(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
7. Januar 2016 (07.01.2016)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/000697 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 21/02 (2006.01) *H02K 11/00* (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/200262

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. April 2015 (16.04.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 212 871.4 3. Juli 2014 (03.07.2014) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **SCHENCKE, Thomas**; Fichtenweg 4, 98704 Langewiesen (DE). **PFUND, Thomas**; 76547 Leiberstung (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, 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, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

(54) Title: ELECTRIC MACHINE HAVING MECHANICAL FIELD WEAKENING

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE MASCHINE MIT MECHANISCHER FELDSCHWÄCHUNG

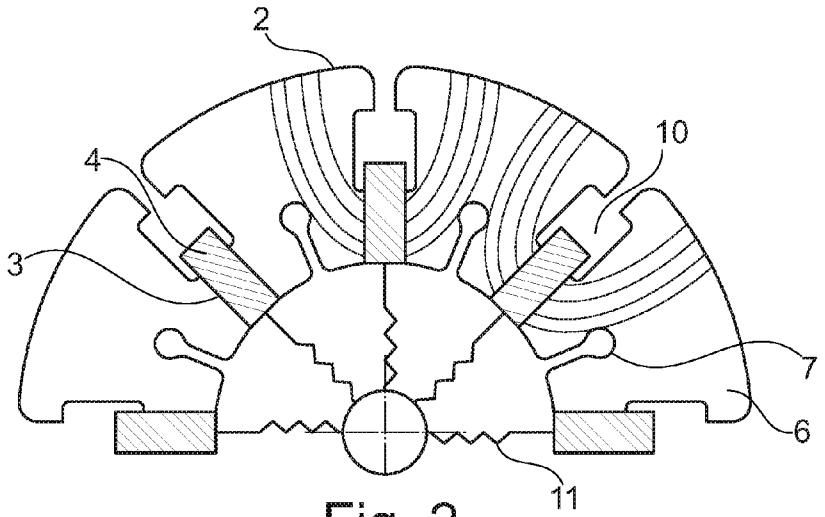


Fig. 2

(57) Abstract: A dynamo-electric permanently excited machine having a stator (1), a rotor (2) which is spaced from the stator (1) by an air gap and has magnet pockets (3) and permanent magnets (4) which can be displaced in a radial direction, wherein the permanent magnets (4) at least partially penetrate into the magnetic pockets (3), and wherein the penetration depth of the permanent magnets (4) depends on their radial position, and the density of the magnetic air gap flux generated by the permanent magnets (4) depends on the penetration depth.

(57) Zusammenfassung: Dynamoelektrische permanenterregte Maschine aufweisend einen Stator (1), einen vom Stator (1) über einen Luftspalt

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/000697 A1

beabstandeten Rotor (2) mit Magnettaschen (3) und in radialer Richtung verschiebbare Permanentmagnete (4), wobei die Permanentmagnete (4) zumindest teilweise in die Magnettaschen (3) eindringen, wobei die Eindringtiefe der Permanentmagnete (4) von deren radialer Position abhängt und die Dichte des von den Permanentmagneten (4) erzeugten magnetischen Luftspaltflusses von der Eindringtiefe abhängt.

Elektrische Maschine mit mechanischer Feldschwächung

Die Erfindung betrifft eine permanenterregte dynamoelektrische Maschine mit der Fähigkeit, im Feldschwächbereich betrieben werden zu können.

Als Beispiel für eine derartige dynamoelektrische permanenterregte Maschine sei an dieser Stelle die permanenterregte Synchronmaschine (PSM) genannt. PSM kommen in einer Vielzahl von Anwendungen zum Einsatz, um elektrische Antriebsaufgaben zu verrichten. In industriellen Anwendungen werden sie beispielsweise als Servomotoren eingesetzt. Aufgrund ihrer, im Vergleich zu anderen elektrischen Maschinen, hohen Leistungsdichte gilt die PSM auch als die bevorzugte Antriebsmaschine im Bereich der Elektromobilität. Aber auch als Generator, beispielsweise im Umfeld regenerativer Energien, insbesondere Windkraft, wird die PSM häufig eingesetzt.

Ein Grund für die weite Verbreitung permanenterregter Synchronmaschinen ist ihr hoher Wirkungsgrad, der darauf zurückzuführen ist, dass auf eine elektrische Erregung verzichtet werden kann. Das Erregerfeld wird durch die in der Regel im Rotor angeordneten Permanentmagnete verursacht. Neben dem erhöhten Wirkungsgrad hat die permanente Erregung gegenüber einer elektrischen Erregung auch noch den Vorteil, dass auf verschleißbehaftete Schleifringkontakte zur Versorgung einer rotierenden Erregerspule verzichtet werden kann.

Ein Nachteil permanenterregter elektrischer Maschinen gegenüber elektrisch erregter dynamoelektrischer Maschinen besteht jedoch darin, dass das Erregerfeld in seiner Höhe nicht ohne Weiteres verändert werden kann. So ist beispielsweise eine Reduktion des magnetischen Erregerflusses wünschenswert, um eine dynamoelektrische Maschine im sogenannten Feldschwächbereich zu betreiben. Der Feldschwächbereich kennzeichnet im Kennlinienfeld einer dynamoelektrischen Maschine den Bereich der konstanten Leistung, bei dem mit

zunehmender Drehzahl das von der Maschine abgegebene Drehmoment abnimmt. Durch Ansteuerung der Maschine im Feldschwächbereich ist es möglich, die dynamoelektrische Maschine über ihre Nenndrehzahl hinaus zu betreiben.

Bei einer elektrisch erregten dynamoelektrischen Maschine kann dieser Kennlinienbereich sehr einfach durch Reduktion des Erregerstroms angesteuert werden. Zwar sind auch bei permanenterregten Maschinen Möglichkeiten bekannt, über eine geeignete Bestromung des Ständers der Maschine eine Luftspaltfeldkomponente hervorzurufen, die den von dem Permanentmagneten erzeugten Erregerfeld entgegenwirken und dieses somit schwächt. Jedoch ist eine solche Ansteuerung der Maschine mit deutlich erhöhten Verlusten und einer damit einhergehenden Reduktion des Wirkungsgrades verbunden.

Um permanenterregte dynamoelektrische Maschinen im Feldschwächbereich betreiben zu können, ohne hierbei den Wirkungsgrad nennenswert zu verschlechtern, sind aus dem Stand der Technik Verfahren zur mechanischen Feldschwächung bekannt. So zeigt die US20060091752A1 eine dynamoelektrische permanenterregte Maschine mit den Merkmalen gemäß Oberbegriff des Patentanspruchs 1. In diese Schrift ist ein Außenläufermotor offenbart, bei dem die Feldschwächung durch eine Vergrößerung des effektiven Luftspaltes zwischen dem Rotor und dem Stator der Maschine bewirkt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine permanenterregte dynamoelektrische Maschine mit der Möglichkeit zum Feldschwächbetrieb anzugeben, die einen hohen elektrischen Wirkungsgrad aufweist.

Die Aufgabe wird durch eine dynamoelektrische permanenterregte Maschine mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen sind den anhängigen Patentansprüchen zu entnehmen.

Die erfindungsgemäße dynamoelektrische permanenterregte Maschine umfasst einen Stator und einen vom Stator über einen Luftspalt beabstandeten Rotor mit Magnettaschen sowie in radialer Richtung verschiebbare Permanentmagnete.

Die Besonderheit dieser Maschine besteht darin, dass die Permanentmagnete erfindungsgemäß zumindest teilweise in die Magnettaschen eindringen und hierbei die Eindringtiefe der Permanentmagnete von deren radialer Position abhängt, wobei die Dichte des von den Permanentmagneten erzeugten magnetischen Luftspaltflusses wiederum von der Eindringtiefe abhängt. Die Magnettaschen führen die Permanentmagnete in radialer Richtung. Die Permanentmagnete sind vorzugsweise im Wesentlichen tangential zur Umfangsrichtung des Rotors magnetisiert. Die Magnettaschen erstrecken sich vorzugsweise primär in radialer und axialer Richtung. Je nach Eindringtiefe der Permanentmagnete in die zur Führung dienenden Magnettaschen ändert sich der Luftspaltfluss der dynamoelektrischen Maschine. Somit kann durch eine geeignete radiale Positionierung der Permanentmagnete innerhalb der Magnettaschen zwischen einem Normalbetrieb der dynamoelektrischen Maschine mit hohem Luftspaltfluss und einem Feldschwächbetrieb der dynamoelektrischen Maschine mit reduziertem Luftspaltfluss variiert werden.

Vorzugsweise ist hierbei der Rotor derart gestaltet, dass die Dichte des Luftspaltflusses mit abnehmender Eindringtiefe abnimmt. Mit anderen Worten wird der Feldschwächbetrieb dadurch eingeleitet, dass die Permanentmagnete radial aus den zugeordneten Magnettaschen heraus verschoben werden.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung ist hierbei der Rotor derart gestaltet, dass eine radial nach außen gerichtete Verschiebung der Permanentmagnete eine Reduktion der Eindringtiefe verursacht. Die Reduktion des Luftspaltflusses beim Herausführen der Permanentmagnete aus den Magnettaschen lässt sich nun vorzugsweise dadurch realisieren, dass die Magnettaschen in einem ferromagnetischen Material angeordnet sind und sich nach radial außen betrachtet ein Bereich geringerer Permeabilität an die Magnetta-

schen anschließt. Werden nun die Permanentmagnete von radial innen nach radial außen verschoben, so tritt ein Teil der Permanentmagnete, der zuvor von ferromagnetischem Material umgeben war, in einen Bereich deutlich geringerer magnetischer Leitfähigkeit ein, sodass dieser letztgenannte Teil einen höheren magnetischen Widerstand erfährt. Hierdurch wird insgesamt die Flussdichte im Luftspalt reduziert.

Eine Ausgestaltung der dynamoelektrischen Maschine, bei der eine radial nach außen gerichtete Verschiebung der Permanentmagnete einer Reduktion der Eindringtiefe zur Folge hat, erlaubt in weiterer besonders vorteilhafter Ausbildung der Erfindung, dass die nach radial außen gerichtete Verschiebung der Permanentmagnete durch eine mit zunehmender Rotordrehzahl zunehmende Fliehkraft bewirkt wird. Auf diese Art und Weise kann der Feldschwächbetrieb beim Beschleunigen der Maschine automatisch eingeleitet werden. Ein Aktor, der die Permanentmagnete aktiv nach außen verschiebt, ist hierbei nicht notwendig.

Beispielsweise können die Permanentmagnete durch eine Feder in radialer Richtung nach innen vorgespannt sein. Dieser Federspannung ist derart bemessen, dass ab einer Drehzahl, die die Grenzdrehzahl der Maschine bei maximalem Motormoment darstellt, eine weitere Drehzahlerhöhung nur noch übre den Feldschwächbetrieb realisierbar ist.

In vielen Anwendungen ist es jedoch auch wünschenswert, dass die Erregung der dynamoelektrischen Maschine aktiv reduziert bzw. vollständig eliminiert werden kann. Dies ist beispielsweise in einem Fehlerfall der Maschine oder eines mit der Maschine betriebenen Systems häufig der Fall. Für einen solchen Anwendungsfall ist eine Ausführungsform der Maschine vorteilhaft, die einen Signaleingang für ein Fehlersignal und einen Aktor zum aktiven Verschieben der Permanentmagnete aus der Magnettasche heraus im Falle eines anliegenden Fehlersignals aufweist.

Durch eine bevorzugte Verwendung tangential zur Umfangsrichtung magnetisierter Permanentmagnete ist es möglich, die dynamoelektrischen Maschine als Innenläufermaschine auszubilden, bei der eine radial nach außen gerichtete Verschiebung der Permanentmagnete eine Feldschwächung zur Folge hat. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, dass die Magnettaschen in radialer Richtung nach außen betrachtet an einen Bereich geringerer Permeabilität und somit höherem magnetischen Widerstand anschließen. Bei einer derartigen Ausführungsform tauchen die Permanentmagnete bei einer Verschiebung radial nach außen in diesen niederpermeablen Bereich ein.

Eine besonders vorteilhafte Anwendung für eine dynamoelektrische Maschine nach einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen ist im Bereich der Elektromobilität zu sehen. Beispielsweise kann hierbei die dynamoelektrischen Maschine als permanenterregte Synchronmaschine ausgebildet sein, da diese insbesondere in Fahrzeuganwendungen aufgrund ihrer hohen Leistungsdichte deutliche Vorteile gegenüber konkurrierenden Maschinentypen aufweist. Durch die hier beschriebene erfindungsgemäße Möglichkeit der mechanischen Feldschwächung wird der Wirkungsgrad einer solchen Maschine weiter erhöht, was insbesondere im Hinblick auf die wünschenswerte Reichweitenverlängerung bei Elektrofahrzeugen äußerst vorteilhaft ist.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsformen näher beschrieben.

Elementen mit gleicher Funktion ist hierbei in allen Figuren das gleiche Bezugszeichen zugeordnet.

Es zeigen:

Figur 1 einen aus dem Stand der Technik bekannten Aufbau einer elektrischen Maschine,

Figur 2 eine Ausführungsform eines Rotors der Erfindung in einem ersten Betriebszustand und

Figur 3 eine Ausführung des Rotors nach Figur 2 in einem zweiten Betriebszustand.

Figur 1 zeigt einen aus dem Stand der Technik bekannten Aufbau einer elektrischen Maschine. Von einem Stator 1 mit Zahnspulentechnik ist nur ein teilringförmiger Ausschnitt dargestellt. Der Stator 1 umgibt konzentrisch einen als Innenläufer ausgebildeten Rotor 2, der drehfest mit einer Rotorwelle 9 verbunden ist. Stator 1 und Rotor 2 sind über einen Luftspalt 8 voneinander beabstandet.

Bei der Maschine handelt es sich eine permanenterregte Synchronmaschine. Zur Erzeugung des Erregerfeldes weist der Rotor 2 in Magnettaschen vergrabene Permanentmagnete 4 auf, die in Umfangsrichtung des Rotors 2 magnetisiert sind. Jeder Permanentmagnet 4 ist in Umfangsrichtung beidseitig von zwei Flussleitstücken 6 aus hochpermeablem Material, beispielsweise stanzpaketierten Elektroblechen, benachbart. Innerhalb dieser Flussleitstücke 6 wird der zunächst in Umfangsrichtung aus den Permanentmagneten 4 austretende magnetische Fluss in eine Radialrichtung umgelenkt, sodass die magnetischen Flusslinien den Luftspalt 8 im Wesentlich radial durchsetzen.

Der Rotor 2 besteht neben den Permanentmagneten 4 aus zwei wesentlichen weiteren Elementen: einem inneren Rotorteil 5 und die mit dem inneren Rotorteil 5 formschlüssig verbundenen Flussleitstücke 6. Bei der Montage können die Flussleitstücke 6 axial auf entsprechende Formschlusselemente 7 des inneren Rotorteils 5 aufgeschoben werden. In den Zwischenräumen zwischen den Flussleitelementen 7 bilden sich die entsprechenden Taschen zur Aufnahme der Permanentmagnete 4 aus.

Um eine solche permanenterregte dynamoelektrische Maschine im Feldschwächbereich betreiben zu können, muss in den Statorstrom eine geeignete Stromkomponente eingeprägt werden, die dem von den Permanentmagneten erzeugten Erregerfeld entgegenwirkt. Eine derartige elektrische Feldschwächung, die sich beispielsweise mithilfe der bekannten feldorientierten Regelung

realisieren lässt, ist mit erhöhten Verlusten innerhalb der Maschine und einer damit einhergehenden Reduktion ihres Wirkungsgrades verbunden.

Die beiden darauffolgenden Figuren zeigen nunmehr beispielhaft, wie auf Grundlage der Erfindung die in Figur 1 dargestellte dynamoelektrische Maschine modifiziert werden kann, um einen Feldschwächbetrieb mit höherem elektrischen Wirkungsgrad zu ermöglichen.

Figur 2 zeigt eine Ausführungsform eines Rotors 2 der Erfindung in einem ersten Betriebszustand. Im Vergleich zu der in Figur 1 dargestellten elektrischen Maschine sind hier die zur Aufnahme der Permanentmagnete 4 vorgesehenen Magnettaschen 3 radial ein Stück nach innen versetzt, sodass sich die Permanentmagnete 4 in der in Figur 2 dargestellten betrieblichen Situation etwas weiter vom Luftspalt 8 der Maschine entfernt befinden.

Die Besonderheit der in Figur 2 dargestellten elektrischen Maschine besteht nun darin, dass sich die Permanentmagnete 4 in radialer Richtung aus den Magnettaschen 3 herausschieben lassen. Die Permanentmagnete 4 sind hierbei in jedem Betriebszustand zumindest stückweise von den Magnettaschen 3 geführt.

Bei dem in Figur 2 dargestellten Betriebszustand stellt sich der maximale Erregerfluss der Maschine ein. In der hier dargestellten radial betrachtet inneren Position der Permanentmagnete 4 dringen diese maximal in die Magnettaschen 3 ein. Auf diese Art und Weise ist ein maximaler Anteil des Magnetmaterials in unmittelbarer Nachbarschaft zu den hochpermeablen Flussleitstücken 6 angeordnet. Der von den Permanentmagneten 4 erzeugte magnetische Fluss sieht sich somit einem minimalen magnetischen Widerstand entgegen. Die magnetischen Feldlinien, die aus den Permanentmagneten 4 im Wesentlichen in Umfangsrichtung der Maschine tangential austreten, werden innerhalb der Flussleitstücke 6 in radiale Richtung umgelenkt und durchsetzen den Luftspalt 8 der Maschine.

Die Permanentmagnete 3 sind gegen den Nutgrund der Magnettaschen 3 durch hier schematisch dargestellte Federelemente 11 vorgespannt. Bis zu einer gewissen Drehzahl der Maschine reicht die Vorspannkraft dieser Federn 11, um die Permanentmagnete 4 entgegen der Fliehkraft in dieser Position maximaler Eindringtiefe zu halten.

Bei zunehmender Drehzahl hingegen bewirkt die Fliehkraft, dass sich die Permanentmagnete 4 radial betrachtet gegen die Vorspannkraft der Federn 11 nach außen bewegen und somit die Eindringtiefe der Permanentmagnete 4 in den Magnettaschen 3 abnimmt.

In radialer Richtung betrachtet, schließt sich nach außen hin an die Magnettaschen 3 ein Bereich geringerer Permeabilität 10 an, der im Vergleich zu den Flussleitstücken 6 einen deutlich geringeren magnetischen Leitwert aufweist. Hierbei kann es sich beispielsweise um Luft handeln, aber auch um einen niederpermeablen Feststoff, insbesondere Kunststoff. Wenn nun die Permanentmagnete4 bei zunehmender Drehzahl und mithin zunehmender Fliehkraft aus den Magnettaschen 3 heraus bewegt werden, treten sie in diesen Bereich geringerer Permeabilität 10 ein und es stellt sich der in Figur 3 dargestellte Betriebszustand ein.

So zeigt Figur 3 eine Ausführung des Rotors nach Figur 2 in einem zweiten Betriebszustand, bei dem sich ein Feldschwächbetrieb einstellt. Die Eindringtiefe der Permanentmagneten 4 in den Magnettaschen 3 hat abgenommen, da sich die Permanentmagnete 4 nun stückweise in den Bereich geringerer Permeabilität 10 bewegt haben. Der Teil der Permanentmagnete 4, der sich in diesem Bereich geringerer Permeabilität 10 befindet, sieht sich nunmehr einem deutlich höheren magnetischen Leitwert gegenübergestellt als der Teil der Permanentmagnete 4, der noch in den Magnettaschen 3 liegt.

Durch diese Erhöhung des magnetischen Widerstandes wird schließlich der Luftspaltfluss gegenüber der Situation nach Figur 2 reduziert und die Maschine

kann einen Drehzahlbereich anfahren, der oberhalb ihres Nenndrehzahlbereiches liegt.

Bezugszahlenliste

1	Stator
2	Rotor
3	Magnettaschen
4	Permanentmagnete
5	inneres Rotorteil
6	Flussleitstücke
7	Formschlusselemente
8	Luftspalt
9	Rotorwelle
10	Bereich geringerer Permeabilität
11	Feder

Patentansprüche

1. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine aufweisend
   - einen Stator (1),
   - einen vom Stator (1) über einen Luftspalt beabstandeten Rotor (2) mit Magnettaschen (3) und
   - in radialer Richtung verschiebbare Permanentmagnete (4),

dadurch gekennzeichnet, dass
die Permanentmagnete (4) zumindest teilweise in die Magnettaschen (3) eindringen, wobei die Eindringtiefe der Permanentmagnete (4) von deren radialer Position abhängt und die Dichte des von den Permanentmagneten (4) erzeugten magnetischen Luftspaltflusses von der Eindringtiefe abhängt.

2. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach Anspruch 1, wobei der Rotor (2) derart gestaltet ist, dass die Dichte des Luftspaltflusses mit abnehmender Eindringtiefe abnimmt.

3. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach Anspruch 2, wobei der Rotor (2) derart gestaltet ist, dass eine radial nach außen gerichtete Verschiebung der Permanentmagnete (4) eine Reduktion der Eindringtiefe verursacht.

4. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach Anspruch 3, wobei die Magnettaschen (3) in einem ferromagnetischen Material angeordnet sind und sich nach radial außen betrachtet ein Bereich geringerer Permeabilität an die Magnettaschen (3) anschließt.

5. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach Anspruch 3 oder 4, wobei der Rotor (2) derart ausgebildet ist, dass die nach radial außen gerichtete Verschiebung der Permanentmagnete (4) durch eine mit zunehmender Rotordrehzahl zunehmende Fliehkraft bewirkt wird.

6. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach Anspruch 5, wobei die Permanentmagnete (4) durch eine Feder in radialer Richtung nach innen vorgespannt sind.

7. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach einem der Ansprüche 2 bis 6 mit einem Signaleingang für ein Fehlersignal und einem Aktor zum aktiven Verschieben der Permanentmagnete (4) aus der Magnettasche (3) heraus im Falle eines anliegenden Fehlersignals.

8. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Permanentmagnete (4) im Wesentlichen tangential zur Umfangsrichtung des Rotors (2) magnetisiert sind.

9. Dynamoelektrische permanenterregte Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Rotor (2) als Innenläufer ausgebildet ist.

10. Zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Fahrzeug mit einer dynamoelektrischen Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

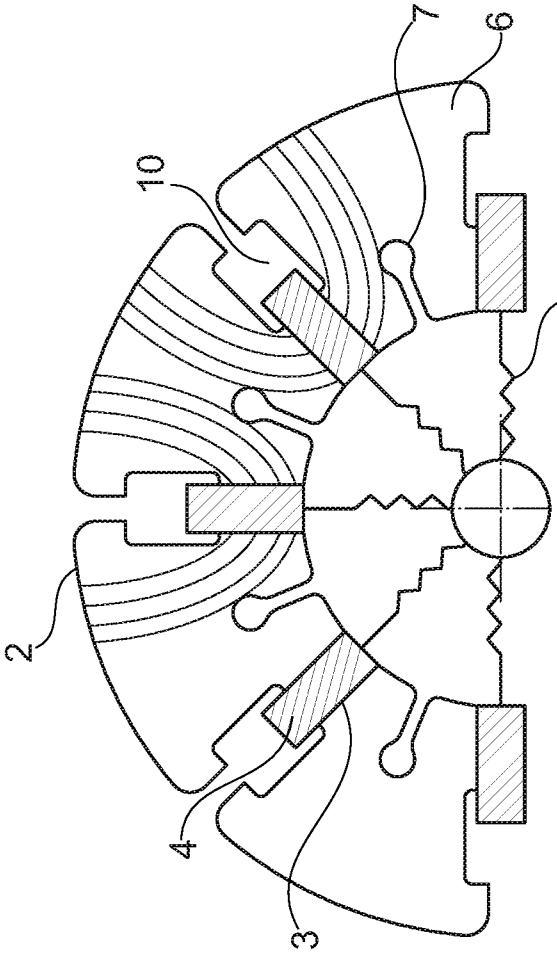


Fig. 2

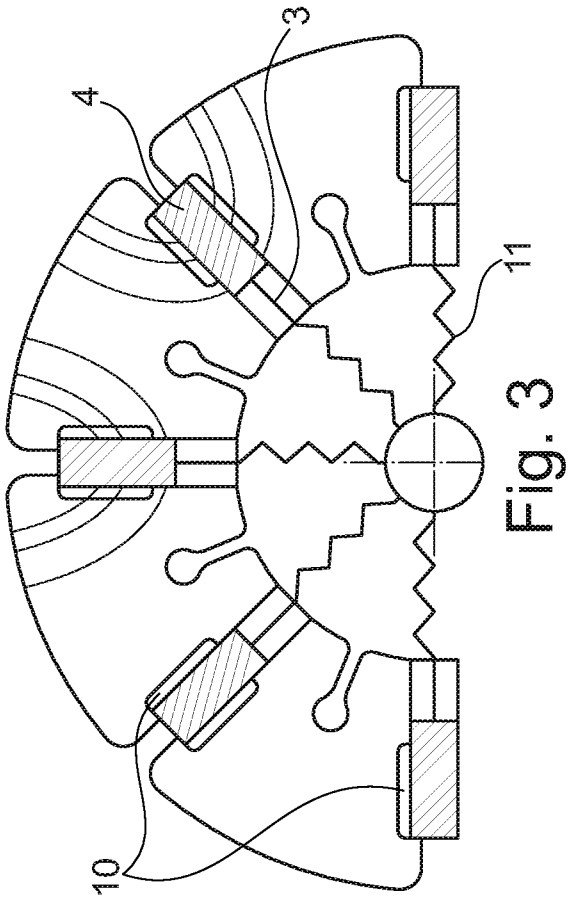


Fig. 3

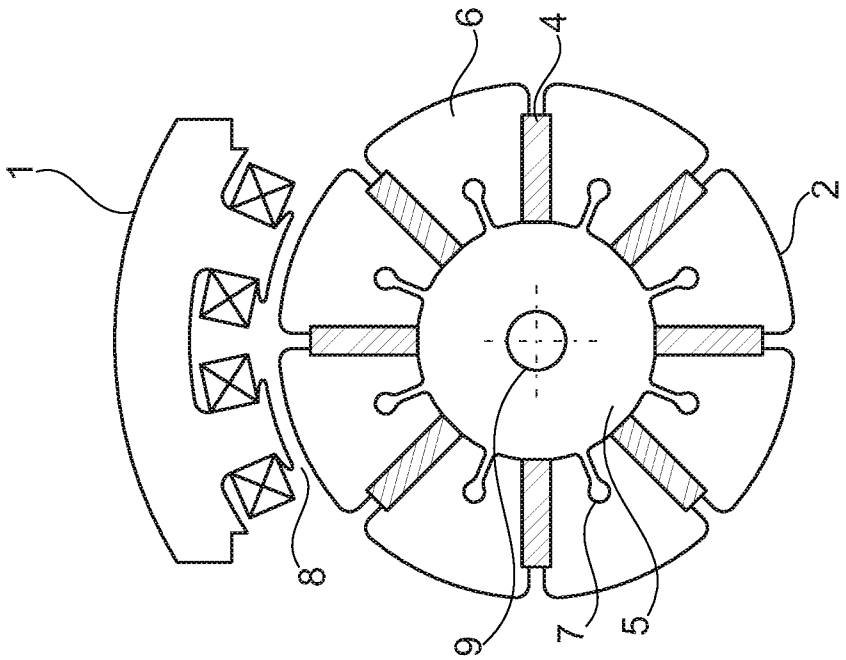


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2015/200262

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K21/02 H02K1/27 H02K11/00
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)
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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP H07 288940 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 31 October 1995 (1995-10-31) paragraphs [0010] - [0016]; figure 1 abstract -----	1-6,8-10 7
Y	DE 10 2012 201347 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 1 August 2013 (2013-08-01) paragraphs [0019], [0027]; figure 1 -----	7
X	US 2009/026864 A1 (ICHIYAMA YOSHIKAZU [JP]) 29 January 2009 (2009-01-29) paragraphs [0238] - [0240]; figures 26,27 -----	1-3,5,6, 8,10
X A	JP H09 65591 A (TOYOTA MOTOR CORP) 7 March 1997 (1997-03-07) paragraphs [0014] - [0020]; figure 1 abstract -----	1,8-10 3,5,6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ 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
1 September 2015	09/09/2015

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	Zoukas, Eleftherios

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2015/200262

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP H07288940 A	31-10-1995	NONE	
DE 102012201347 A1	01-08-2013	NONE	
US 2009026864 A1	29-01-2009	NONE	
JP H0965591 A	07-03-1997	JP 3269346 B2	25-03-2002
		JP H0965591 A	07-03-1997

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200262

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K21/02 H02K1/27 H02K11/00
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X Y	JP H07 288940 A (MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD) 31. Oktober 1995 (1995-10-31) Absätze [0010] - [0016]; Abbildung 1 Zusammenfassung -----	1-6,8-10 7
Y	DE 10 2012 201347 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 1. August 2013 (2013-08-01) Absätze [0019], [0027]; Abbildung 1 -----	7
X	US 2009/026864 A1 (ICHIYAMA YOSHIKAZU [JP]) 29. Januar 2009 (2009-01-29) Absätze [0238] - [0240]; Abbildungen 26,27 -----	1-3,5,6, 8,10
X A	JP H09 65591 A (TOYOTA MOTOR CORP) 7. März 1997 (1997-03-07) Absätze [0014] - [0020]; Abbildung 1 Zusammenfassung -----	1,8-10 3,5,6

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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
1. September 2015	09/09/2015

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	Zoukas, Eleftherios

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2015/200262

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP H07288940 A	31-10-1995	KEINE	
DE 102012201347 A1	01-08-2013	KEINE	
US 2009026864 A1	29-01-2009	KEINE	
JP H0965591 A	07-03-1997	JP 3269346 B2	25-03-2002
		JP H0965591 A	07-03-1997