE; Siegl, Günther, Dr., 13439 Berlin,  
DE**

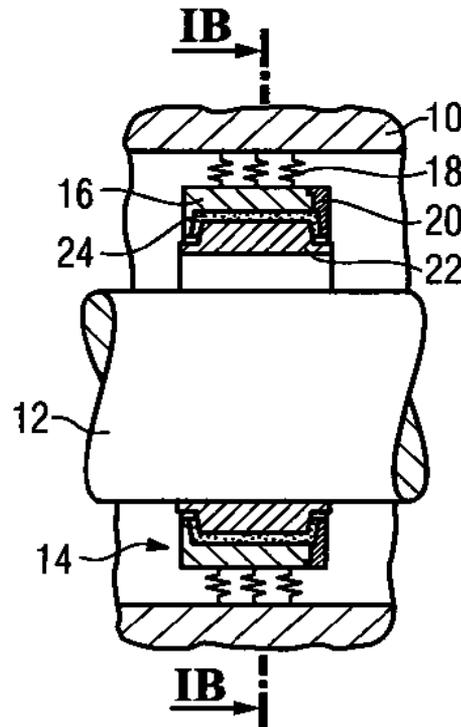
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**US2004/01 89 124 A1**  
**US 57 39 609 A**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektrische Maschine mit Magnetlager und Fanglager**

(57) Zusammenfassung: Für den Fall eines Ausfalls von Magnetlagern ist in elektrischen Maschinen, in denen derartige Magnetlager eine in einem Stator (10) drehbare Welle führen, ein Fanglager (14, 14') bereitgestellt. Erfindungsgemäß weist das Fanglager (14, 14') einen an dem Stator (10) montierten Außenring (16, 16') auf, in dem ein drehbarer Ring (22, 22', 26) gleitend geführt ist. Das erfindungsgemäße Fanglager (14) eignet sich insbesondere zur Verwendung in Maschinen, in denen die Welle besonders groß und schwer ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

**[0002]** Magnetlager setzen sich bei elektrischen Maschinen immer mehr durch, weil an ihnen keine Reibungsverluste wie an mechanischen Lagern auftreten. Magnetlager haben jedoch den Nachteil, dass es durch Störungen zu ihrem Ausfall kommen kann. (Der einfachste Störfall ist ein herkömmlicher Stromausfall.) Falls die Störung während des Betriebs der elektrischen Maschine erfolgt, dreht sich die Welle der elektrischen Maschine noch mit hoher Geschwindigkeit, wenn das Magnetlager ausfällt. Es ist daher notwendig, so genannte Fanglager vorzusehen, die die Welle im Falle eines Ausfalls der Magnetlager auffangen und wenigstens so lange zu führen im Stande sind, wie der Übergang vom Bewegungszustand der Welle in einen Stillstand erfolgt.

**[0003]** Ein erster Ansatzpunkt im Stand der Technik zur Ausgestaltung der Fanglager bestand darin, im Wesentlichen herkömmliche Wälzlager zu verwenden. Hierbei ist die Welle in dem Wälzlager mit Spiel geführt, wobei sie üblicherweise durch das Magnetlager geführt ist und das Wälzlager als Fanglager erst dann arbeitet, wenn das Magnetlager ausfällt. Wälzlager sind insbesondere bei kleinen elektrischen Maschinen erfolgreich, bei denen die Welle kein großes Gewicht hat. Wälzlager haben den Vorteil, dass der so genannte "Backward Whirl" unterdrückt wird, eine Drehung der gesamten Welle in umgekehrter Drehrichtung zu der ihr aufgeprägten Drehung um ihre Drehachse.

**[0004]** Wälzlager sind nicht geeignet, große, schwere Rotoren aufzufangen: Zwischen Wälzkörpern und Lagerringen besteht nur Punkt- oder Linienkontakt, woraus sehr hohe Flächenpressungen resultieren. Diese hohen Belastungen können die Wälzkörper beschädigen und das Lager blockieren. Bei großen, schweren Wellen, wie sie zum Beispiel in Turbokompressoren bei der Gasförderung eingesetzt werden, werden als Fanglager gegenwärtig Trockengleitlager verwendet. Trockengleitlager bestehen im Wesentlichen aus einem an dem Stator montierten Ring, in dem sich die Welle dann bei Ausfall der Magnetlager drehen kann. Da die Gefahr des Backward Whirls mit zunehmendem Reibbeiwert zwischen Welle und Fanglager steigt, versucht man durch Auswahl geeigneter Werkstoffe für diesen Ring, den Reibbeiwert zu minimieren. Als Reibbeläge werden beispielsweise spezielle Bronzelegierungen verwendet, die aber starkem Verschleiß unterliegen.

**[0005]** Das Problem des Verschleißes bei einem Trockengleitlager wird im U.S. Patent 5,739,609 dadurch gelöst, dass der Ring zweigeteilt ist: Ein Teilring wird an dem Stator befestigt, und ein zweiter Teil-

ring wird in dem ersten Teilring befestigt. Bei Verschleiß an der Innenfläche kann dann der zweite Teilring ausgetauscht werden. Ein Gleitmittel ist hierbei verwendet, um das Austauschen des zweiten Teilrings zu erleichtern. Der zweite Teilring bleibt jedoch im Betrieb starr zu dem ersten Teilring, der an dem Stator befestigt ist, sodass sich an der Funktionsweise als Trockengleitlager grundsätzlich nichts ändert.

**[0006]** Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Fanglager, insbesondere auch für große, schwere Wellen, bereitzustellen, bei dem der Backward Whirl vermieden wird, und das keinem starken Verschleiß unterliegt.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Erfindungsgemäß umfasst also das Fanglager der elektrischen Maschine einen an dem Stator montierten Außenring, in dem ein drehbarer Ring gleitend geführt ist.

**[0008]** Der drehbare Ring bewegt sich bei einem Ausfall der Magnetlager auf Grund der Übertragung einer Kraft bzw. eines Drehmoments von der Welle und bewirkt damit, dass die Welle nicht in unkontrollierter Weise beliebige Bewegungen vollführen kann, sodass der Backward Whirl unterdrückt ist. Der drehbare Ring ist gleitend mit geringer Reibung geführt. Die Reibwerte der Anordnung sind somit insgesamt gering. (Eine Rollreibungskraft ist herkömmlicherweise vergleichsweise klein.) Dadurch, dass die Kräfte nicht punktuell oder an einzelnen Linien übertragen werden, sondern über die gesamte Innen- und Außenfläche des Rings, hat das Fanglager eine hohe Tragfähigkeit und eignet sich besonders bei der Verwendung von großen, schweren Wellen.

**[0009]** Bei einer ersten Ausführungsform ist der drehbare Ring ein Innenring, der die Welle mit radialem Spiel umgibt. Bei Ausfall der Magnetlager fällt die Welle unter der Wirkung der Gravitation nach unten, liegt dann im unteren Bereich des Innenrings an und kann entsprechend Kräfte bzw. Drehmomente übertragen.

**[0010]** Bei einer alternativen Ausführungsform ist der drehbare Ring ein Zwischenring. Der Zwischenring umgibt einen weiteren Ring, der in ihn gleitend geführt ist. Es kann sich hierbei abermals um einen Zwischenring handeln oder direkt um einen Innenring, der die Welle mit radialem Spiel umgibt. Die Verwendung von einem oder mehreren Zwischenringen hat den Vorteil, dass bei einer Störung der gleitenden Führung an einer Zwischenstelle (z. B. zwischen Zwischenring und Außenring) noch eine weitere Möglichkeit zur gleitenden Führung bestehen bleibt (im Beispiel zwischen Innenring und Zwischenring).

**[0011]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform erfolgt die gleitende Führung reibungsarm, und zwar dadurch, dass ein Gleitmittel zwischen den Ringen

eingesetzt wird oder die Ringe mit einer Gleitschicht versehen sind. Im letzteren Fall genügt es, die Innenseite des Außenrings und die Außenseite des Innenrings und gegebenenfalls den Zwischenring innen und außen mit einer Gleitschicht zu versehen. Eine solche Schicht kann beispielsweise aus Teflon bestehen oder eine spezielle galvanische Beschichtung sein. Als Gleitmittel kann im Falle der anderen Alternative herkömmliches Fett oder Graphit verwendet werden.

**[0012]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Außenring ein U-förmiges Profil auf. Ein Schenkel des "U"s ist hierbei abnehmbar. Mit anderen Worten ist der Schenkel des U-Profiles durch einen abnehmbaren ringförmigen Steg gebildet. Die Abnehmbarkeit ist schon deswegen erforderlich, damit der Innenring und gegebenenfalls der Zwischenring in das U-förmige Profil eingebracht werden kann. Das U-förmige Profil ermöglicht insbesondere das Einbringen eines Gleitmittels, kann aber auch für den Fall der Verwendung der oben genannten Gleitschicht deswegen sinnvoll sein, weil es auf jeden Fall ein axiales Ausreißen des Innenrings bzw. des Zwischenrings mit seinen Schenkeln verhindert (und damit auch z.B. ein Verkippen des Innenrings). Der Winkel zwischen den beiden Schenkeln des "U"s im U-Profil und dem Boden des "U"s muss hierbei nicht notwendigerweise 90° betragen, sondern die Schenkel können auch beispielsweise etwas weiter geöffnet sein, um so Öffnungswinkel von 100° bis 110° bereitzustellen.

**[0013]** Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung beschrieben, in der:

**[0014]** **Fig. 1A** schematisch eine seitliche Schnittansicht einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist,

**[0015]** **Fig. 1B** schematisch eine Schnittansicht senkrecht zur Schnittansicht gemäß **Fig. 1A** ist,

**[0016]** **Fig. 2A** schematisch eine seitliche Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist,

**[0017]** **Fig. 2B** schematisch eine Schnittansicht senkrecht zur Schnittansicht gemäß **Fig. 2A** ist.

**[0018]** Eine erfindungsgemäße elektrische Maschine umfasst einen in den FIG nur schematisch angedeuteten Stator 10 und eine nur abschnittsweise dargestellte darin drehbare Welle 12. Im Betrieb wird die Welle 12 über (nicht gezeigte) Magnetlager geführt. Die Erfindung betrifft ein Fanglager, das dann zum Einsatz kommt, wenn das Magnetlager ausfällt. Das Fanglager fängt die Welle dann auf. Die Welle 12 ist in den FIG für den Fall des Ausfalls der Magnetlager

dargestellt, indem sie durch die Gravitation nach unten fällt. Es wirkt dann einem Ganzen mit 14 bezeichnetes Fanglager. Das Fanglager weist einen Außenring 16 auf, der über in den FIG nur schematisch angedeutete Feder- und Dämpferelemente 18 an dem Stator 10 montiert ist. Der Außenring 16 ist von U-förmigem Profil. Ein Schenkel des U-förmigen Profils, der in der **Fig. 1A** und der **Fig. 2A** mit hervorgehobener Schraffur gekennzeichnet und mit 20 bezeichnet ist, ist abnehmbar und ermöglicht so das Einführen eines weiteren Rings in den Außenring 16.

**[0019]** Im Falle einer ersten Ausführungsform, die in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** veranschaulicht ist, ist in dem Außenring 16 direkt ein Innenring 22 angeordnet. Zwischen Außenring 16 und Innenring 22 befindet sich ein Gleitmittel 24, beispielsweise herkömmliches Fett. Anstelle eines Gleitmittels 24 kann auch sowohl auf einer Innenfläche des Außenrings 16 als auch auf einer Außenfläche des Innenrings 22 eine Gleitschicht, z.B. aus Teflon, vorgesehen sein. Der Innenring 22 ist vorliegend als von T-förmigem Profil gezeigt, wobei ein Fuß des "T"s (nicht eigens bezeichnet) nach außen weist und zwischen die beiden Schenkel des U-Profiles des Außenrings 16 eingreift. Dieses Eingreifen ist naturgemäß nur dadurch ermöglicht, dass der Innenring zuvor bei abgenommenem Ring 20 eingeschoben wird, wobei der Ring 20 dann nachfolgend wieder an dem restlichen Außenring 16 befestigt wurde.

**[0020]** Wie insbesondere in **Fig. 1B** gut zu erkennen, fällt die Welle 12 im Falle des Ausfalls der Magnetlager direkt auf den Innenring 22. Die Welle, die dann in Drehung begriffen sein kann, überträgt ein Drehmoment auf den Innenring 22, der sich nach dem Prinzip von Wirkung und Gegenwirkung dann so dreht, dass die Gesamtanordnung möglichst stabil gehalten ist. Dadurch werden unkontrollierte Bewegungen der Welle 12 weitgehend vermieden. Die Federelemente 18 haben die Aufgabe, die Anfangsstoßkraft zu reduzieren.

**[0021]** Bei einer alternativen Ausführungsform, die in den **Fig. 2A** und **Fig. 2B** veranschaulicht ist, ist in dem U-förmigen Profil des Außenrings 16' zunächst ein Zwischenring 26 angeordnet, der gleitend vermittelt eines Gleitmittels 24 in dem Außenring 16' geführt ist. Der Zwischenring 26 umgibt einen Innenring 22', der ebenfalls gleitend geführt ist, und zwar in dem Innenring 26. (Es kann auch eine gleitende Führung gegenüber den Schenkeln des Außenrings 16' zusätzlich vorgesehen sein, wobei gegenüber der in **Fig. 2A** dargestellten Ausführungsform dann das Gleitmittel 24 noch etwas weiter hinaus, zwischen Außenring 16' und Innenring 22', verbracht werden müsste.) Wie in **Fig. 2B** zu sehen, fällt auch hier die Welle 12 auf den Innenring 22' und überträgt ein Drehmoment auf diesen. Dieser dreht sich nun im Verhältnis zu dem Innenring 26. Es ist nun auch mög-

lich, dass sich der Innenring **26** seinerseits gegenüber dem Außenring **16'** dreht. Im Falle, dass die gleitende Führung zwischen dem Innenring **22'** und dem Zwischenring **26** gestört ist, kommt es (nahezu) ausschließlich zu einer Drehung zwischen Zwischenring **26** und Außenring **16'**, wobei dann die Relativbewegung zwischen Innenring **22'** und Zwischenring **26** unterdrückt ist.

fil aufweist, wobei ein Schenkel des U-Profils durch einen abnehmbaren ringförmigen Steg (**20, 20'**) gebildet ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

**[0022]** Den Ausführungsformen gemäß den Fig. 1A/Fig. 1B und Fig. 2A/Fig. 2B ist gemeinsam, dass die Kräfte über einen gesamten Ring verteilt wirken, sodass es nicht zu punktuellen Pressungen wie im Falle von Wälzlagern kommt. Gegenüber herkömmlichen Trockenlagern ist auf Grund der Tatsache, dass Rollbewegungen eingeleitet werden, weswegen der Hauptbeitrag zum Reibbeiwert der Rollwiderstand ist, die Reibung stark verringert. Der Innenring **22/22'** unterliegt damit nur geringem Verschleiß.

### Patentansprüche

1. Elektrische Maschine, mit einem Stator (**10**) und einer darin drehbaren Welle (**12**), die über Magnetlager geführt ist, wobei für den Fall eines Ausfalls der Magnetlager Fanglager (**14, 14'**) bereitgestellt sind, die die Welle (**12**) dann auffangen und beim Übergang von deren Bewegung zu deren Stillstand führen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Fanglager (**14, 14'**) einen an dem Stator montierten Außenring (**16, 16'**) umfasst, in dem ein drehbarer Ring (**22, 22', 26**) gleitend geführt ist.

2. Elektrische Maschine nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der drehbare Ring ein Innenring (**22**) ist, der die Welle (**12**) mit radialem Spiel umgibt.

3. Elektrische Maschine nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der drehbare Ring ein Zwischenring (**26**) ist, in dem ein Innenring (**22'**) gleitend geführt ist, der die Welle (**12**) mit radialem Spiel umgibt.

4. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die gleitende Führung reibungsarm erfolgt.

5. Elektrische Maschine nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gleitmittel (**24**) zwischen den Ringen (**16, 16', 22, 22', 26**) eingesetzt wird.

6. Elektrische Maschine nach Patentanspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ringe (**16, 16', 22, 22', 26**) mit einer Gleitschicht versehen sind.

7. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außenring (**16, 16'**) ein U-förmiges Pro-

FIG 1A

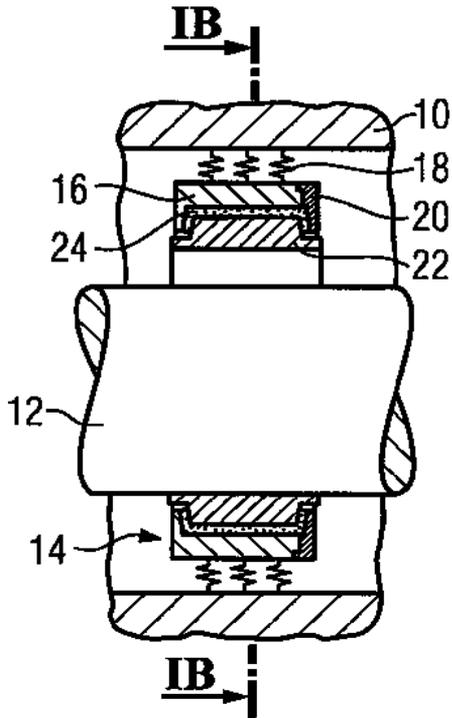


FIG 1B

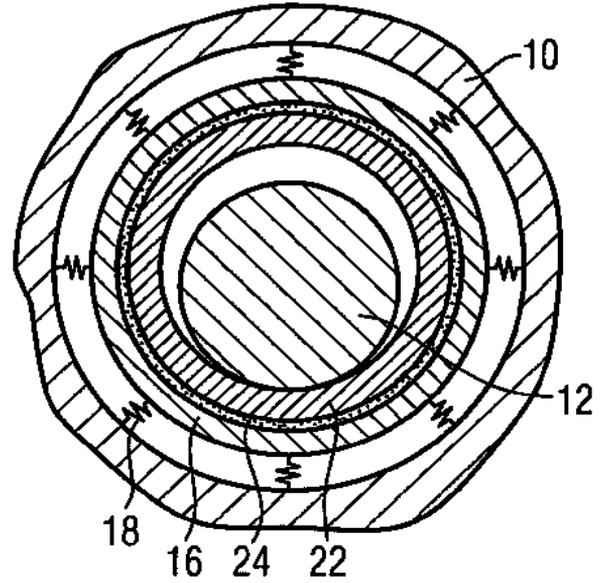


FIG 2A

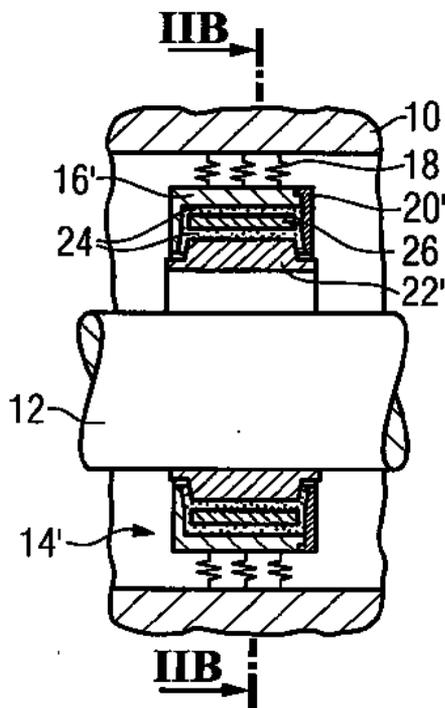


FIG 2B

