



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2009 036 856.6**

(22) Anmeldetag: **10.08.2009**

(43) Offenlegungstag: **17.02.2011**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H02K 5/16** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & Co. KG, Graz,  
AT**

(74) Vertreter:

**Schupp, B., Dipl.-Phys. Dr. rer. nat., Pat.-Ass.,  
60327 Frankfurt**

(72) Erfinder:

**Mayr, Franz, St.Marein, AT; Tangl, Ferdinand, Hart,  
AT**

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

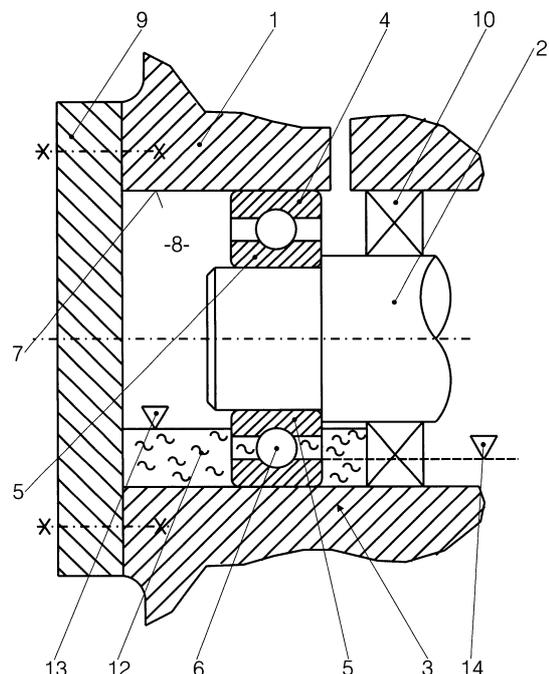
DE	41 00 587	C2
DE	10 2005 021354	A1
DE	10 2004 051186	A1
DE	196 41 938	A1
DE	100 37 423	A1
DE	100 17 777	A1
DE	690 22 371	T2
US	66 38 041	B2
US	2006/01 99 747	A1
US	49 50 413	A
US	39 33 223	A
US	22 10 836	A
EP	08 92 471	B1
KR	1 008 34 411	B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Elektrische Maschine mit vor Stromdurchschlägen geschütztem Wälzlager und Getriebemotor mit einem solchen**

(57) Zusammenfassung: In einer elektrischen Maschine mit einem Wälzlager (3), dessen Innenring (5) auf der Rotorwelle (2) der elektrischen Maschine sitzt, dessen Außenring (4) in einem Gehäuse (1) sitzt und das sich in einem abgeschlossenen Raum (8) befindet, soll das Wälzlager (3) vor elektrischen Durchschlägen geschützt sein. Dazu enthält der Raum (8) eine Flüssigkeit auf wässriger Basis, deren Spiegel (13) die Außenkontur des Innenringes an seiner tiefsten Stelle (14) überragt. Dadurch sind Innenring (5) und Außenring (4) leitend verbunden und der Spannungsausgleich zwischen Rotor und Gehäuse (1) der elektrischen Maschine kann ungehindert und ohne Durchschläge erfolgen. In einer Anwendung als Getriebemotor ist auch das Schmiermittel des Getriebes eine Flüssigkeit auf wässriger Basis.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft elektrische Maschinen aller Art und jeglicher Anwendung, deren Rotor in Wälzlagern gelagert ist. Wälzlager bestehen aus einem Innenring, einem Außenring, den Wälzkörpern und gegebenenfalls einem Käfig. Ein Ring des Wälzlagers (meist der Innenring) ist mit dem Rotor der elektrischen Maschine verbunden, der jeweils andere Ring (meist der Außenring) sitzt im Gehäuse der elektrischen Maschine.

**[0002]** Bei Elektromotoren entsteht durch unsymmetrische Feldverteilung ein Zirkularstrom, der in der Welle des Rotors eine kleine Spannung induziert. Bei Asynchronmotoren tritt bei gewissen Betriebsbedingungen ein Stromfluss zwischen Stator und Rotor auf. Weiters können auch kapazitive Entladungsströme zwischen dem Rotor und dem Stator auftreten, die etwa im Zusammenhang mit einem Umrichterbetrieb stehen.

**[0003]** In jedem Fall wird der Stromkreis über die Wälzlager der Rotorlagerung geschlossen. Der Stromfluss verursacht eine Beschädigung der Wälzlager, welche in der Regel mit Öl oder Fett für ihre Lebensdauer geschmiert sind. Dabei muss der Strom zwischen Innenring und Außenring durch die Wälzkörper fließen und hat dabei zwei Schmierfilme (den zwischen dem Wälzkörper und einerseits dem Innenring und andererseits dem Außenring) zu überwinden. Weil die Schmierfilme eine Isolierschicht bilden, ist der Stromfluss nicht kontinuierlich, sondern er besteht in stochastisch auftretenden Durchschlägen des Schmierfilms. Dabei können kurzzeitig Stromstärken von mehreren Ampère auftreten.

**[0004]** Dieses Durchschlagen verursacht Beschädigungen des Wälzlagers, vor allem der Laufbahnen von Innen- und Außenring. Auf den Laufbahnen entstehen Mikrokrater und Querriffelungen, die zu Vibrationen und Geräusch, und schließlich zum Ausfall des Wälzlagers führen.

## Stand der Technik

**[0005]** Zum Schutz der Lager vor dem beschriebenen Phänomen gibt es im Wesentlichen zwei Wege: Entweder das Wälzlager wird isoliert oder es wird eine elektrisch leitende Brücke zwischen Innen- und Außenring angebracht. Der erste Weg ist beispielsweise in der DE 100 37 423 A1 oder der DE 41 00 587 C2 beschrrieben, der zweite in der EP 892 471 B1.

**[0006]** In der DE 100 37 423 A1 ist ein Isoliering zwischen dem Außenring und dem Gehäuse, was den Sitz des Lagerringes beeinträchtigt und den Einbau erschwert. Die schleifende metallische Brücke der EP 892 471 B1 berührt den jeweils anderen Lagerring nur punkt- und bestenfalls linienförmig, so-

dass sie nur sehr kleine Stromstärken übertragen kann, nicht aber Stromstärken von mehreren Ampère. Außerdem sind die Brücken anfällig für Verschleiß und daher auf die Dauer nicht zuverlässig. In der EP 892 471 B1 enthält das Wälzlager zusätzlich zu der metallischen Brücke noch ein Fett, das durch Beimengung elektrisch leitender Feststoffpartikel leitend ist. Dass das Fett zusätzlich zur Brücke angewendet wird, zeigt, dass weder die Brücke noch das Fett alleine zur Herstellung einer zuverlässigen leitenden Verbindung ausreichen.

## Problem/Lösung

**[0007]** Es ist somit die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe, Wälzlager einer elektrischen Maschine mit minimalem Aufwand zuverlässig vor elektrischen Durchschlägen zu schützen und die dadurch verursachten Beschädigungen hintan zu halten.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass das Wälzlager mit einer Flüssigkeit auf wässriger Basis geschmiert ist, die kraft ihrer Leitfähigkeit den Spannungsausgleich zwischen Innenring und Außenring ermöglicht. Die Flüssigkeit auf wässriger Basis hat neben ihrer elektrischen Leitfähigkeit für die Schmierung eines Wälzlagers ideale Eigenschaften: geringe und nur wenig temperaturabhängige Viskosität, hohe Wärmekapazität für gute Kühlung, Umweltverträglichkeit, und niedere Kosten (Wasser kostet nichts).

**[0009]** Wenn es sich um eine alleinstehende elektrische Maschine handelt und die Wälzlager zwischen Rotor und Gehäuse jeweils in einem abgeschlossenen Raum sitzen, enthält der Raum die Flüssigkeit auf wässriger Basis. Deren Spiegel überragt die Innenkontur des Außenringes an seiner tiefsten Stelle (Anspruch 2), sodass die passierenden Wälzkörper benetzt werden. Im Idealfall beziehungsweise bei Stillstand würde der Spiegel bis zur Außenkontur des Innenringes reichen, im Betrieb wird die Flüssigkeit jedoch von den Wälzkörpern abgedrängt. Der Raum ist zumindest einseitig von einem Dichtring abgeschlossen.

**[0010]** Wenn die elektrische Maschine Teil eines Getriebemotors ist, wobei das Gehäuse des Elektromotors und das Gehäuse des Getriebes miteinander verbunden sind und die Rotorwelle des Elektromotors oder ein mit ihr verbundener Teil in das Getriebe ragt und in einem der beiden Gehäuse gelagert ist, ergibt sich eine besonders vorteilhafte Ausführungsform. In dieser wird das Getriebe mit einem Schmiermittel auf Basis von Wasser betrieben (Anspruch 11). Dabei gelangt das Schmiermittel auf wässriger Basis auch an das in einem der beiden Gehäuse angeordnete Wälzlager.

**[0011]** Das wässrige Schmiermittel enthält, nicht zu-

letzt auch unter Bedachtnahme auf die Eingriffszonen der im Getriebe rotierenden Zahnräder, dispergierte Teilchen eines metallischen Feststoff-Schmiermittels (Anspruch 3), vorzugsweise von Graphit (Anspruch 4) in einem Bereich von 0,1 bis 20%, abhängig von der Größe der Lager beziehungsweise des Getriebes und deren Toleranzen, und der Teilchengröße des Feststoff-Schmiermittels. Bei bestimmten konstruktiven Gegebenheiten ist es von Vorteil, den Anteil des Feststoff-Schmiermittels zu reduzieren (Anspruch 5), in extremen Fällen kann die dadurch verminderte Leitfähigkeit durch erhöhte Zugabe eines Ionisierungsmittels (zum Beispiel Amine oder schwache Säuren) kompensiert werden. Das Feststoff-Schmiermittel wird durch die Rührwirkung der Zahnräder dispergiert gehalten. Weil die Lager aber naturgemäß in einem relativ toten Raum abseits der Zahnräder im Gehäuse sind, wird von dem dispergierten Feststoff-Schmiermittel weniger zu dem Wälzlager gelangen. Das kommt der Lebensdauer des Wälzlagers zugute.

**[0012]** Die Schmierflüssigkeit kann in Weiterbildung der Erfindung gemäß den Ansprüchen 6 bis 10 verschiedene weitere Beimengungen enthalten: Ein Ionisierungsmittel (vorzugsweise ein Amin oder eine schwache Säure), um die Leitfähigkeit der wässrigen Flüssigkeit zu erhöhen, wenn die Leitfähigkeit des Feststoff-Schmiermittels dazu nicht ausreicht; ein Korrosionsschutzmittel (vorzugsweise eine Verbindung der Borsäure, und/oder ein Diäthanolamin und/oder einen Phosphorsäureester) zum Schutz und auch um eventuelle Ionisierungseffekte zu kompensieren oder zu verstärken; ein Frostschutzmittel (vorzugsweise ein Glykol) bei Betrieb im Freien; ein Tensid (vorzugsweise Acetylglykol, das auch den Korrosionsschutz verbessert) zur Verbesserung der Benetzungsfähigkeit; und schließlich ein Dispergiermittel, um Entmischung hintan zu halten.

#### Figuren

**[0013]** [Fig. 1](#): Das Lager einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

**[0014]** [Fig. 2](#): Einen erfindungsgemäßen Getriebemotor.

#### Beschreibung

**[0015]** In [Fig. 1](#) ist von dem Gehäuse **1** einer elektrischen Maschine nur der ein Wälzlager **3** für die Rotorwelle **2** enthaltende Teil zu sehen. Das Wälzlager **3** besteht aus einem in einer Bohrung **7** des Gehäuses sitzenden Außenring **4**, einem auf die Rotorwelle **2** aufgedrückt Innenring **5** und den Wälzkörpern **6**. Das Wälzlager **3** befindet sich in einem Raum **8**, der einerseits von einem Lagerdeckel **9** und andererseits von einem Dichtring **10** begrenzt ist. In dem Raum **8** ist als Schmiermittel eine Flüssigkeit **12** auf Basis von

Wasser mit einem Flüssigkeitsspiegel **13**. Dieser ist gerade etwas höher als die tiefste Stelle **17** der Innenwand des Außenringes **4**. Die Flüssigkeit **12** auf Basis von Wasser ist elektrisch leitend, sie benetzt an der tiefsten Stelle die Innenfläche des Außenringes und somit auch die passierenden Wälzkörper, sie somit alle benetzt sind und die leitende Verbindung zum Innenring herstellen. Der Flüssigkeitsspiegel kann auch höher sein, dann wird die Flüssigkeit von den passierenden Wälzkörpern abgedrängt. Auf diese Weise kann zwischen dem Gehäuse **1** und der Rotorwelle **2** ein erheblicher elektrischer Strom fließen, weil die kritische Übertragung zwischen Innen- und Außenring über einen Großteil der Wälzkörper **6** gleichzeitig erfolgt.

**[0016]** In [Fig. 2](#) haben gleiche Teile dieselben Bezugszeichen wie in [Fig. 1](#). Hier aber ist die elektrische Maschine **1** mit einem Getriebe **20** verbunden. Das Gehäuse **21** des Getriebes **20** ist über einen Flansch **22** mit dem das Wälzlager **3** enthaltenden Teil des Gehäuses **1** der elektrischen Maschine dicht verbunden. Das Getriebegehäuse enthält, ohne auf die üblichen Details einzugehen, eine Vorgelegewelle **25** mit Zahnrädern **26**, **27** und eine Ausgangswelle **28** mit einem Zahnrad **29**. Als Eingangswelle dient die Rotorwelle **2** der elektrischen Maschine. Ihr im Bild sichtbares Ende ist in dem Wälzlager **3** gelagert, ragt darüber hinaus und endet in dem fliegend angeordneten Ritzel **30**. Das Wälzlager **3** ist vom Inneren der elektrischen Maschine durch einen Dichtring **10** getrennt, aber zum Innenraum **31** des Getriebes **20** hin offen.

**[0017]** Das Getriebe **20** hat einen Schmiermittelsumpf **32**, gebildet von einer Flüssigkeit auf wässriger Basis. Der Flüssigkeitsspiegel **33** ist hier gerade so hoch, dass das Zahnrad **26** eintaucht und die Flüssigkeit in den Raum **31** schleudert. Es könnte im Rahmen der Erfindung aber ebenso eine Druckumlaufschmierung vorgesehen sein. Jedenfalls gelangt auch Flüssigkeit zum Wälzlager **3**, obwohl es nicht im Schleuderbereich des Zahnrades **26** liegt. Die Flüssigkeit auf wässriger Basis stellt die leitende Verbindung zwischen dem Rotor **2** und dem Gehäuse **1** her, es könnte bei anderer Anordnung des Flansches **21** auch das Getriebegehäuse **21** sein.

**[0018]** Die Flüssigkeit auf wässriger Basis enthält ein Feststoff-Schmiermittel. Ein solches könnte Zinn oder eine geeignete Molybdän-Verbindung sein. Im vorliegenden Fall ist es flockiger Graphit mit einer Korngröße unter 20 Mikrometer in einem Mischungsverhältnis zwischen 0,1 und 20% Gewicht, unter bestimmten Bedingungen (siehe weiter oben) besser unter 10%, noch besser unter 5%.

**[0019]** Die Flüssigkeit auf wässriger Basis kann sowohl für die Anwendung nach [Fig. 1](#) als auch für die nach [Fig. 2](#) noch weitere Zusätze enthalten. Als Kor-

rosionsschutzmittel kommt ein Borsäurederivat oder ein Karbonsäuresalz von Aluminium, Zink oder Kalzium in Frage. Für den Einsatz im Freien ist eines der bekannten Frostschutzmittel beizumischen. Als Tensid kann ein Azetylderivat eingesetzt werden.

**[0020]** Insgesamt ist durch den großflächigen leitenden Kontakt im Wälzlager jegliche Gefahr eine Beschädigung des Wälzlagers durch Durchschläge oder hohe Stromstärken gebannt. Bei der Anwendung in einem Getriebemotor kommen dazu noch die Vorteile, die die gemeinsame Schmierung mit der wässrigen Flüssigkeit auch für das Getriebe hat: Hohe Wärmekapazität, stabile Viskosität, niedere Kosten und Umweltfreundlichkeit.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10037423 A1 [[0005](#), [0006](#)]
- DE 4100587 C2 [[0005](#)]
- EP 892471 B1 [[0005](#), [0006](#), [0006](#)]

**Patentansprüche**

1. Elektrische Maschine mit einem Wälzlager (3), welches aus einem Innenring (5), einem Außenring (4) und Wälzkörpern (6) besteht, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wälzlager mit einer Flüssigkeit (12) auf wässriger Basis geschmiert ist, die kraft ihrer elektrischen Leitfähigkeit den Spannungsausgleich zwischen Innenring (5) und Außenring (4) ermöglicht.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei der Innenring (5) des Wälzlagers (3) auf der Rotorwelle (2) der elektrischen Maschine sitzt, dessen Außenring (4) in einem Gehäuse (1) sitzt und das Wälzlager (3) sich in einem abgeschlossenen Raum (8) befindet dadurch gekennzeichnet, dass der Raum (8) die Flüssigkeit auf wässriger Basis enthält und deren Spiegel (13) die Innenkontur des Außenringes (4) an seiner tiefsten Stelle (14) überragt.

3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit auf wässriger Basis ein metallisches Feststoff-Schmiermittel enthält.

4. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Feststoffschmiermittel Graphit ist und dessen Gewichtsanteil an der Flüssigkeit auf wässriger Basis 0,1 bis 20% beträgt.

5. Elektrische Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Gewichtsanteil des Feststoffschmiermittels an der Flüssigkeit auf wässriger Basis weniger als 10%, vorzugsweise weniger als 5% beträgt.

6. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit auf wässriger Basis ein Ionisierungsmittel enthält.

7. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit auf wässriger Basis ein Korrosionsschutzmittel enthält.

8. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit auf wässriger Basis ein Frostschutzmittel enthält.

9. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit auf wässriger Basis ein Tensid enthält.

10. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit auf wässriger Basis ein Dispergiermittel enthält.

11. Elektrischer Getriebemotor, bestehend aus einem Elektromotor und einem Getriebe (20), wobei das Gehäuse (1) des Elektromotors und das Gehäuse (21) des Getriebes (20) miteinander verbunden

sind und die Rotorwelle (2) des Elektromotors oder ein mit ihr verbundener Teil in das Getriebe (20) ragt und in einem der beiden Gehäuse (1; 21) gelagert ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (20) ein Schmiermittel auf Basis von Wasser nach einem oder mehreren der Ansprüche 3 bis 10 enthält.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

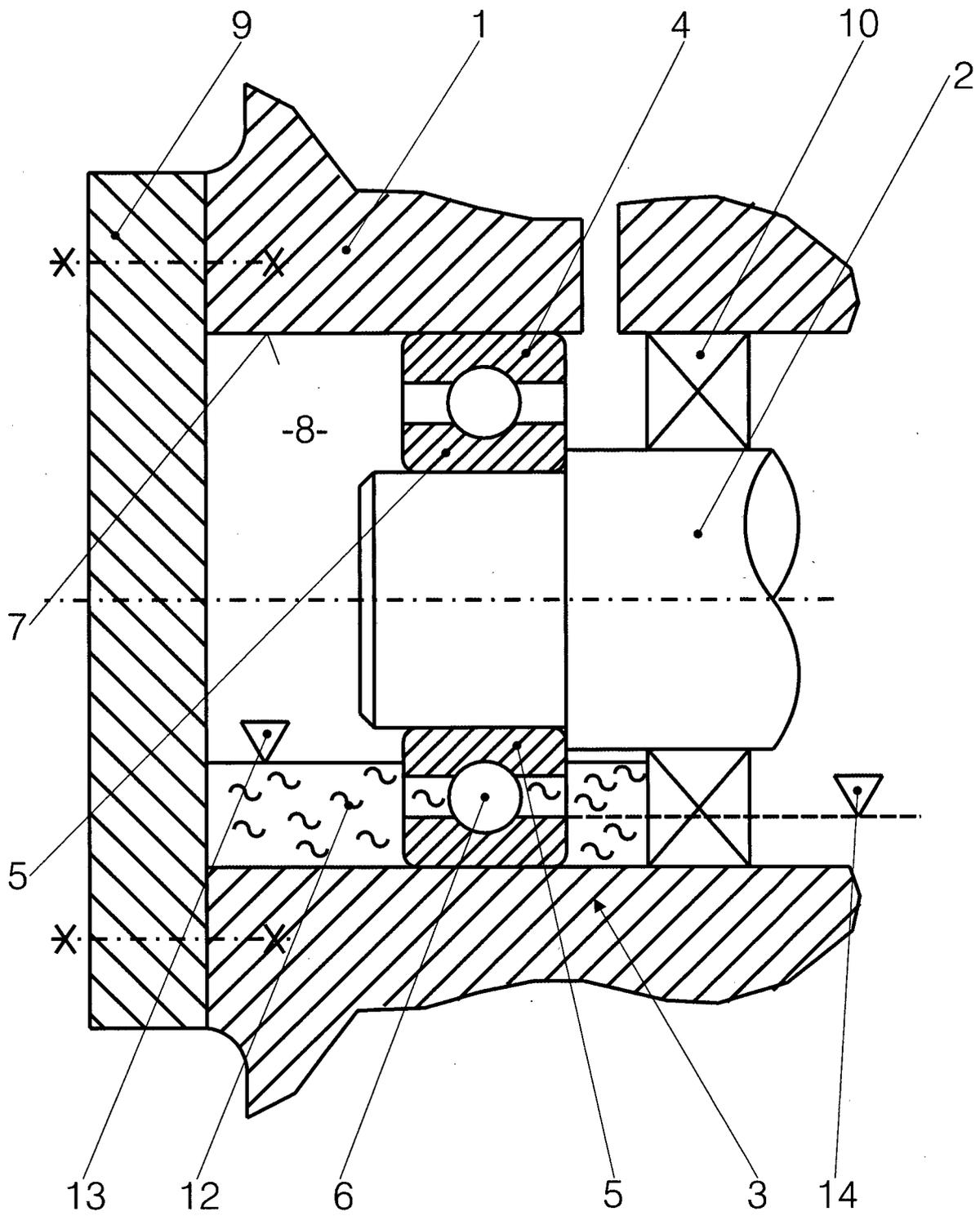


Fig. 1

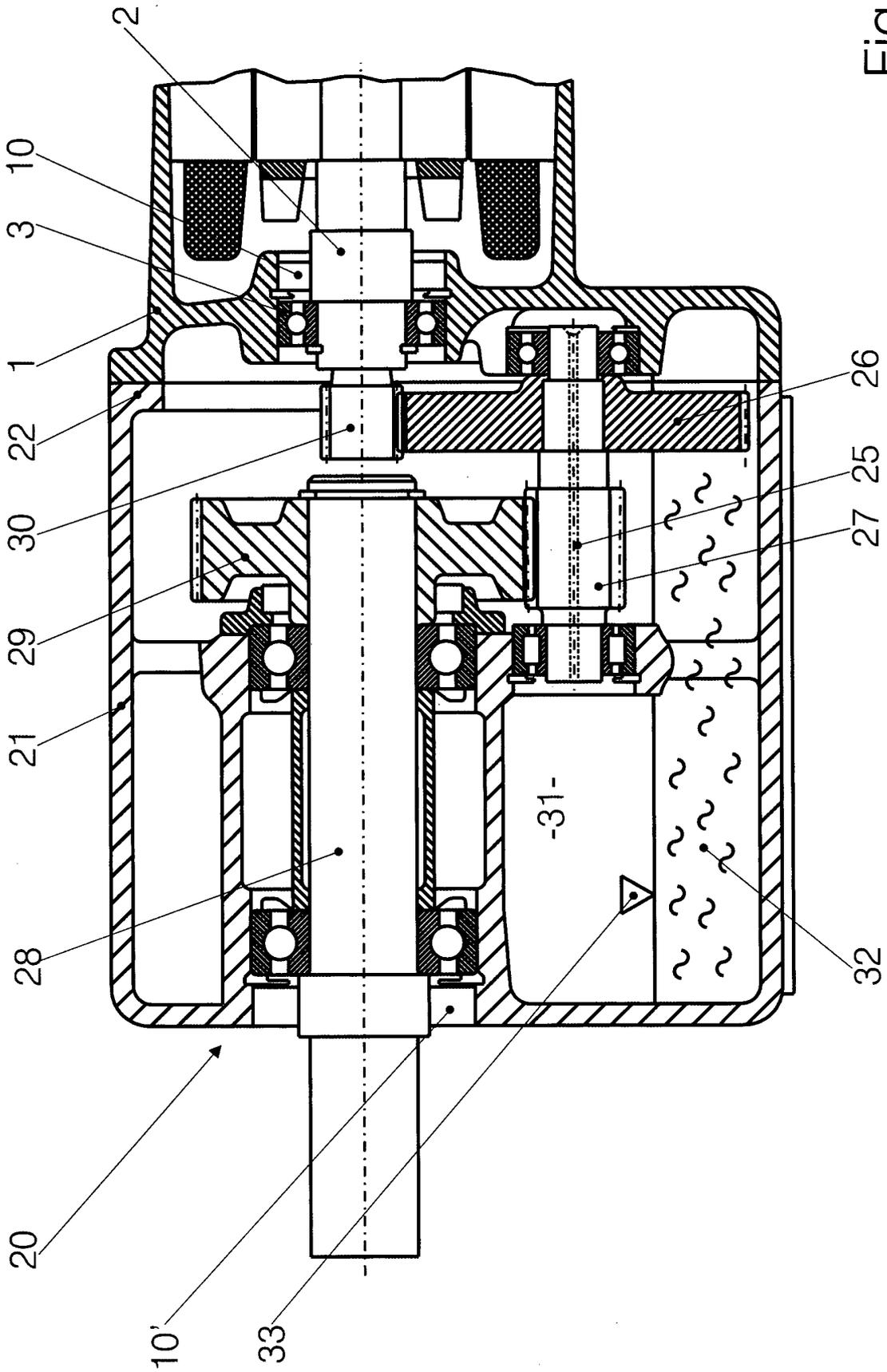


Fig. 2