



(19)  
**Bundesrepublik Deutschland**  
**Deutsches Patent- und Markenamt**

(10) **DE 10 2006 017 933 B4 2008.01.24**

(12)

## Patentschrift

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

(22) Anmeldetag: **18.04.2006**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2007**

(45) Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: **24.01.2008**

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

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 2 Patentkostengesetz).

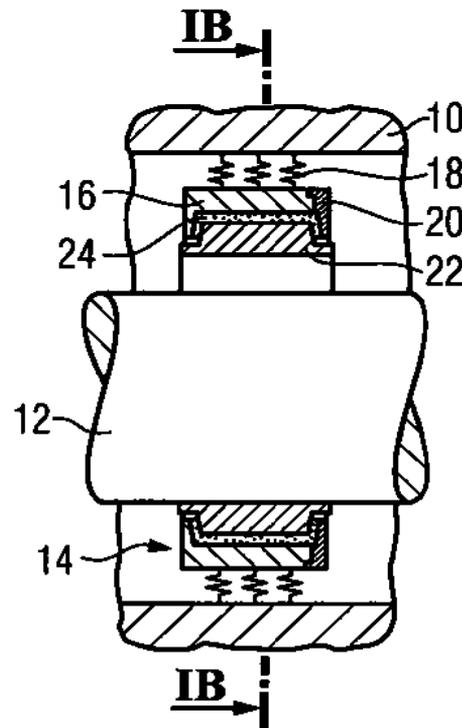
(73) Patentinhaber:  
**Siemens AG, 80333 München, DE**

(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**

(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]** In der US 2004/0189124 A1 ist beschrieben, dass an einem von zwei Ringen des Wälzlagers ein Zwischenelement befestigt wird, das sich bis zu einem an dem Stator befestigten Statorelement erstreckt.

**[0005]** 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.

**[0006]** Das Problem des Verschleißes bei einem Trockengleitlager wird im U.S. Patent 5,739,609 A dadurch gelöst, dass der Ring zweigeteilt ist: Ein Teilring wird an dem Stator befestigt, und ein zweiter Teilring 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.

**[0007]** Bei einer in der US 2004/0189124 A1 beschriebenen Ausführungsform ist anstelle des Wälzlagers gemäß der oben erwähnten Ausführungsform ein Trockengleitlager verwendet, an dem ebenfalls ein Zwischenelement befestigt ist, das sich bis zu einem an dem Stator befestigten Element erstreckt.

**[0008]** 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.

**[0009]** 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 des Fanglagers gleitend geführt ist.

**[0010]** 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.

**[0011]** 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.

**[0012]** 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).

**[0013]** 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.

**[0014]** 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.

**[0015]** Nachfolgend wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung unter Bezug auf die Zeichnung beschrieben, in der:

**[0016]** **Fig. 1A** schematisch eine seitliche Schnittansicht einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist,

**[0017]** **Fig. 1B** schematisch eine Schnittansicht senkrecht zur Schnittansicht gemäß **Fig. 1A** ist,

**[0018]** **Fig. 2A** schematisch eine seitliche Schnittansicht einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist,

**[0019]** **Fig. 2B** schematisch eine Schnittansicht senkrecht zur Schnittansicht gemäß **Fig. 2A** ist.

**[0020]** 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**.

**[0021]** 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 Schenkel **20** des Außenrings **16** eingeschoben wird, wobei der Schenkel **20** dann nachfolgend wieder an dem restlichen Außenring **16** befestigt wurde.

**[0022]** 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.

**[0023]** 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'** ge-

führt 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.)

**[0024]** 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 Zwischenring **26**. Es ist nun auch möglich, dass sich der Zwischenring **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.

**[0025]** 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**) des Fanglagers gleitend geführt ist und dass der Außenring (**16, 16'**) ein U-förmiges Profil aufweist, wobei ein Schenkel des U-Profiles durch einen abnehmbaren ringförmigen Steg (**20, 20'**) gebildet ist.

2. 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**) umgibt.

3. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Öffnungswinkel zwischen den beiden Schenkeln des "U"s im U-Profil und dem Boden des "U"s des drehbaren Ringes (**22, 22', 26**) von 90° bis

110° beträgt.

4. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Außenring (**16**) über Feder- und Dämpferelemente **18** an dem Stator **10** montiert ist.

5. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gleitmittel (**24**) zwischen den Ringen (**16, 16', 22, 22', 26**) eingebracht ist.

6. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ringe (**16, 16', 22, 22', 26**) mit einer Gleitschicht versehen sind

7. Elektrische Maschine nach Patentanspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Schenkeln des Außenringes (**16, 16'**) und dem Innenring (**22, 22'**) ein Gleitmittel vorgesehen ist.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

FIG 1A

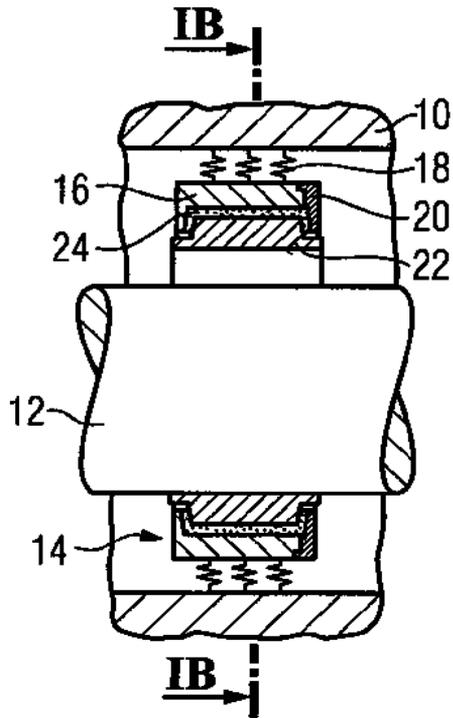


FIG 1B

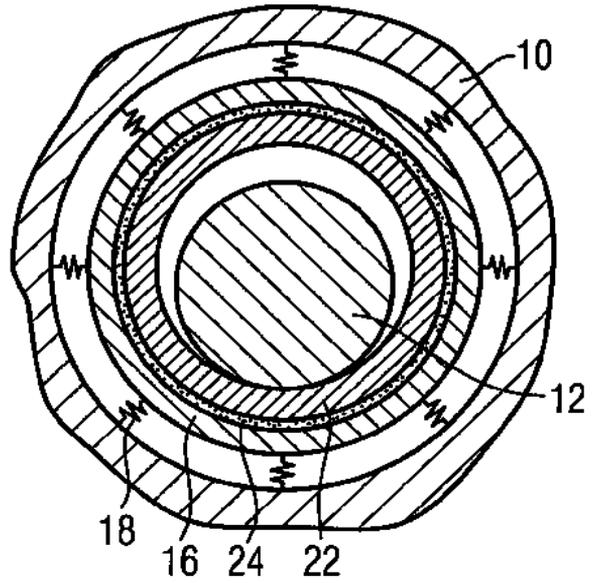


FIG 2A

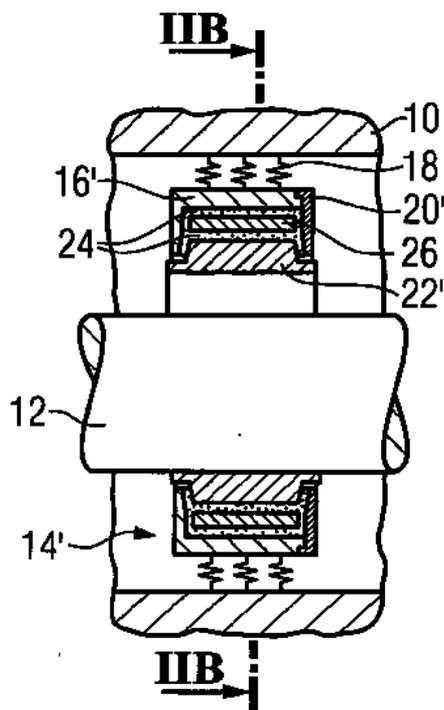


FIG 2B

