(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. November 2012 (22.11.2012)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/156360 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 7/08 (2006.01) *F16C 33/20* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/058907

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Mai 2012 (14.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2011 100 921.5 19. Mai 2011 (19.05.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG** [DE/DE]; Bachmühle 2, 74673 Mulfingen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **KEMMER, Erich** [DE/DE]; Eichendorffstr. 5, 97980 Bad Mergentheim (DE). **REICHERT, Erik** [DE/DE]; Emilie-Geissler-Str. 13, 97944 Boxberg (DE). **SCHÖNE, Jürgen** [DE/DE]; Isawastr. 12, 97980 Bad Mergentheim (DE).

(74) Anwalt: **ZAPF, Christoph**; Dr. Solf & Zapf, Candidplatz 15, 81543 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRIC MOTOR WITH SLIDING BEARING ARRANGEMENT CONSISTING OF POLYMER

(54) Bezeichnung : ELEKTROMOTOR MIT GLEITLAGERANORDNUNG AUS KUNSTSTOFF

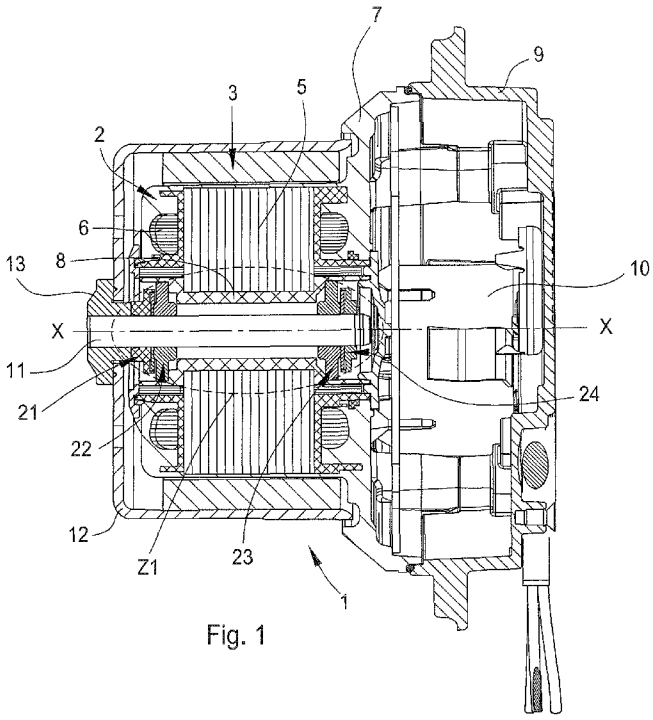


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electric motor (1), in particular an external rotor motor for driving a fan, with a stator (2), with a rotor (3) and with a sliding bearing for a shaft (11) of the rotor (3), wherein the sliding bearing has at least one bearing element (22, 23, 26, 29, 30, 60) formed from a polymer and having at least one sliding face (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 60a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c), which is paired with the capacity for relative movement with an opposing sliding face (40, 21b, 24b, 25b, 27b, 28b, 31b). In order to make it possible for the electric motor (1) to fulfil a high running power, in particular a running power of more than 25,000 operating hours required in the case of fans, with a production procedure involving little technological complexity and with very low maintenance requirements for the bearing arrangement, what is proposed is that at least the material of the sliding face (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 60a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c) or the material of the opposing sliding face (40) is a polymer which consists completely or partially of a high-performance thermoplastic polymer filled with a solid lubricant or of a duroplastic formed from phenolic resin and filled with a solid lubricant.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/156360 A1

SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Die Erfindung betrifft einen Elektromotor (1), insbesondere einen Außenläufermotor zum Antrieb eines Ventilators, mit einem Stator (2), mit einem Rotor (3) und mit einem Gleitlager für eine Welle (11) des Rotors (3), wobei das Gleitlager mindestens ein aus einem Kunststoff gebildetes Lagerelement (22, 23, 26, 29, 30, 60) mit mindestens einer Gleitfläche (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 60a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c) aufweist, die relativbeweglich mit einer Gegengleitfläche (40, 21b, 24b, 25b, 27b, 28b, 31b) gepaart ist. Um zu erreichen, dass der Elektromotor (1) bei technologisch wenig aufwändiger Herstellungsweise mit geringster Wartungsleistung für die Lageranordnung, eine hohe Laufleistung, insbesondere eine bei Ventilatoren geforderte Laufleistung von mehr als 25.000 Betriebsstunden, erfüllt, wird vorgeschlagen, dass zumindest das Material der Gleitfläche (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 60a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c) oder das Material der Gegengleitfläche (40) ein Kunststoff ist, welcher vollständig oder teilweise aus einem mit einem festen Schmierstoff gefüllten thermoplastischen Hochleistungskunststoff oder aus einem mit einem festen Schmierstoff gefüllten, aus Phenolharz gebildeten Duroplasten besteht.

„Elektromotor mit Gleitlageranordnung aus Kunststoff“

Die Erfindung betrifft einen Elektromotor in Außenläufer-Bauweise, insbesondere zum Antrieb eines Ventilators, mit einem Stator, mit einem Rotor und mit einem Gleitlager für eine Welle des Rotors, wobei das Gleitlager mindestens ein aus einem Kunststoff gebildetes Lagerelement mit mindestens einer Gleitfläche aufweist, die relativbeweglich mit einer Gegengleitfläche gepaart ist.

Zur Lagerung des Rotors von Außenläufer-Elektromotoren werden heute überwiegend Kugellager eingesetzt. In manchen Fällen werden auch Gleitlager in Verbindung mit Fetten oder Ölen als Schmiermittel verwendet.

So ist aus der CH 623 965 A5 eine Kunststoff-Lagerbuchse für einen Elektrokleinstmotor bekannt, die eine rohrförmig verlaufende Lagerinnenmantelfläche mit einer Gleitfläche und eine dazu koaxiale Lageraußenmantelfläche aufweist. Die Lagerbuchse ist im Bereich ihrer Außenmantelfläche spannungsfrei und einbauspielfrei in einer Lageraufnahme des Stators des Kleinstmotors angeordnet, ohne mit diesem stoffschlüssig verbunden zu sein.

Die DE 42 09 579 A1 beschreibt ein Lager für eine Welle, insbesondere für die Antriebswelle eines Rotors einer Pumpe, mit einem aus Metallguss bestehenden Lagerschild, das mit einer Ausnehmung versehen ist, in die eine Lager-

buchse aus einem Kunststoff pressend eingesetzt ist. Um bei hoher Maßgenauigkeit den Montageaufwand des Lagers zu senken, ist für die Lagerbuchse eine spezielle Querschnittskontur vorgesehen, die es gestattet, vor dem Einsetzen der Buchse auf eine spanende Bearbeitung der Ausnehmung im Lagerschild zu verzichten.

Die DE 10 2006 005 602 A1 bezieht sich auf ein fluiddynamisches Lagersystem, insbesondere für einen Spindelmotor, mit einer Welle, die in einer Lagerbuchse aufgenommen und relativ zu dieser drehbar gelagert ist. Auch hier besteht die Lagerbuchse aus Kunststoff.

In der DE 10 2008 007 720 A1 wird ein elektromotorischer Antrieb der eingangs genannten Art beschrieben, welcher einen Stator und einen Rotor enthält, wobei der Rotor eine Rotorwelle aufweist, die mittels zweier Lager in einem Gehäuse gelagert ist. Mindestens eines der Lager ist an seiner Innenfläche, die die Gleitfläche des Lagerelementes bildet, auf ein Gegenstück aufgepresst. Das Gegenstück ist ein zylindrischer Zapfen und weist die Gegengleitfläche auf. Das Lager, insbesondere ein als Stützlager ausgebildetes Gleitlager, ist mit einem Schmiermitteldepot versehen und kann ein gesintertes Bauteil oder auch ein Kunststofflager sein.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Elektromotor der eingangs genannten Art zu schaffen, der bei technologisch wenig aufwändiger Herstellungsweise mit geringster Wartungsleistung für die Lageranordnung eine hohe Laufleistung, insbesondere eine bei Ventilatoren geforderte Laufleistung von mehr als 25.000 Betriebsstunden, erfüllt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Flächenpressungen in den Gleitflächen und Gegengleitflächen im Bereich von 0,05 N/mm^2 bis 0,20 N/mm^2 und insbesondere die Gleitgeschwindigkeiten im

Bereich von 0,5 m/s bis 1,5 m/s liegen und dass zumindest das Material der Gleitfläche oder der Gegengleitfläche des Lagerelements ein Kunststoff ist, welcher vollständig oder teilweise aus einem, mit einem festen Schmierstoff gefüllten thermoplastischen Hochleistungskunststoff oder aus einem, mit einem festen Schmierstoff gefüllten, aus Phenolharz gebildeten Duroplasten besteht.

Im Vergleich mit den konventionellen Kugellagersystemen und den üblicherweise verwendeten Gleitlagersystemen mit Schmiermitteln ergeben sich durch die Erfindung eine Reihe technischer Vorteile. So ist das Kunststoff-Gleitlager eines erfindungsgemäßen Elektromotors unempfindlich gegen Korrosion und Verschmutzung. Es ist durch seinen konstruktiven Aufbau auch unempfindlicher gegen axiale und radiale Kräfte, insbesondere unempfindlicher gegen Stöße, als die herkömmlichen Lager. Zudem sind keine Schmiermittel erforderlich, welche altern oder verschmutzen. Dadurch können bei den erfindungsgemäßen Flächenpressungen und Gleitgeschwindigkeiten höhere Lebensdauern erreicht werden. Zusätzlich zu den technischen Vorteilen können sich durch die Verwendung einfacher Spritzguß-Lagerelemente Kostenvorteile ergeben, weil der Herstellungsaufwand gesenkt werden kann.

Was sie Erfüllung der Forderung nach einer Laufleistung von mehr als 25.000 Betriebsstunden betrifft, so bedeutet dies, dass in der Lageranordnung des erfindungsgemäßen Elektromotors ein zulässiger Verschleiß - bezogen auf den anfänglichen Durchmesser der Welle des Rotors - von maximal 2,5 %, vorzugsweise von maximal 1,5 %, im angegebenen Zeitraum nicht überschritten wird. Dies wird bei den erfindungsgemäßen Flächenpressungen p in den Gleitpaarungen im Bereich von 0,05 bis 0,20 N/mm^2 und den Gleitgeschwindigkeiten v im Bereich von 0,5 bis 1,5 m/s, die sich im jeweiligen Anwendungsfall als spezifische p-v-Charakteristika innerhalb dieser Bereiche ausdrücken können, erreicht.

In einem erfindungsgemäßen Elektromotor vorhandene Lagerelemente können dabei, wie nachstehend aufgeführt, verschiedenartig ausgebildet sein:

- mit hohlzylindrischer Grundgestalt als Anlauf- oder Lagerbuchse, welche mindestens eine axial gerichtete oder eine radial innen liegende Gleitfläche bzw. Gegengleitfläche aufweist,

- mit hohlzylindrischer oder zylindrischer Grundgestalt als zumindest ein Teil der Welle des Rotors, welches mindestens eine radial außen liegende Gleitfläche bzw. Gegengleitfläche aufweist,

- mit ringscheibenförmiger Grundgestalt als Anlaufscheibe, welche mindestens eine axial gerichtete Gleitfläche bzw. Gegengleitfläche aufweist.

Die Bezeichnungen „Gleitfläche" und „Gegengleitfläche" sind dabei als gegeneinander austauschbar anzusehen, da in einer Gleit- bzw. Reibpaarung immer zwei Flächen als Gleitflächen aufeinander gleiten. Die Gegengleitfläche ist daher vom Wesen her ebenfalls eine Gleitfläche.

Ein Lagerelement kann also mindestens eine in axiale Richtung weisende Gleitfläche bzw. Gegengleitfläche aufweisen, welche sich bevorzugt auf einer Stirnfläche an einem axialen Bund eines als Lager- oder als Anlaufbuchse ausgebildeten Lagerelements oder auf einer Stirnfläche eines als Anlaufscheibe ausgebildeten Lagerelements befindet.

Es kann auch mit Vorteil vorgesehen sein, dass das Lagerelement durch einen integralen Bestandteil des Stators oder der Statorbuchse gebildet oder an den Stator oder die Statorbuchse angespritzt ist.

Das Gleitlager eines erfindungsgemäßen Motors kann dabei ein trocken laufendes oder ein mit einer Initialschmierung versehenes Gleitlager sein. Eine gegen die Gleitfläche des Lagers relativbewegliche Gegengleitfläche kann darin aus Kunststoff oder aus Metall, insbesondere aus Stahl, bestehen. Wenn es sich um Kunststoff handelt, kann dabei in der Gegengleitfläche mit Vorteil der gleiche Werkstoff zur Anwendung kommen wie in der Gleitfläche des Lagerelements.

Im Hinblick auf das Gleitlagermaterial wird hier der Ausdruck "technischer Kunststoff" verwendet. Dieser Ausdruck bezieht sich auf eine in der Fachwelt übliche Einteilung der Kunststoffe hinsichtlich ihrer Dauergebrauchstemperatur. Danach wird zwischen Massen- oder Standardkunststoffen mit einer Dauergebrauchstemperatur bis zu 90 EC, technischen Kunststoffen mit einer Dauergebrauchstemperatur bis zu 140 EC und Hochleistungskunststoffen mit einer Dauergebrauchstemperatur über 140 EC unterschieden. Diese Dauergebrauchstemperatur kann auf verschiedene Weise ermittelt werden. In der Methode nach UL 746 B wird ein sogenannter Temperatur-Index angeführt, d. h., es wird diejenige Temperatur bestimmt, bei der der Polymerwerkstoff nach 60 000 bzw. 100 000 Stunden noch die Hälfte seiner Zugfestigkeit, seiner Schlagzugfestigkeit oder seiner elektrischen Durchschlagfestigkeit aufweist. Eine analoge Methode ist die gemäß der Vorschrift IEC 216 (IEC = International Electrical Committee), die der DIN VDE 0304 entspricht. Nach dieser Methode wird diejenige Temperatur bestimmt, bei der nach 20 000 Stunden die Werte der mechanischen und elektrischen Eigenschaften nur noch die Hälfte betragen. Als besonders bevorzugt wird es angesehen, dass der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein Polyarylenetherketon (PEAK), insbesondere ein Polyphenylen, ist.

Der feste Schmierstoff, der zur weiteren Herabsetzung der Reibungszahl dient, kann bevorzugt Partikel aus Graphit und/oder aus einem Fluorpolymer, insbe-

sondere aus Polytetrafluorethylen (PTFE), enthalten oder vollständig aus diesen bestehen. Der Anteil des festen Schmierstoffs kann dabei im Bereich von 5 Prozent bis 40 Prozent, insbesondere im Bereich von 10 Prozent bis 30 Prozent, liegen. Eine optimale Schmierwirkung bei guter Einbindung in das Kunststoffmaterial tritt dabei ein, wenn die Partikel eine maximale Teilchengröße von 0,2 mm, insbesondere von 0,1 mm, aufweisen, wobei die Teilchengröße des Graphits bevorzugt im Bereich von 10 bis 100 µm und/oder die Teilchengröße des Polytetrafluorethylens (PTFE) bevorzugt im Bereich von 10 bis 50 µm liegt.

Zur Erhöhung der Festigkeit und Stabilität kann das Material der Gleitfläche mit Fasern, insbesondere Glasfasern, Aramidfasern und/oder Kohlenstofffasern, verstärkt sein. Der Anteil der Fasern kann im Bereich von 20 Prozent bis 60 Prozent, insbesondere im Bereich von 20 Prozent bis 45 Prozent, liegen. Eine optimale festigkeitserhöhende Wirkung bei guter Einbindung in das Kunststoffmaterial tritt dabei ein, wenn die Fasern eine maximale Länge von 3,0 mm, insbesondere von 1,0 mm aufweisen, wobei die Länge der Fasern bevorzugt im Bereich von 80 µm bis 500 µm liegt.

Erfindungsgemäß besonders bevorzugt kann das Material der Gleitfläche aus einem teilkristallinen kohlefaserverstärkten, mit Graphit und Polytetrafluorethylen (PTFE) gefüllten Polyetheretherketon (PEEK) oder aus einem phenolharzgebundenen, glasfaserverstärkten und mit Graphit gefüllten Duroplasten oder aus einem phenolharzgebundenen, mit Graphit gefüllten Duroplasten oder aus einem mit Polytetrafluorethylen (PTFE) und Graphit gefüllten Polyphenylensulfid (PPS) oder aus einem mit Polytetrafluorethylen (PTFE) und Graphit gefüllten Polyamidimid (PAI) oder aus einem mit Aramid und Polytetrafluorethylen (PTFE) gefüllten Polyphenylensulfid (PPS) oder aus einem mit Kohlefasern gefüllten Polyphenylensulfid (PPS) oder aus einem mit Kohlefasern und Polytetrafluorethylen (PTFE) und Graphit gefüllten Polyphenylensulfid (PPS) bestehen.

Aramide ist eine Abkürzung für aromatische Polyamide. Entsprechend einer Definition der US-amerikanischen Federal Trade Commission werden jedoch nur solche langkettigen synthetischen Polyamide als Aramide bezeichnet, bei denen mindestens 85 Prozent der Amidgruppen direkt an zwei aromatische Ringe gebunden sind. Aramide sind überwiegend in Form von Fasern im Handel, wobei im Hinblick auf ihren erfindungsgemäßen Einsatz in einem Gleitlager des erfindungsgemäßen Außenläufermotors neben einer hohen Festigkeit und Verschleißbeständigkeit insbesondere ihre schwingungsdämpfenden Eigenschaften von Bedeutung sind.

Weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung enthalten. Anhand mehrerer in den beiliegenden Zeichnungsfiguren dargestellter Ausführungsbeispiele wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 im Längsschnitt, ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Elektromotors,

Fig. 1a einen vergrößerten Ausschnitt Z1 aus Fig. 1,

Fig. 2 in einer Fig. 1 entsprechenden Darstellung, ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Elektromotors,

Fig. 2a einen vergrößerten Ausschnitt Z2 aus Fig. 2,

Fig. 3 in einer Fig. 1 und 2 entsprechenden Darstellung, ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Elektromotors,

Fig. 3a einen vergrößerten Ausschnitt Z3 aus Fig. 3,

Fig. 4 ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Elektromotors,

Fig. 4a einen vergrößerten Ausschnitt Z4 aus Fig. 4,

Fig. 5 im Querschnitt, eine bevorzugte Ausführung eines in einem erfindungsgemäßen Elektromotor einsetzbaren Lagerelements,

Fig. 6 die bevorzugte Ausführung des Lagerelements gemäß Fig. 5 in einer Schnittdarstellung entlang der Linie VI-VI in Fig. 5,

Fig. 7 in einer Querschnittdarstellung, eine exemplarische Darstellung eines Ausschnitts aus einer Gleitpaarung in einem erfindungsgemäßen Elektromotor.

Zu der anschließenden Beschreibung wird ausdrücklich betont, dass die Erfindung nicht auf die Ausführungsbeispiele und dabei auch nicht auf alle oder mehrere Merkmale von beschriebenen Merkmalskombinationen beschränkt ist, vielmehr kann jedes einzelne Teilmerkmal jedes Ausführungsbeispiels auch losgelöst von allen anderen im Zusammenhang damit beschriebenen Teilmerkmalen für sich und auch in Kombination mit beliebigen Merkmalen eines anderen Ausführungsbeispiels eine erfinderische Bedeutung haben.

In den Figuren der Zeichnung sind dieselben Teile, soweit nicht ausdrücklich anders erwähnt, auch stets mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass sie in der Regel auch jeweils nur einmal beschrieben werden.

Wie zunächst die Schnittdarstellungen in Fig. 1, 1a, 2, 2a, 3 und 3a übereinstimmend zeigen, umfasst ein erfindungsgemäßer Elektromotor 1, der insbesondere als Außenläufermotor zum Antrieb eines Ventilators ausgeführt ist, einen Stator 2 und einen Rotor 3. Der Außenumfang des Rotors 3 ist zur Aufnahme von Ventilatorflügeln ausgebildet, die selbst nicht in den Zeichnungen dargestellt sind.

Jeweils dem Stator 2 zugehörig bzw. zuzuordnen sind dabei Statorblechpakete 5, Statorwicklungen 6, ein Statorflansch 7 sowie ein Lagertragrohr 8. In den Ausführungen gemäß Fig. 1 bis 3 sind der Statorflansch 7 und das Lagertragrohr 8 jeweils getrennt und in Fig. 4 einstückig ausgeführt. In den Ausführungen nach Fig. 1 bis 3 ist auf den Statorflansch 7 ein Elektronikgehäuse 9 aufgesetzt, das eine Steuerelektronik 10 abdeckt, welche aus einer mit elektronischen Bauelementen bestückten Leiterplatte besteht und insbesondere für eine elektronische Kommutierung ("ec = electronically commutated") des Elektromotors 1 ausgelegt sein kann.

Jeweils dem Rotor 3 zugehörig bzw. zuzuordnen sind die Rotorwelle 11 und eine Rotorglocke 12, die miteinander drehfest über eine Nabe 13 verbunden sind. Die Rotorwelle 11 ist bevorzugt ein gedrehtes Stahlteil, das nach der mechanischen Bearbeitung gehärtet und ggf. angelassen sowie nach dieser thermischen Behandlung geschliffen ist, so dass ihre Oberfläche eine Härte von 48 bis 60 HRC und einen Rauwert R_z – verstanden als größte Höhe des Rauheitsprofils nach DIN EN ISO 4287 - von maximal 1 µm aufweist.

Zur Lagerung der Welle 11 des Rotors 3 in dem Lagertragrohr 8 sind Gleitlager mit aus Kunststoff gebildeten Lagerelementen vorgesehen. Dabei handelt es sich um gespitzte Teile mit unbearbeiteter Oberfläche. Diese Lagerelemente sind in Fig. 1 und 1a mit den Bezugszeichen 21, 22, 23 und 24, in Fig. 2, 2a, 3

und 3a mit den Bezugszeichen 25, 26 und 27 und in Fig. 4 und 4a mit den Bezugszeichen 28, 29, 30 und 31 bezeichnet.

Die Lagerelemente 21, 24 (Fig. 1, 1a), 25, 27 (Fig. 2, 2a, 3, 3a), 28, 31 (Fig. 4, 4a) werden als Anlaufelemente bezeichnet und dienen der axialen Positionierung der übrigen – bevorzugt gemäß der Erfindung ausgebildeten – Lagerelemente 22, 23, 26, 29, 30. Sie bestehen bevorzugt jeweils aus einem Kunststoffträger 211, 241 (Fig. 1a), 251, 271 (Fig. 2a, 3a), 281, 311 (Fig. 4a), auf dem auf seiner dem Lagerelement 22, 23 (Fig. 1, 1a), 26 (Fig. 1, 2a, 3, 3a) zugekehrten Seite eine Stahlscheibe 212, 242, 252, 272, 282, 312 befestigt ist. Die jeweilige Stahlscheibe 212, 242, 252, 272, 282, 312 wird dabei an ihrem Außenrand von dem Kunststoffträger 211, 241, 251, 271, 281, 311 übergriffen.

Jedes Lagerelement 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 weist mindestens eine Gleitfläche auf, die - wie ausgeführt - in einer konkreten Gleitpaarung auch als Gegengleitfläche auftreten kann. Die Gleitflächen sind in einer Hälfte jeder der Figuren 1a, 2a, 3a und 4a mit dickeren Linien hervorgehoben und in der Zeichnung mit den Bezugszeichen des jeweiligen Lagerelements 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 gekennzeichnet, dem jeweils ein Buchstabe "a", "b" oder "c" angefügt ist.

Jede Gleitfläche 21b, 22a, 22b, 23a, 23b, 24b, 25b, 26a, 26b, 26c, 27b, 28b, 29a, 29b, 30a, 30b, 31b ist relativbeweglich mit einer Gegengleitfläche gepaart. Diese Gegengleitfläche befindet sich jeweils für alle Gleitflächen mit dem Buchstabenzusatz "a", bei denen es sich jeweils um radial innen liegende Gleitflächen der Lagerelemente 22, 23, 26, 29, 30 handelt, auf dem Umfang der Welle 11 des Rotors 3 und ist einheitlich mit dem Bezugszeichen 40 gekennzeichnet. Für alle Gleitflächen mit dem Buchstabenzusatz "b" oder "c", bei denen es sich jeweils um axial X-X gerichtete Gleitflächen handelt, befindet sich die Gegengleitfläche auf einer Stirnfläche des jeweils benachbart angeordneten Lager-

elements 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 und hat in der Zeichnung ebenfalls den Buchstabenzusatz "b" oder "c". Für den einzig in den Zeichnungen dargestellten allgemeinen Fall, dass die Anlaufscheiben und –buchsen 21, 24, 25, 27, 28, 31 bevorzugt jeweils aus einem Kunststoffträger 211, 241, 251, 271, 281, 311 und einer Stahlscheibe 212, 242, 252, 272, 282, 312 bestehen, sind die Gleitflächen dieser Elemente mit dem Buchstabenzusatz "b" oder "c" nicht erfindungsgemäß ausgebildet. Bei den entsprechenden axial gerichteten Gleitflächen 21b, 24b, 25b, 27b, 28b, 31b handelt es sich dabei also in jedem exemplarisch dargestellten Fall um Gegengleitflächen zu den Gleitflächen der Lagerelemente 22, 23, 26, 29, 30.

Die Mehrzahl der dargestellten Lagerelemente - und zwar die Lagerelemente 21, 22, 23 und 24 in Fig. 1 und 1a, 25, 26 und 27 in Fig. 2, 2a, 3 und 3a sowie 28, 29, 30 und 31 in Fig. 4 – weisen eine hohlzylindrische Grundgestalt auf. Sie können dabei jeweils als Lagerbuchse ausgebildet sein, welche mindestens eine radial innen liegende Gleitfläche 22a, 23a, 26a, 29a, 30a aufweist. Andere Lagerelemente - und zwar die Lagerelemente 21 und 24 in Fig. 1 - weisen jeweils eine ringscheibenförmige Grundgestalt auf, wobei sie jeweils als Anlaufscheibe ausgebildet sind, welche eine axial innen liegende Gleitfläche 21b, 24b aufweist.

Der Unterschied der Anlaufscheiben 21, 24 und 31 und der Anlaufbuchsen 25, 27, 28, die alle zusammen als Anlaufelemente 21, 24, 25, 27, 28, 31 bezeichnet werden können, besteht darin, dass die Anlaufbuchsen 25, 27, 28 eine größere axiale Länge als die Anlaufscheiben 21, 24, 31 aufweisen, wobei die axiale Länge der Anlaufbuchsen 25, 27, 28 bevorzugt auch größer ist als die Wandstärke des Hohlzylinders. Letzteres trifft auch auf die in der Zeichnung exemplarisch dargestellten Lagerbuchsen 26, 29 und 30 zu. Eine große axiale Länge vergrößert den Flächeninhalt der jeweiligen radialen Gleitfläche 26a, 29a, 30a des Lagerelementes 26, 29, 30, wodurch vorteilhafterweise die Flächen-

pressung p in den mit der Rotorwelle 11 gebildeten Gleitlagern und damit die Verschleißbeanspruchung in der jeweiligen Lagerstelle verringert werden.

Des Weiteren weisen in den dargestellten Ausführungen die Anlaufelemente 25, 27, 28, 31 jeweils einen Bund auf und die Lagerbuchsen 22, 23, 26, 29, 30 nicht, da ihre Wandung und damit ihr Außendurchmesser im Sinne der Erfüllung ihrer Lager- und Stützfunktion größer ausgebildet ist als der Außendurchmesser des Grundkörpers der Anlaufbuchsen 25, 27, 28, 31. Einer dieser Bünde ist in Fig. 2a, 3a und 4a jeweils mit dem Bezugszeichen B bezeichnet. Die axial gerichteten Gleitflächen 26b, 27b, 29b, 31b befinden sich jeweils stirnseitig auf einer Stahlscheibe 252, 272, 282, 312, die am Bund B befestigt ist. Unter "axial gerichtet" wird hierbei - wie in der Geometrie üblich - verstanden, dass die Längsachse X-X senkrecht zur jeweiligen Ebene der Fläche steht, bzw. dass der Normalenvektor der Fläche in Richtung der Längsachse X-X verläuft.

Während die Lagerbuchsen 22, 23, 26, 29, 30 nur eine Lager- und Stützfunktion erfüllen, verhindern die Anlaufelemente 21, 24, 25, 27, 28, 31 zusätzlich ein zu großes axiales Spiel. Dazu steht die rechts in Fig. 2, 2a, 3, 3a dargestellte Anlaufbuchse 27 zusätzlich unter axial wirkender Federbelastung. Konkret handelt es sich um eine Schraubenfeder 50, die die Welle 11 des Rotors 3 umgibt und die sich einerseits an dem Bund B auf der der Gleitfläche 27b der Anlaufbuchse 27 gegenüber liegenden Seite und andererseits an einer auf der Welle 11 montierten Wellenendscheibe 51 axial abstützt.

Die Krafteinwirkung der Feder 50 auf die Anlaufbuchse 27 und damit auf die Lagerbuchse 26 und auch über die Lagerbuchse 26 auf die anderendig angeordnete zweite Anlaufbuchse 25 vergrößert jeweils durch die entsprechende Anstellung und den Andruck die Flächenpressung an den Kontaktstellen 25/26, 26/27, was aber durch eine entsprechend der Einbausituation größtmögliche

Dimensionierung der Durchmesser der Bünde B der Anlaufbuchsen 25, 27 und des Außendurchmessers der Lagerbuchse 26 wieder ausgeglichen wird, da dies zu einer Vergrößerung der paarweise miteinander zusammenwirkenden Gleitflächen 25b/26b, 26c/27b führt. Auch kann unter diesem Aspekt eine entsprechende Gestaltung der Kennlinie der Druckfeder 50 erfolgen.

In den dargestellten Ausführungen ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass zumindest jeweils das Material der Gleitfläche 22a, 22b, 23a, 23b, 26a, 26b, 26c, 29a, 29b, 30a, 30b eines als Lagerbuchse 22, 23, 26, 29, 30 ausgebildeten Lagerelements ein mit einem festen Schmierstoff gefüllter Kunststoff ist, welcher vollständig oder teilweise aus einem thermoplastischen Hochleistungskunststoff oder aus einem, aus Phenolharz gebildeten Duroplasten besteht.

Wie bereits erwähnt, wird es als besonders bevorzugt angesehen, dass der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein Polyarylenetherketon (PEAK), insbesondere ein Polyphenylen ist, z. B. Poly[di-(oxy-1,4-phenylen)carbonyl-1,4-phenylen] (Polyetheretherketon, PEEK). Zu dieser Gruppe von Hochleistungskunststoffen gehören auch Poly[oxy-1,4-phenylenoxy-di-(1,4-phenylencarbonyl-1,4-phenylen] (Polyetheretherketonketon, PEEKK) und Poly[oxy-1,4-phenylencarbonyl-1,4-phenylenoxy-di-(1,4-phenylencarbonyl)-1,4-phenylen] (Polyetherketonetherketonketon, PEKEKK). Diese Werkstoffe weisen nicht nur eine hohe Wärmebeständigkeit auf, was insbesondere im Hinblick auf die Entstehung von Reibungswärme von Bedeutung ist, sondern auch weitere vorteilhafte Eigenschaften, wie hohe Festigkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit und geringe Reibungszahlen in Paarung mit insbesondere Stahl, aus dem insbesondere die Welle 11 des Rotors 3 bestehen kann.

Besonders bevorzugte individualisierte Werkstoffausführungen liegen dabei dann vor,

- wenn der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein teilkristallines Polyetheretherketon (PEEK) ist, welches eine Kohlefaserverstärkung und eine Füllung mit Graphit und Polytetrafluorethylen (PTFE) aufweist;

- wenn der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein teilkristallines Polyamidimid (PAI) ist, welches eine Füllung mit Graphit und Polytetrafluorethylen (PTFE) aufweist;

- wenn der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein teilkristallines Polyphenylensulfid (PPS) ist, welches eine Kohlefaserverstärkung und/oder eine Füllung mit Graphit und Polytetrafluorethylen (PTFE) oder mit Aramid und Polytetrafluorethylen (PTFE) aufweist;

- wenn der aus Phenolharz gebildete Duroplast mit Graphit gefüllt ist,

- und wenn der aus Phenolharz gebildete Duroplast mit Graphit gefüllt und zusätzlich glasfaserverstärkt ist.

Die in den Werkstoff eingelagerten Fasern und/oder Partikel können dabei durch Parameter beschrieben werden, welche bevorzugt in Bereichen liegen, wie sie nachstehend noch erläutert werden.

Die spezielle werkstofftechnische Gestaltung der Lagerelemente 22, 23, 26, 29, 30 in dem erfindungsgemäßen Elektromotor 1 gestattet nicht nur eine gegenüber Wälzlagern vereinfachte Fertigung, sondern ermöglicht es auch - und zwar ohne spanabhebende Bearbeitung und bei Sicherung einer hohen Bauteilstabilität - verschiedenartige vorteilhafte konstruktive Modifikationen vorzunehmen.

So ist in der Zeichnung dargestellt, dass das in dem erfindungsgemäßen Elektromotor 1 enthaltene Gleitlager als einteiliges Zylinderlager (Fig. 2, 2a) oder

als zweiteiliges Zylinderlager (Fig. 1, 1a) oder auch als Kalottenlager (Fig. 4, 4a) gestaltet werden kann, wobei das Letztere ausrichtbare Lagerelemente 29, 30 umfassen kann, die eine kugelartig gekrümmte Außenfläche AF aufweisen.

In Fig. 3 und 3a ist eine Ausführungsform entsprechend Fig. 2 und 2a dargestellt, wobei der Unterschied der beiden Ausführungsformen lediglich darin besteht, dass das Lagertragrohr 8 gemäß der Ausführung in Fig. 3 und 3a als Gleitlager 26 ausgebildet ist, so dass ein zusätzliches Lager entfallen kann.

Fig. 5 und 6 veranschaulichen, dass das Lagerelement, welches dort allgemein mit dem Bezugszeichen 60 bezeichnet ist, mit Vorteil eine Segmentierung seiner radial gerichteten Gleitfläche 60a aufweisen kann, die bevorzugt durch in axialer Richtung X-X verlaufende Nuten 61 gebildet ist. Die in der Darstellung durch acht Längsnuten 61 erzeugten acht Segmentflächen 60s bilden gemeinsam die Gleitfläche 60a.

Die Segmentierung gestattet eine Optimierung der Wärmeabfuhr. Das bedeutet, dass ein Maximalbetrag an Reibungswärme abgeführt und dadurch die Temperatur in der Gleitfläche 60a niedrig gehalten werden kann. Durch die Nuten 61 kann Luft strömen und so die Reibungswärme konvektiv abgeführt werden. Außerdem kann mit Vorteil auf diese Weise auch ein Abtransport von Verschleißteilchen erfolgen, wodurch der Verschleiß gemindert wird.

Das Lagerelement 60 mit dem größten Außendurchmesser DA, dem kleinsten Innendurchmesser DI, und der axialen Länge L steht hier exemplarisch und prinzipiell für irgendeines der in den anderen Figuren gezeigten Lagerelemente 22, 23, 25, 26, 29, 30. Die Bezugszeichen 60b, 60c kennzeichnen Gleitflächen bzw. Gegengleitflächen des Lagerelements 60 für benachbarte Lagerelemente. Von optional vorhandenen Detaileigenschaften derselben, wie vom möglichen Vorhandensein eines Bunds B oder einer äußere Krümmungsfläche AF, wird

dabei in der zeichnerischen Darstellung abgesehen. Die Erfindung gestattet es mit Vorteil, in fertigungstechnisch einfacher Weise die Nuten spanlos herzustellen.

Auch in Fig. 7 steht das Lagerelement 60 exemplarisch für irgendeines der in den anderen Figuren gezeigten Lagerelemente 22, 23, 25, 26, 29, 30. Das Bezugszeichen 60a kennzeichnet dabei die Gleitfläche des Lagerelements 60, die in Paarung mit der als Gegengleitfläche 40 fungierenden Gleitfläche einer aus Stahl bestehenden Rotorwelle 11 steht. Die Rotorwelle 11 kann, wie nachstehend noch erläutert, optional eine oberflächliche Schicht GL aufweisen. Bei Vorhandensein dieser Schicht GL bildet diese die Gegengleitfläche 40.

Das Material des Lagerelements 60, insbesondere seiner Gleitfläche 60a, ist ein mit einem festen Schmierstoff gefüllter Kunststoff, welcher vollständig oder teilweise aus einem thermoplastischen Hochleistungskunststoff oder aus einem aus Phenolharz gebildeten Duroplasten besteht. Dieses Material bildet im Lagerelement 60 eine Werkstoffmatrix M.

In die Werkstoffmatrix M sind als fester Schmierstoff Partikel P aus Graphit und/oder aus einem Fluorpolymer, insbesondere aus Polytetrafluorethylen (PTFE) eingelagert. Der Anteil des festen Schmierstoffs kann im Bereich von 5 Prozent bis 40 Prozent, insbesondere im Bereich von 10 Prozent bis 30 Prozent, liegen (Angaben in Masseprozent). Die Partikel P können eine maximale Teilchengröße DP_{max} von 0,2 mm, insbesondere von 0,1 mm, aufweisen. Insbesondere kann die Teilchengröße DP im Falle von Graphit als Schmierstoff bevorzugt im Bereich von 10 bis 100 µm und/oder die Teilchengröße DP von Polytetrafluorethylen (PTFE) als Schmierstoff bevorzugt im Bereich von 10 µm bis 50 µm liegen.

In einer sich optional unmittelbar auf der Matrix M befindenden Oberflächenschicht OS ist der Werkstoff vollständig aus einem festen Schmierstoff gebildet. Dieser Schmierstoff, der insbesondere aus PTFE bestehen kann, bildet vorzugsweise einen hochorientierten, vergleichsweise dünnen Schmierfilm (Schichtdicke DS < 80 µm, vorzugsweise < 40 µm).

In Fig. 7 ist auch gezeigt, dass das Material des Lagerelementes 60 – dies gilt auch insbesondere für dessen Gleitfläche 60a, wenn die optional vorhandene Schicht OS nicht präsent ist - in vorteilhaft festigkeitserhöhender Weise mit Fasern F, insbesondere Glasfasern, Aramidfasern und/oder Kohlenstofffasern, verstärkt sein kann. Der Masseanteil der Fasern F kann im Bereich von 20 Prozent bis 60 Prozent, insbesondere im Bereich von 20 Prozent bis 45 Prozent, liegen. Die Fasern F können eine maximale Länge FL_{max} von 3,0 mm, insbesondere von 1,0 mm aufweisen, wobei die Länge FL der Fasern F bevorzugt im Bereich von 80 µm bis 500 µm liegen kann.

Eine Verstärkung mit Glasfasern erhöht vorteilhafterweise die Verschleißbeständigkeit, die mechanische Widerstandskraft, die Steifheit und die Wärmeformbeständigkeit und senkt den Grad der Anisotropie. Kohlenstofffasern besitzen eine niedrigere Dichte als Glasfasern, wodurch die Masse bei gleichem Fasergehalt in einem Bauteil niedriger liegt. Der durch die Kohlenstofffasern erzielbare Zuwachs an mechanischer Festigkeit, Steifheit und Verschleißbeständigkeit liegt noch höher als bei Glasfasern.

Wie bereits aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, ist die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Mittel und Maßnahmen. So fällt es auch in den Rahmen der Erfindung, wenn - in kinematischer Umkehr zur erfindungsgemäßen Gestaltung der radialen Gleitflächen 26a, 29a, 30a, der Lagerelemente 26, 29, 30 entsprechend den dargestellten

Beispielen oder zusätzlich zu dieser Gestaltung - zumindest das Material der Gegengleitfläche 40 der Welle 11 des Rotors 3 erfindungsgemäß zumindest ein mit einem festen Schmierstoff gefüllter Kunststoff ist, welcher vollständig oder teilweise aus einem thermoplastischen Hochleistungskunststoff oder aus einem aus Phenolharz gebildeten Duroplasten besteht. Das Lagerelement ist dann die Welle 11 - oder zumindest ein Teil der Welle 11 - des Rotors 3, wobei dieses Lagerelement 11 mit zylindrischer oder hohlzylindrischer Grundgestalt ausgebildet sein kann und mindestens eine radial außen liegende Gleitfläche 40 aufweist.

Somit sind in einem erfindungsgemäßen Elektromotor 1 in den verschiedenen Gleitlagern "Welle 11 / Lagerelement 22, 23, 26, 29, 30" folgende bevorzugte Werkstoffpaarungen möglich: Stahl/Kunststoff, Kunststoff/Stahl und/oder Kunststoff/Kunststoff. Für die Gleitlager "Anlaufelement 21, 24, 25, 27, 28, 31 / Lagerelement 22, 23, 26, 29, 30" sind es bevorzugt – wie dargestellt - die Werkstoffpaarungen Stahl/Kunststoff.

Die Lagerelemente 22, 23, 26, 29, 30 können bevorzugt in fertigungstechnisch wenig aufwändiger Weise als einstückige materialeinheitliche Kunststoffverbund-Spritzgießteile ausgebildet sein, die nach ihrer Herstellung im Stator 2 montiert werden.

Es ist auch möglich, dass das Lagerelement 26 – wie in Fig. 3 und 3a dargestellt – als ein integraler Bestandteil des Stators 2 oder der Statorbuchse (Tragrohr 8) gebildet oder an den Stator 2 oder die Statorbuchse 8 angespritzt ist.

Des Weiteren kann der Fachmann zusätzliche vorteilhafte technische Merkmale vorsehen, ohne dass der Rahmen der Erfindung verlassen wird. So ist es z. B. möglich, die Gleitflächen und/oder die Gegengleitflächen mit einer vorzugsweise die Reibungszahl senkenden und/oder die Verschleißbeständigkeit

erhöhenden Beschichtung GL zu versehen, wie dies in Fig. 7 für die Rotorwelle 11 dargestellt ist. Eine solche Beschichtung GL, der eine eigenständige erfinderische Bedeutung beigemessen wird, kann insbesondere aus amorphem Kohlenstoff ("DLC = Diamond-Like-Carbon") oder aus einem Gleitlack gebildet sein, wobei der Gleitlack bevorzugt Polytetrafluorethylen (PTFE) als Trockenschmierstoff und ein Polyamidimid (PAI) als Bindemittel enthält. Polyamidimid (PAI) ist dabei vorteilhafterweise in der Lage, sowohl mit Stahl, als auch mit den erfindungsgemäß eingesetzten Kunststoff-Verbundwerkstoffen eine hohe adhäsive Bindung einzugehen, so dass unter den Betriebsbedingungen des erfindungsgemäßen Elektromotors 1, insbesondere beim Einsatz für einen Ventilator, keine Delaminierungen vorkommen. Optimalerweise weisen dabei DLC-Schichten eine Dicke DL im Bereich von 1 bis 3 µm und PTFE/PAI-Lackschichten eine Dicke DL im Bereich von 10 bis 30 µm auf.

Hinsichtlich einer detaillierteren Beschreibung des möglichen Aufbaus der Lagerelemente 21 (Fig. 1, 1a), 25, 27 (Fig. 2, 2a, 3, 3a), 28, 31 (Fig. 4, 4a), die jeweils aus einem Kunststoffträger 221, 241, 251, 271, 281, 331 mit einer Stahlscheibe 222, 242, 252, 272, 282, 332 bestehen können, auch in vollem Umfang auf die DE 31 45 601 C3 verwiesen.

Ferner ist die Erfindung nicht auf die im Anspruch 1 definierte Merkmalskombination beschränkt, sondern kann auch durch jede beliebige andere Kombination von bestimmten Merkmalen aller insgesamt offenbarten Einzelmerkmale definiert sein. Dies bedeutet, dass grundsätzlich praktisch jedes Einzelmerkmal des Anspruchs 1 weggelassen bzw. durch mindestens ein an anderer Stelle der Anmeldung offenbartes Einzelmerkmal ersetzt werden kann. Insofern ist die Anspruchsfassung lediglich als ein erster Formulierungsversuch für eine Erfindung zu verstehen.

Bezugszeichen

1	Elektromotor
2	Stator
3	Rotor
4	Ventilatorflügel
5	Statorblechpaket von 2
6	Statorwicklung von 2
7	Statorflansch von 2
8	Tragrohr (Statorbuchse) von 2
9	Elektronikgehäuse
10	Steuerelektronik
11	Rotorwelle von 3
12	Rotorglocke von 3
13	Nabe von 3
21	Lagerelement, Anlaufelement, Anlaufscheibe (Fig. 1, 1a)
21b	Gleitfläche von 21 für 22b (Fig. 1, 1a)
211	Kunststoffträger von 21 (Fig. 1a)
212	Stahlscheibe von 21 (Fig. 1a)
22	Lagerelement, Lagerbuchse (Fig. 1, 1a)
22a	Gleitfläche von 22 für 40 (Fig. 1, 1a)
22b	Gleitfläche von 22 für 21b (Fig. 1, 1a)
23	Lagerelement, Lagerbuchse (Fig. 1, 1a)
23a	Gleitfläche von 23 für 40 (Fig. 1, 1a)
23b	Gleitfläche von 23 für 24b (Fig. 1, 1a)
24	Lagerelement, Anlaufelement, Anlaufscheibe (Fig. 1, 1a)

24b Gleitfläche von 24 für 23b (Fig. 1, 1a)
241 Kunststoffträger von 24 (Fig. 1a)
242 Stahlscheibe von 24 (Fig. 1a)
25 Lagerelement, Anlaufelement, Anlaufbuchse (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
25b Gleitfläche von 25 für 26b (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
251 Kunststoffträger von 25 (Fig. 2a, 3a)
252 Stahlscheibe von 25 (Fig. 2a, 3a)
26 Lagerelement, Lagerbuchse (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
26a Gleitfläche von 26 für 40 (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
26b Gleitfläche von 26 für 25b (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
26c Gleitfläche von 26 für 27b (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
27 Lagerelement, Anlaufelement, Anlaufbuchse (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
27b Gleitfläche von 27 für 26c (Fig. 2, 2a, 3, 3a)
271 Kunststoffträger von 27 (Fig. 2a, 3a)
272 Stahlscheibe von 27 (Fig. 2a, 3a)
28 Lagerelement, Anlaufelement, Anlaufbuchse (Fig. 4, 4a)
28b Gleitfläche von 28 für 29b (Fig. 4, 4a)
281 Kunststoffträger von 28 (Fig. 4a)
282 Stahlscheibe von 28 (Fig. 4a)
29 Lagerelement, Lagerbuchse (Fig. 4, 4a)
29a Gleitfläche von 29 für 40 (Fig. 4, 4a)
29b Gleitfläche von 29 für 28b (Fig. 4, 4a)
30 Lagerelement, Lagerbuchse (Fig. 4, 4a)
30a Gleitfläche von 30 für 40 (Fig. 4, 4a)
30b Gleitfläche von 30 für 31b (Fig. 4, 4a)
31 Lagerelement, Anlaufelement, Anlaufbuchse (Fig. 4, 4a)
31b Gleitfläche von 31 für 30b (Fig. 4, 4a)
311 Kunststoffträger von 31 (Fig. 4a)
312 Stahlscheibe von 31 (Fig. 4a)
40 Gleitflächen an 11

50	Feder zwischen 27 und 51
51	Wellenendscheibe auf 11

60	Lagerelement allgemein (Fig. 5, 6)
60a	Gleitfläche von 60 für 40 (Fig. 5, 6)
60b, 60c	Gleitflächen von 60 für benachbarte Lagerelemente (Fig. 5, 6)
60s	Segment von 60a (Fig. 5, 6)
61	Nut in 60 (Fig. 5, 6)

AF	Umfangsfläche von 29, 30 (Fig. 4)
B	Bund an 25, 27, 28, 31 (Fig. 2a, 3a, 4a)
DA	Außendurchmesser von 60 (Fig. 5, 6)
DI	Innendurchmesser von 60 (Fig. 5, 6)
DL	Dicke von GL
DP	Teilchengröße von P (Fig. 7)
DP_{max}	maximale Teilchengröße von P (Fig. 7)
DS	Dicke von OS (Fig. 7)
F	Faser in M (Fig. 7)
FL	Länge von F (Fig. 7)
FL_{max}	maximale Länge von F (Fig. 7)
GL	(optionale) Beschichtung (Fig. 7)
M	Matrix von 60 bzw. 22, 23, 25, 26, 29, 30 (Fig. 7)
OS	(optionale) Oberflächenschicht von 60 (Fig. 7)
P	Partikel in M (Fig. 7)
X-X	Längsachse

Ansprüche

1. Elektromotor (1) in Außenläufer-Bauweise, insbesondere zum Antrieb eines Ventilators, mit einem Stator (2), mit einem Rotor (3) und mit einem Gleitlager für eine Welle (11) des Rotors (3), wobei das Gleitlager mindestens ein aus einem Kunststoff gebildetes Lagerelement (22, 23, 26, 29, 30, 60) mit mindestens einer Gleitfläche (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 60a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c) aufweist, die relativbeweglich mit einer Gegengleitfläche (40, 21b, 24b, 25b, 27b, 28b, 31b) gepaart ist,
dadurch gekennzeichnet, dass die Flächenpressungen (p) in den Gleitflächen (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 60a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c) und Gegengleitflächen (40, 21b, 24b, 25b, 27b, 28b, 31b) im Bereich von 0,05 N/mm^2 bis 0,20 N/mm^2 und insbesondere die Gleitgeschwindigkeiten (v) im Bereich von 0,5 m/s bis 1,5 m/s liegen und dass zumindest das Material der Gleitfläche (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c) des Lagerelements (22, 23, 26, 29, 30, 60) oder der Gegengleitfläche (40) ein Kunststoff ist, welcher vollständig oder teilweise aus einem, mit einem festen Schmierstoff gefüllten thermoplastischen Hochleistungskunststoff oder aus einem, mit einem festen Schmierstoff gefüllten, aus Phenolharz gebildeten Duroplasten besteht.

2. Elektromotor (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der feste Schmierstoff Partikel (P) aus Graphit und/oder aus einem Fluorpolymer, insbesondere aus Polytetrafluorethylen (PTFE), enthält oder vollständig aus diesen besteht.

3. Elektromotor (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des festen Schmierstoffs im Bereich von 5 Prozent bis 40 Prozent, insbesondere im Bereich von 10 Prozent bis 30 Prozent, liegt.

4. Elektromotor (1) nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Partikel (P) eine maximale Teilchengröße (DP_{max}) von 0,2 mm, insbesondere von 0,1 mm, aufweisen, wobei die Teilchengröße (DP) des Graphits bevorzugt im Bereich von 10 bis 100 µm und/oder die Teilchengröße (DP) des Polytetrafluorethylens (PTFE) bevorzugt im Bereich von 10 µm bis 50 µm liegt.

5. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Lagerelements (22, 23, 26, 29, 30, 60), insbesondere in dessen Gleitfläche (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c), mit Fasern (F), insbesondere Glasfasern, Aramidfasern und/oder Kohlenstofffasern, verstärkt ist.

6. Elektromotor (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil der Fasern (F) im Bereich von 20 Prozent bis 60 Prozent, insbesondere im Bereich von 20 Prozent bis 45 Prozent, liegt.

7. Elektromotor (1) nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern (F) eine maximale Länge (FL_{max}) von 3,0 mm, insbesondere von 1,0 mm aufweisen, wobei die Länge (FL) der Fasern (F) bevorzugt im Bereich von 80 µm bis 500 µm liegt.

8. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet,** dass das Gleitlager ein trocken laufendes oder ein mit einer Initialschmierung versehenes Gleitlager ist.

9. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein teilkristallines Polyetheretherketon (PEEK) ist, welches eine Kohlefaserverstärkung und eine Füllung mit Graphit und Polytetrafluorethylen (PTFE) aufweist.

10. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein teilkristallines Polyamidimid (PAI) ist, welches eine Füllung mit Graphit und Polytetrafluorethylen (PTFE) aufweist.

11. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,** dass der thermoplastische Hochleistungskunststoff ein teilkristallines Polyphenylensulfid (PPS) ist, welches eine Kohlefaserverstärkung und/oder eine Füllung mit Graphit und Polytetrafluorethylen (PTFE) oder mit Aramid und Polytetrafluorethylen (PTFE) aufweist.

12. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **gekennzeichnet durch** mindestens ein Lagerelement (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 60), das
- mit hohlzylindrischer Grundgestalt als Lagerbuchse (22, 23, 26, 29, 30, 60) oder als Anlaufbuchse (27, 28, 60),
- mit hohlzylindrischer oder zylindrischer Grundgestalt als zumindest ein Teil der Welle (11) des Rotors (3),

- mit ringscheibenförmiger Grundgestalt als Anlaufscheibe (21, 24, 60), ausgebildet ist.

13. Elektromotor (1) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass das Lagerelement (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 60) mindestens eine axial gerichtete Gleitfläche (22b, 23b, 26b, 26c, 29b, 30b, 60b, 60c) oder eine axial gerichtete Gegengleitfläche (21b, 24b, 25b, 27b, 28b, 31b) aufweist, welche sich bevorzugt auf einer Stirnfläche an einem axialen Bund (B) eines als Lagerbuchse (22, 23, 26, 29, 30, 60) oder Anlaufbuchse (27, 28, 60) oder als Anlaufscheibe (21, 24, 60) ausgebildeten Lagerelements (21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 60) befindet.

14. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, dass das Lagerelement (22, 23, 26, 29, 30, 60) eine Segmentierung (60s) aufweist, die bevorzugt durch in axialer Richtung verlaufende Nuten (61) gebildet ist.

15. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, dass das Lagerelement (22, 23, 26, 29, 30, 60) durch einen integralen Bestandteil des Stators (2) oder der Statorbuchse (8) gebildet oder an den Stator (2) oder die Statorbuchse (8) angespritzt ist.

16. Elektromotor (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, dass das Gleitlager - mit oder ohne axialen Bund (B) - als ein- oder zweiteiliges Zylinderlager oder als Kalottenlager, insbesondere mit ausrichtbaren Lagerelementen (29, 30), die eine kugelartig gekrümmte Außenfläche (AF) aufweisen, ausgeführt ist.

17. Elektromotor (1) nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, dass die Gleitfläche (22a, 23a, 26a, 29a, 30a, 60a, 22b, 23b, 26b, 26c, 27b, 28b, 29b, 30b, 60a, 60b, 60c) und/ oder die Gegengleitfläche (40, 21b, 24b, 25b, 27b, 28b, 31b) eine Beschichtung (GL) aufweist, die insbesondere aus amorphem Kohlenstoff ("DLC = DiamondLike-Carbon") oder aus einem Gleitlack gebildet ist, wobei der Gleitlack bevorzugt Polytetrafluorethylen (PTFE) und ein Polyamidimid (PAI) als Bindemittel enthält.

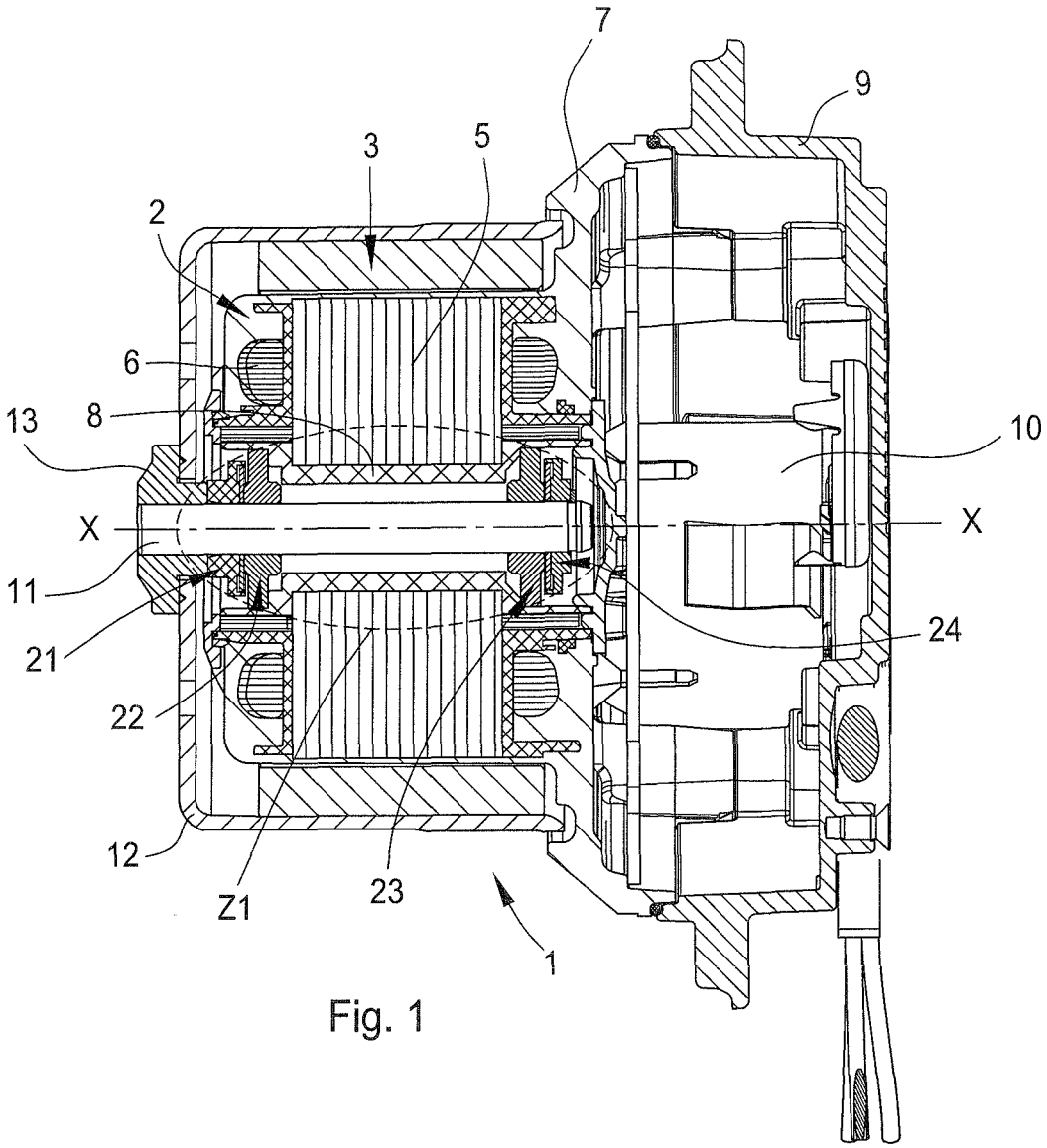

7
9
3
5
2
6
13
8
10
X
X
11
21
24
22
12
Z1
23
1

Fig. 1

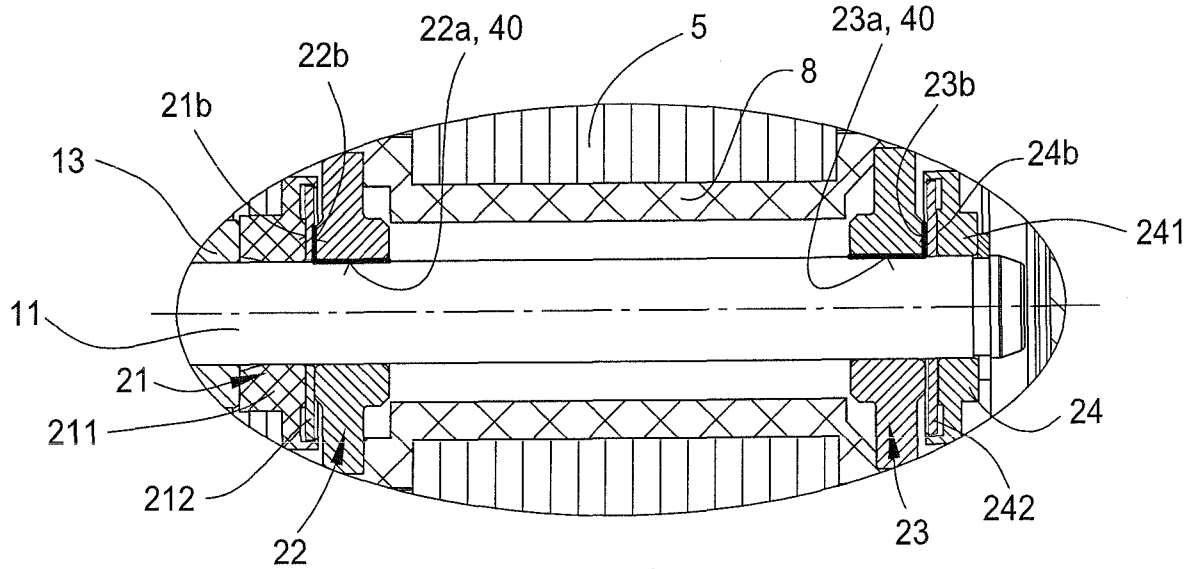

22a, 40
5
23a, 40
22b
8
21b
23b
13
24b
241
11
21
211
24
212
242
22
23

Fig. 1a

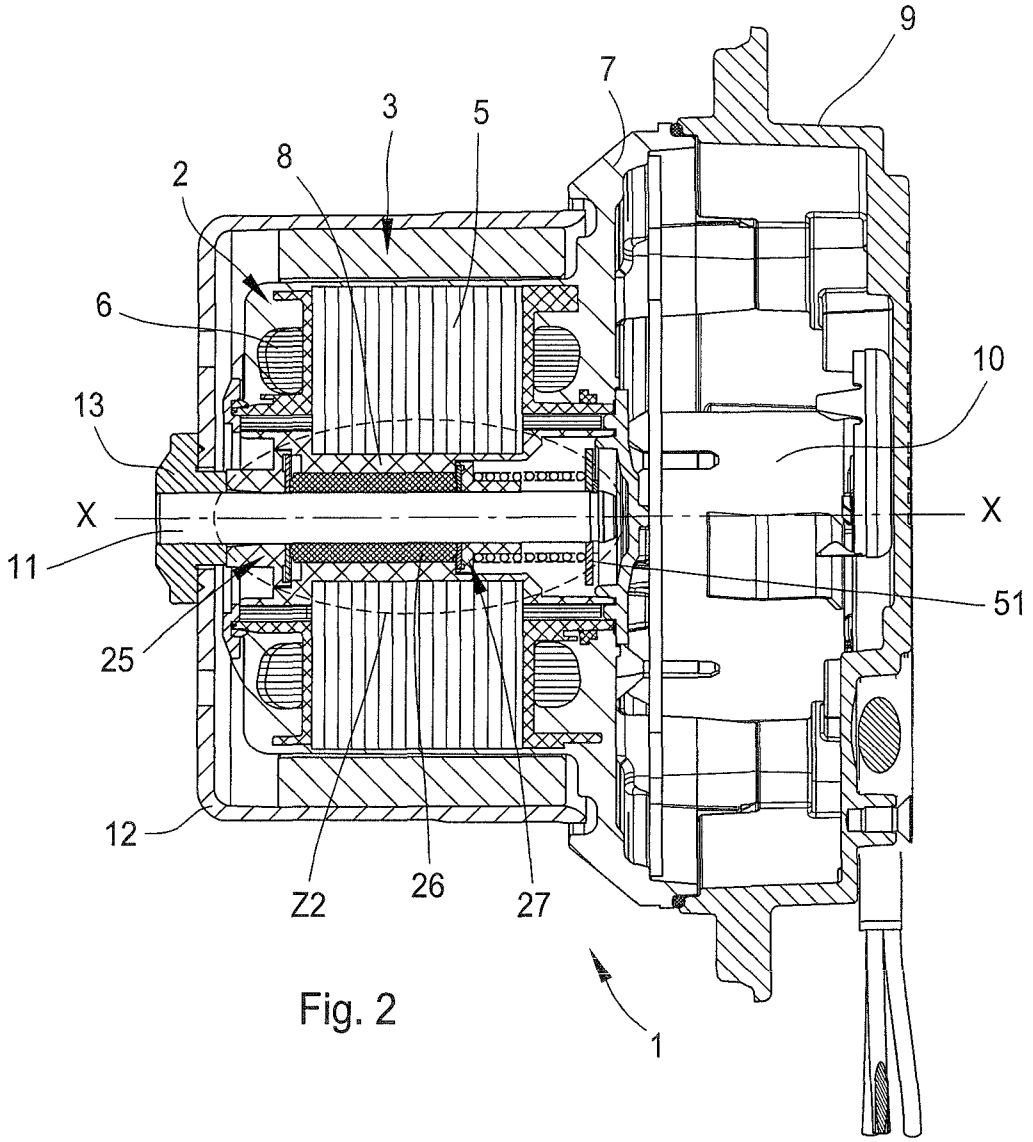
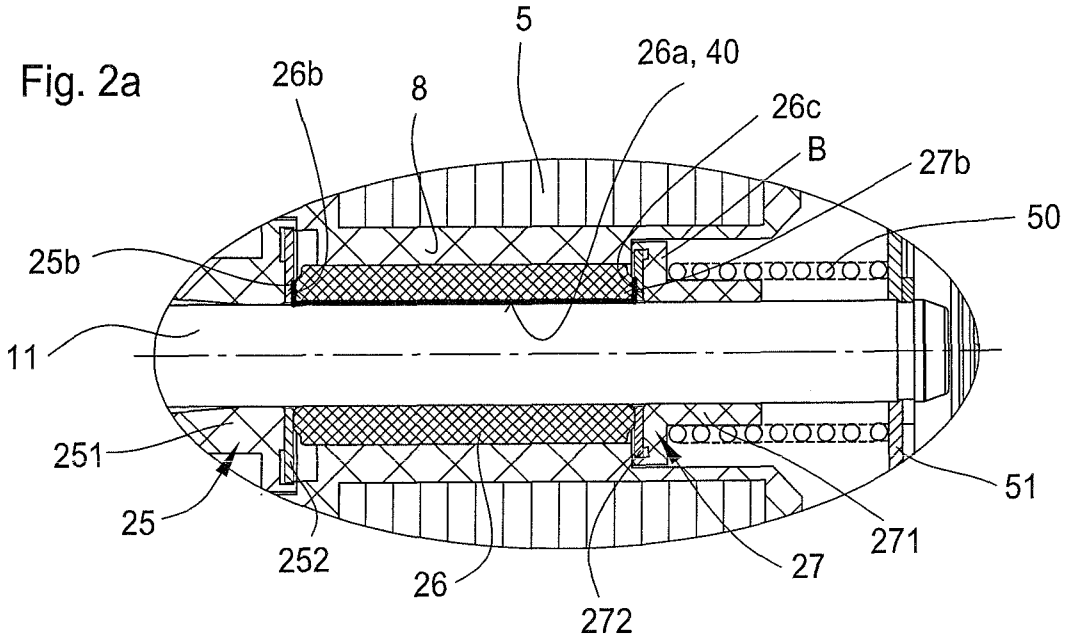

9
7
3
5
8
2
6
10
13
X
X
11
51
25
12
Z2
26
27
1

Fig. 2

Fig. 2a


5
26a, 40
26b
8
26c
B
27b
50
25b
11
251
25
252
26
272
27
271
51

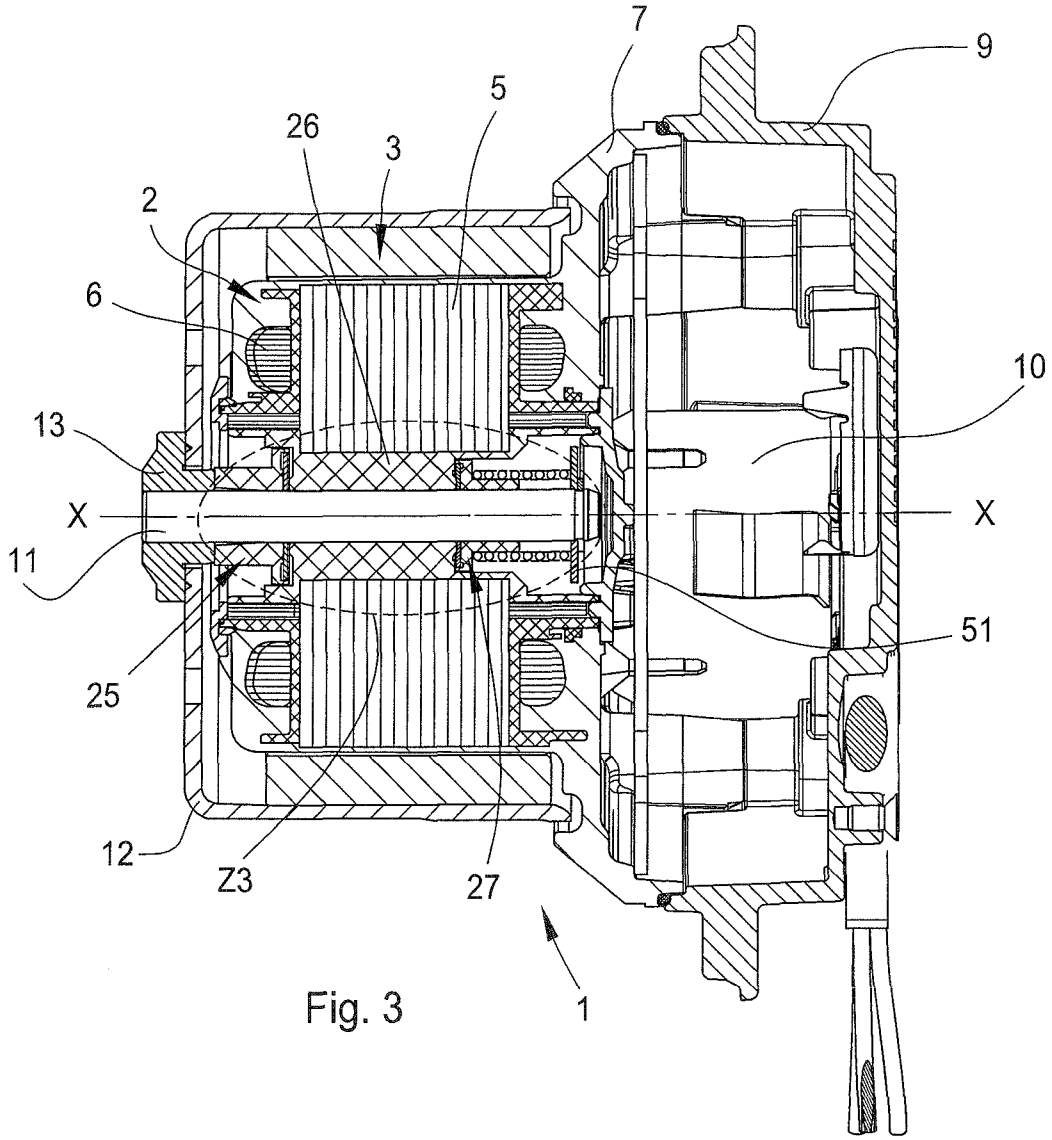

7
9
5
26
3
2
6
10
13
X
X
11
51
25
12
Z3
27
1

Fig. 3

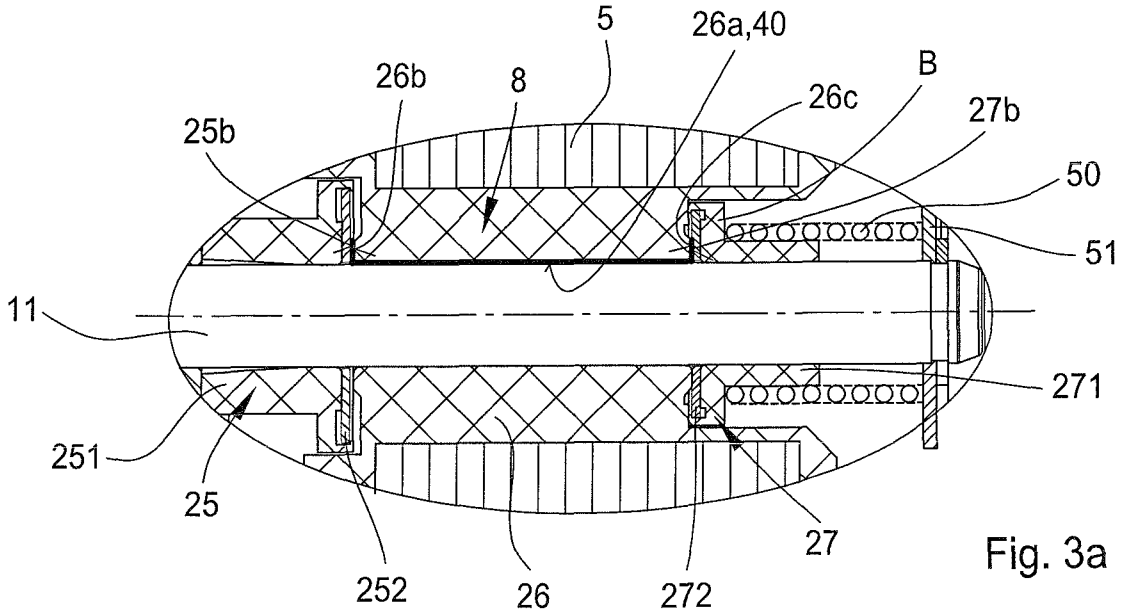

5
26a,40
26b
8
B
26c
27b
25b
50
51
11
271
251
25
27
252
26
272

Fig. 3a

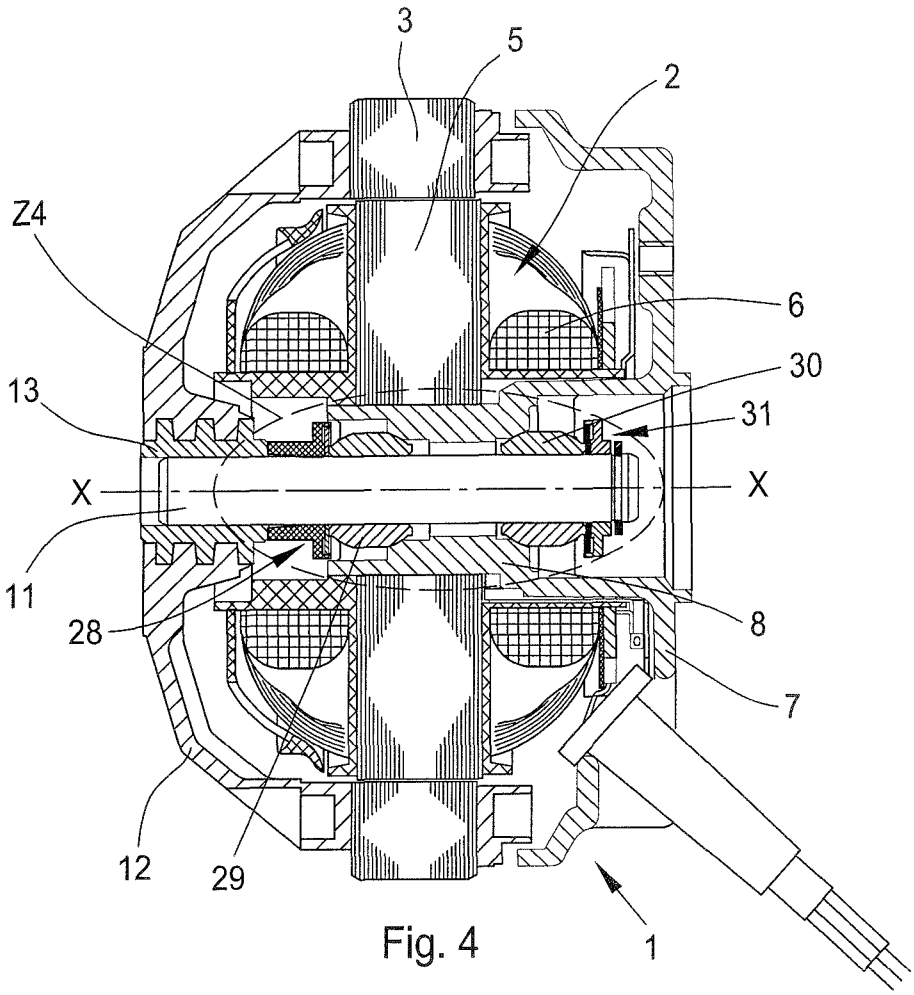

3
5
2
Z4
6
30
13
31
X
X
11
8
28
7
12
29
1

Fig. 4

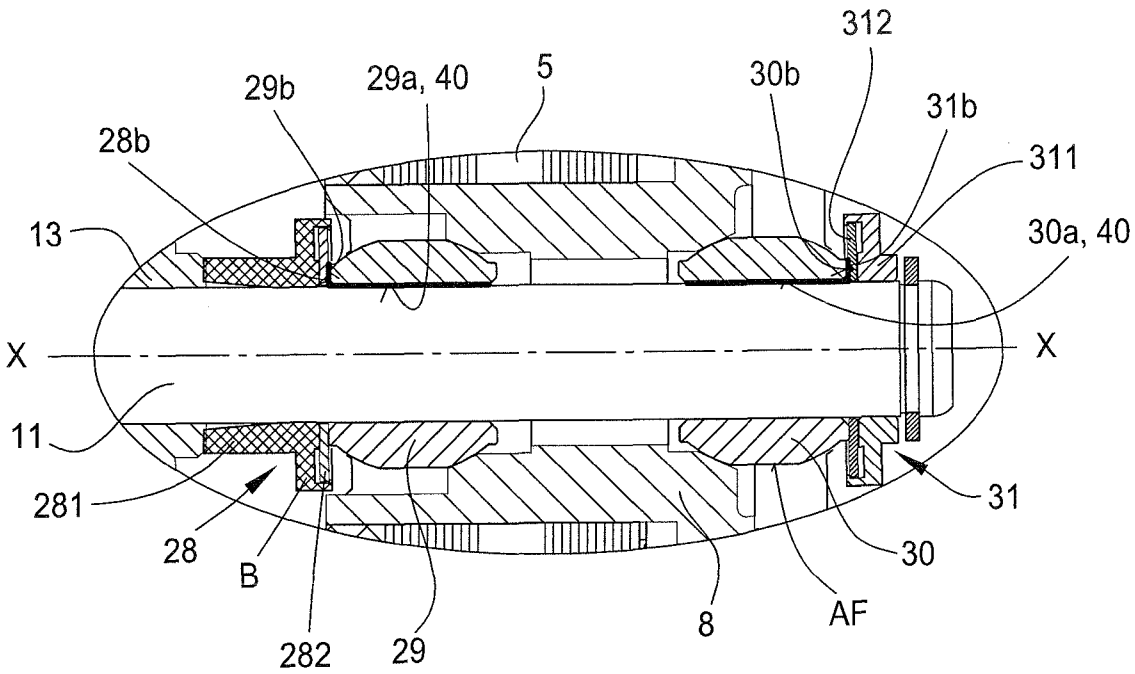

312
29b
29a, 40
5
30b
31b
28b
311
13
30a, 40
X
X
11
281
31
28
B
30
8
AF
282
29

Fig. 4a

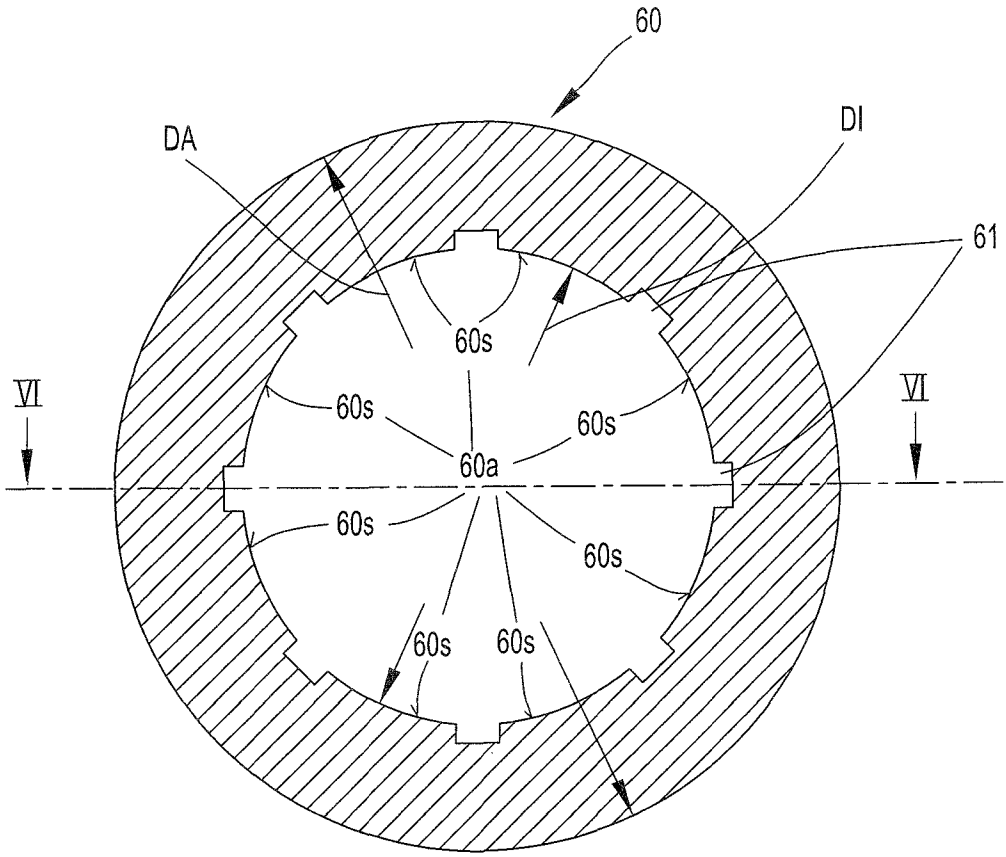

60
DA
DI
61
60s
VI
60s
60s
60a
VI
60s
60s
60s
60s

Fig. 5

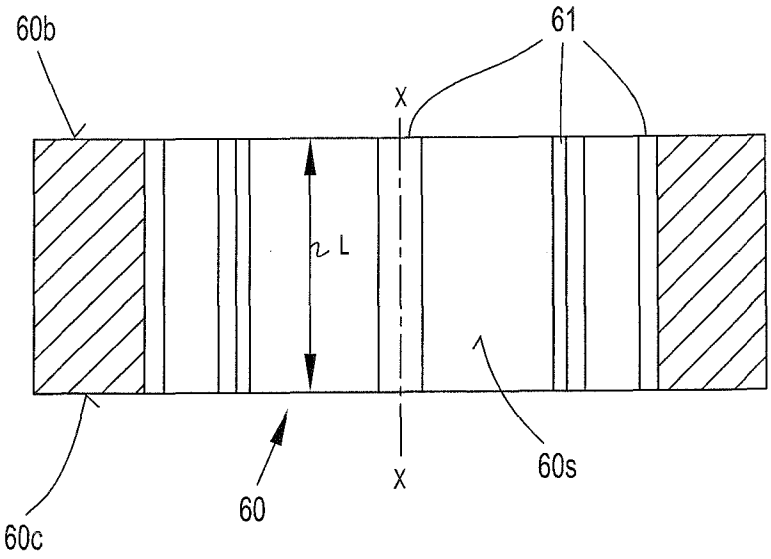

60b
61
X
L
60
X
60s
60c

Fig. 6

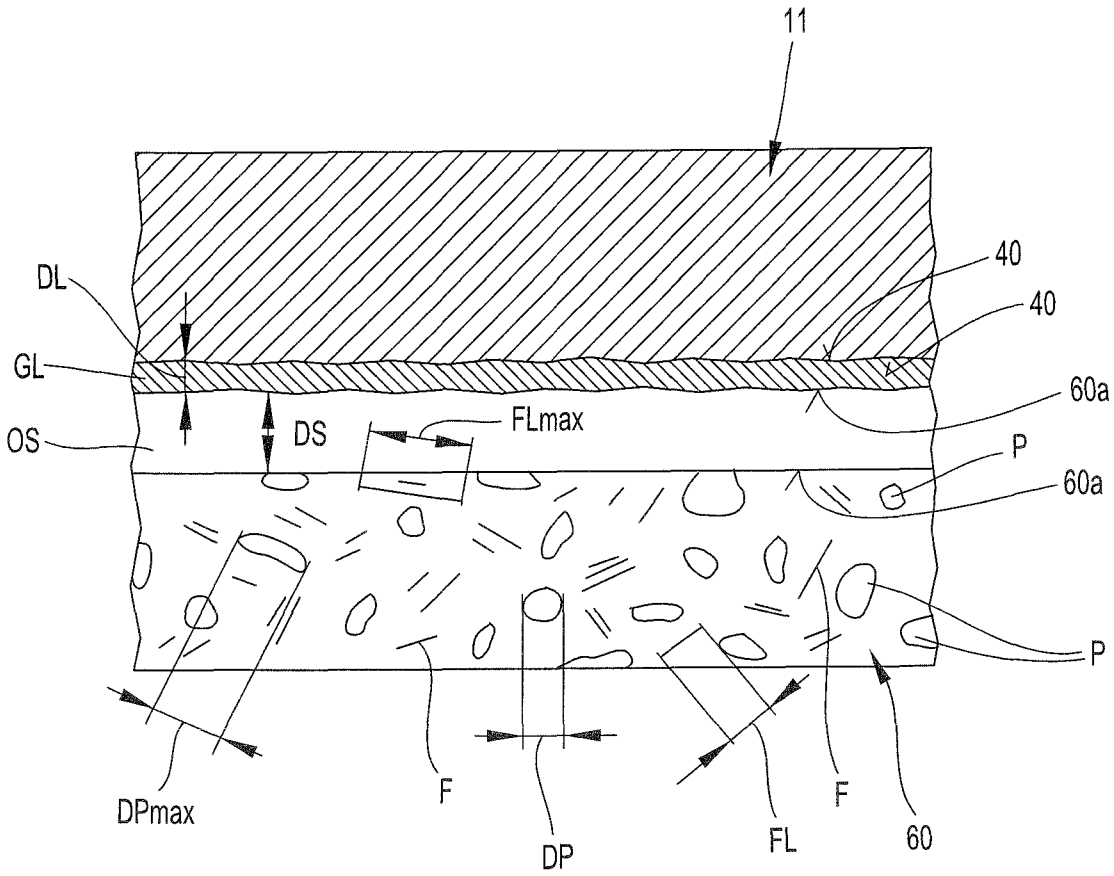


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/058907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K7/08 F16C33/20
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16C H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 93/19511 A1 (ELECTRIC MOTORS AND SPECIALTIE [US]) 30 September 1993 (1993-09-30) abstract page 2, line 12 - line 15 page 3, line 3 - line 6 page 11, line 26 - line 29 claims 1, 3 figures 1, 5, 6	1-17
A	EP 1 752 670 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]; NAKANISHI METAL WORKS CO [JP]) 14 February 2007 (2007-02-14) paragraphs [0005], [0021] paragraphs [0039], [0042] claims 1, 5 figures 1a, 1b	1,5,9-14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
5 October 2012	19/10/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Maas, Erik

3

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/058907

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	BE 524 176 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION [US]) 10 November 1953 (1953-11-10) page 2, line 7 - line 10 page 2, line 28 - line 36 claims 1, 2	1
A	DE 31 45 601 C2 (MULFINGEN ELEKTROBAU EBM [DE]) 21 January 1998 (1998-01-21) cited in the application abstract claims 1, 2 figures 1-3	12
A	DE 10 2008 055194 A1 (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH [DE]) 8 July 2010 (2010-07-08) abstract claim 1	17
A	JP 58 217820 A (STARLITE IND) 17 December 1983 (1983-12-17) abstract	2

3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2012/058907

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9319511 A1	30-09-1993	CA 2132027 A1	30-09-1993
		EP 0632935 A1	11-01-1995
		JP H07505517 A	15-06-1995
		US 5287030 A	15-02-1994
		WO 9319511 A1	30-09-1993
EP 1752670 A1	14-02-2007	CN 1957185 A	02-05-2007
		EP 1752670 A1	14-02-2007
		JP 4515824 B2	04-08-2010
		JP 2005337381 A	08-12-2005
		US 2007177833 A1	02-08-2007
		WO 2005116468 A1	08-12-2005
BE 524176 A	10-11-1953	NONE	
DE 3145601 C2	21-01-1998	NONE	
DE 102008055194 A1	08-07-2010	CA 2747067 A1	08-07-2010
		CN 102272468 A	07-12-2011
		DE 102008055194 A1	08-07-2010
		EP 2370704 A1	05-10-2011
		JP 2012514170 A	21-06-2012
		KR 20110106858 A	29-09-2011
		US 2011268944 A1	03-11-2011
		WO 2010076306 A1	08-07-2010
JP 58217820 A	17-12-1983	JP 1609978 C	15-07-1991
		JP 2025055 B	31-05-1990
		JP 58217820 A	17-12-1983

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/058907

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K7/08 F16C33/20
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16C H02K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 93/19511 A1 (ELECTRIC MOTORS AND SPECIALTIE [US]) 30. September 1993 (1993-09-30) Zusammenfassung Seite 2, Zeile 12 - Zeile 15 Seite 3, Zeile 3 - Zeile 6 Seite 11, Zeile 26 - Zeile 29 Ansprüche 1, 3 Abbildungen 1, 5, 6 -----	1-17
A	EP 1 752 670 A1 (NTN TOYO BEARING CO LTD [JP]; NAKANISHI METAL WORKS CO [JP]) 14. Februar 2007 (2007-02-14) Absätze [0005], [0021] Absätze [0039], [0042] Ansprüche 1, 5 Abbildungen 1a, 1b -----	1,5,9-14

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
5. Oktober 2012	19/10/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Maas, Erik

3

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	BE 524 176 A (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORPORATION [US]) 10. November 1953 (1953-11-10) Seite 2, Zeile 7 - Zeile 10 Seite 2, Zeile 28 - Zeile 36 Ansprüche 1, 2	1
A	DE 31 45 601 C2 (MULFINGEN ELEKTROBAU EBM [DE]) 21. Januar 1998 (1998-01-21) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung Ansprüche 1, 2 Abbildungen 1-3	12
A	DE 10 2008 055194 A1 (FEDERAL MOGUL WIESBADEN GMBH [DE]) 8. Juli 2010 (2010-07-08) Zusammenfassung Anspruch 1	17
A	JP 58 217820 A (STARLITE IND) 17. Dezember 1983 (1983-12-17) Zusammenfassung	2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2012/058907

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9319511 A1	30-09-1993	CA 2132027 A1	30-09-1993
		EP 0632935 A1	11-01-1995
		JP H07505517 A	15-06-1995
		US 5287030 A	15-02-1994
		WO 9319511 A1	30-09-1993
EP 1752670 A1	14-02-2007	CN 1957185 A	02-05-2007
		EP 1752670 A1	14-02-2007
		JP 4515824 B2	04-08-2010
		JP 2005337381 A	08-12-2005
		US 2007177833 A1	02-08-2007
		WO 2005116468 A1	08-12-2005
BE 524176 A	10-11-1953	KEINE	
DE 3145601 C2	21-01-1998	KEINE	
DE 102008055194 A1	08-07-2010	CA 2747067 A1	08-07-2010
		CN 102272468 A	07-12-2011
		DE 102008055194 A1	08-07-2010
		EP 2370704 A1	05-10-2011
		JP 2012514170 A	21-06-2012
		KR 20110106858 A	29-09-2011
		US 2011268944 A1	03-11-2011
		WO 2010076306 A1	08-07-2010
JP 58217820 A	17-12-1983	JP 1609978 C	15-07-1991
		JP 2025055 B	31-05-1990
		JP 58217820 A	17-12-1983