

(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
20. Juli 2017 (20.07.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/121520 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
H02K 3/38 (2006.01) *H02K 15/12* (2006.01)
H02K 9/22 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/078371
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
22. November 2016 (22.11.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2016 200 186.8
11. Januar 2016 (11.01.2016) DE
- (71) **Anmelder:** **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).
- (72) **Erfinder:** **BLUM, Julian**; Lindwurmstraße 92 a, 80337 München (DE). **GUCCIONE, Augusto**; Schleißheimer Str. 44a, 80797 München (DE). **HUBER, Andreas**; Obere Liebenau 6a, 84034 Landshut (DE). **LANG, Markus**; Mozartstr. 98, 85521 Ottobrunn (DE). **MERWERTH, Joerg**; Am Brunnenhaus 2, 85221 Dachau (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, DE, DJ, 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, KW, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) **Title:** ELECTRIC MACHINE
- (54) **Bezeichnung:** ELEKTRISCHE MASCHINE

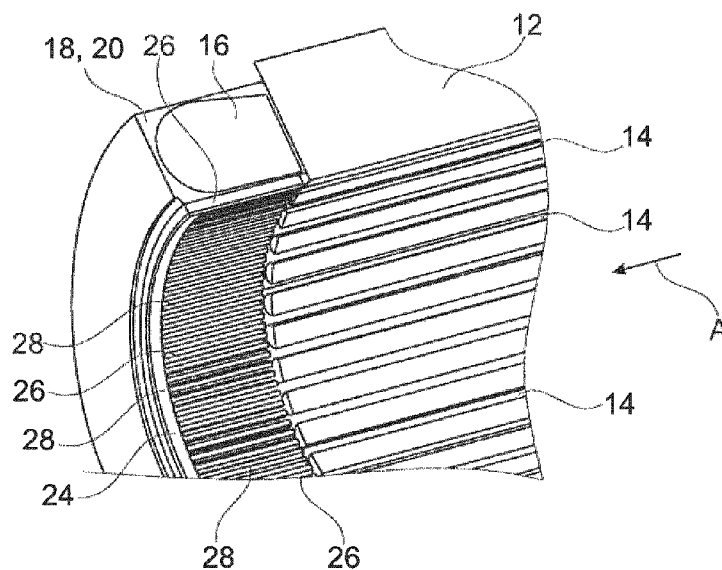


Fig. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to an electric machine (2) having a housing (4) and having a stator (12) inside the housing, surrounding a rotor (6) arranged on a motor shaft (8) so as to be fixed to said shaft and having a rotary field winding which, at the ends of the stator (12), forms a winding head (16), wherein the winding heads (16) are embedded in a thermally conductive potting material (20), wherein the potting material (20) is in thermal contact with the housing (4) along the outer circumference of the winding head (16), and wherein a segmented cooling plate (24) is arranged on the inner circumference of the potted winding head (16).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Elektrische Maschine (2) mit einem Gehäuse (4) und mit gehäuseintern einem einen auf einer Motorwelle (8) wellenfest angeordneten Rotor (6) umgebenden Stator (12) mit einer Drehfeldwicklung, die an den Stirnseiten des Stators (12) jeweils einen Wickelkopf (16) ausbildet, wobei die Wickelköpfe (16) in einem wärmeleitfähigen Vergussmaterial (20) eingebettet sind, wobei das Vergussmaterial (20) entlang des Außenumfanges des Wickelkopfes (16) in einem

Wärmekontakt mit dem Gehäuse (4) ist, und wobei am Innenumfang des vergossenen Wickelkopfes (16) ein segmentiertes Kühlblech (24) angeordnet ist.

WO 2017/121520 A1

Veröffentlicht:

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

Elektrische Maschine

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einem Gehäuse und mit gehäuseintern einem Stator, der einen auf einer Motorwelle wellenfest angeordneten Rotor umgibt und eine Drehfeldwicklung aufweist, die an den Stirnseiten des Stators jeweils einen Wickelkopf ausbildet. Sie betrifft weiter ein mit einer derartigen elektrischen Maschine ausgestattetes Kraftfahrzeug.

Elektrische Maschinen können als Motoren oder Generatoren in verschiedenen technischen Anwendungen, beispielsweise als Kompressor- oder Starterantrieb, dienen. Heutzutage werden insbesondere leistungsfähige elektrische Maschinen als elektrische Antriebsmotoren in Hybrid- oder Elektrofahrzeugen eingesetzt.

Ein derartiger, insbesondere bürstenloser, Elektromotor als elektrische Drehstrommaschine weist üblicherweise statorseitig ein Statorblechpaket auf. Das Statorblechpaket weist eine Anzahl von Statorzähnen und Statornuten auf, in welche eine elektrische Drehfeldwicklung in Form einzelner Statorspulen eingesetzt ist, die ihrerseits aus einem Isolierdraht, das heißt einem mit einer Isolierschicht in Form beispielsweise eines Isolierlackes versehenen Draht (Kupferdraht) gewickelt sind.

Die Spulenwicklungen sind häufig derart angeordnet, dass sie zwischen zwei gegenüberliegenden Stirnenden des Stators entlang des Statorblechpaket in einer Längsrichtung (Axialrichtung) verlaufen und an den Stirnseiten des Statorblechpakets quer zu dieser Längsrichtung

schleifenartig umgelenkt sind. Hierbei kann der Stator beispielsweise Spulenkörper aufweisen, die auf den durch die Statornuten freigestellten Statorzähnen angeordnet sind, und um die der Spulendraht in Windungen übereinander gewickelt wird. Dieser Bereich, in dem die Spulenwicklungen das Statorblechpaket in Axialrichtung überragen und umgelenkt werden, wird üblicherweise als (statorstirnseitiger) Wickelkopf bezeichnet.

Zur mechanischen Fixierung der Spulenwicklungen relativ zueinander und in Bezug auf den jeweiligen Spulenkörper ist es üblich, die Bauteile des Stators zumindest im Bereich der Wickelköpfe mit einem Vergussmaterial, wie beispielsweise einem Epoxidharz oder einem Kunststoff zu vergießen. Nach einem Aushärten des Vergussmaterials sind die Wickelköpfe durch den dadurch gebildeten Verguss mechanisch und elektrisch geschützt.

Im Falle eines bürstenlosen Elektromotors als mehrphasige Drehstrommaschine weist der Stator mehrere (Motor-)Phasen und damit zumindest eine entsprechende Anzahl von Phasenleiter oder Spulendrähte als Phasen- oder Spulenwicklungen auf. Die Spulenwicklungen werden jeweils phasenversetzt mit elektrischem Strom beaufschlagt, um ein magnetisches Drehfeld zu erzeugen, in dem ein üblicherweise mit Permanentmagneten versehener Rotor oder Läufer rotiert.

Durch den Strom entsteht im Betrieb unter anderem eine Verlustleistung in Form von Wärme, die unter anderem aufgrund von ohmschen Verlusten innerhalb der Isolierdrähte auftritt. Diese Verlustwärme bewirkt nachteiligerweise Leistungsverluste des Elektromotors und kann mitunter zu einem Schmelzen des Isolierlacks und/oder des Vergusses und somit zu einer Beschädigung des Elektromotors führen. Zur Reduzierung und zum Abbau der erzeugten Verlustwärme ist es daher notwendig, den Elektromotor im Betrieb ausreichend zu kühlen beziehungsweise zu entwärmen.

Durch den Verguss sind die Statorspulen im Bereich der Wickelköpfe thermisch isoliert, wodurch die (Spulen-)Temperatur im Wickelkopfbereich am größten wird. Dieser „Hot-Spot“ reduziert die Dauerbelastbarkeit des Elektromotors. Zur Kühlung der Wickelköpfe ist es üblich den Verguss an ein Gehäuse des Elektromotors zu koppeln und somit die Verlustwärme an die thermische Masse des Gehäuses abzuleiten. Hierbei ist es beispielsweise bekannt, das Gehäuse mittels Wasser- und/oder Luftkühlungen zu entwärmen.

Die Anbindung an das Gehäuse erfolgt typischerweise in Bezug auf das Statorblechpaket radial außenseitig sowie teilweise zusätzlich über einen axialen Wärmekontakt des Vergussmaterials mit einer Gehäusestirnseite. Zur Verbesserung der Kühlwirkung ist es ebenso üblich, eine Wärmeabfuhr durch eine thermische Anbindung der radial inneren Fläche des Wickelkopfes, insbesondere mittels Kühlstrukturen des Gehäuses oder ringförmigen oder hohlzylinderartigen Kühlblechen, zu realisieren. Die Kühlbleche wirken als zusätzliche Entwärmungsfläche und sind beispielsweise innerhalb von Nuten des Vergusses angeordnet oder zumindest teilweise in den Verguss eingelassen. Zweckmäßigerweise sind die Kühlbleche aus einem metallischen Material mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit hergestellt, insbesondere aus einem Aluminiummaterial.

Einerseits steigt die Effektivität der Entwärmung des Wickelkopfvergusses mit sinkendem Abstand des Wickelkopfes von dem gekühlten Gehäuse beziehungsweise Kühlblech. Andererseits erzeugt das magnetische Drehfeld der Drehfeldwicklung in den elektrisch leitfähigen Flächen des Kühlblechs und des Gehäuses Wirbelströme, die wiederum als zusätzliche Wärmequellen wirken und dadurch die Kühlung des Vergusses behindern. Mit anderen Worten wird die Entwärmung der Drehfeldwicklung reduziert, wodurch die Dauerbelastung des Elektromotors begrenzt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Maschine anzugeben, welche hinsichtlich einer Entwärmung der Wickelköpfe verbessert ist. Des Weiteren soll ein mit einer derartigen elektrischen Maschine ausgestattetes Kraftfahrzeug angegeben werden.

Bezüglich der elektrischen Maschine wird die genannte Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und bezüglich des Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 10 erfindungsgemäß gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Die erfindungsgemäße elektrische Maschine ist beispielsweise als eine permanenterregte Maschine oder als eine Asynchronmaschine eines Kraftfahrzeugs, insbesondere als eine Antriebsmaschine eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs, ausgeführt. Hierzu umfasst die Maschine ein Gehäuse mit gehäuseinternem einem Stator, der einen auf einer Motorwelle wellenfest angeordneten Rotor umgibt. Der Stator weist einen Statorgrundkörper auf, auf den eine Drehfeldwicklung zur Generierung eines den Rotor in Rotation versetzenden magnetischen Drehfelds aufgebracht ist. Die Drehfeldwicklung ist beispielsweise als eine verteilte (Spulen-)Wicklung auf den Statorgrundkörper aufgebracht.

Die Spulen der Drehfeldwicklung überragen axial den Stator an seinen Stirnseiten, wodurch jeweils ein Wickelkopf ausgebildet wird. Mit anderen Worten ist der Wickelkopf derjenige Teil der Drehfeldwicklung, der den Statorgrundkörper, das bedeutet das Statorpaket oder Statorblechpaket, auf beiden Stirnseiten axial überragt. Die Wickelköpfe sind in einem wärmeleitenden Vergussmaterial eingebettet, über welches eine Wärmeableitung der im Motorbetrieb in den Wickelköpfen entstehenden Verlustwärme erfolgt.

Das Vergussmaterial ist entlang eines Außenumfangs des jeweiligen Wickelkopfs, das heißt radial außenseitig, in einem Wärmekontakt mit dem Gehäuse, sodass die Verlustwärme zur Kühlung der elektrischen Maschine über die thermische Masse des Gehäuses abgeführt wird. Unter Wärmekontakt ist im Nachfolgenden insbesondere ein wärmeleitender Kontakt zwischen zwei oder mehreren Materialien zu verstehen, bei welchem mittels Konvektion ein Wärmeübergang von einem in das andere Material erfolgt.

Auf der radialen Innenseite ist der vergossene Wickelkopf entlang eines Innenumfangs in einem Wärmekontakt mit einem segmentierten Kühlblech. Das vorzugsweise streifen- oder plattenartige Kühlblech ist als ein Wärmeleitkörper aus einem metallischen Material gefertigt. Das Kühlblech gibt die vom Vergussmaterial aufgenommene Wärme beispielsweise an ein umfließendes Kühlmedium wie beispielsweise Luft ab, sodass das Kühlblech und somit das Vergussmaterial und der jeweilige Wickelkopf gekühlt werden. Aufgrund der Anordnung an dem Innenumfang des Vergussmaterials weist das Kühlblech zweckmäßigerweise eine im Wesentlichen kreisringförmige oder hohlzylindrische Geometrie auf. Durch die Segmentierung wird eine Induzierung von Wirbelströmen in der elektrischen leitfähigen Fläche des Kühlblechs, aufgrund des magnetischen Drehfelds im Motorbetrieb, reduziert oder vollständig verhindert.

Mit anderen Worten wird die ausgedehnte Entwärmungsfläche des Kühlblechs durch die Segmentierung derart unterbrochen, dass die Strombahnen der induzierten Wirbelströme unterbrochen werden. Dadurch treten im Motorbetrieb keine nennenswerten Wirbelströme innerhalb des Kühlblechs auf. Folglich kommt es im Motorbetrieb zu einer wesentlich geringeren Wärmeentwicklung des Kühlblechs, sodass sich das Vergussmaterial und somit die Wickelköpfe besser in Richtung des

Kühlblechs entwärmen. Die verbesserte Entwärmung der Wickelköpfe überträgt sich vorteilhaft auf eine Reduzierung der Verlustleistung sowie auf eine Erhöhung der Dauerbelastung der elektrischen Maschine.

Durch die Segmentierung wird die Entwärmungsfläche des Kühlblechs, über welche sich das Vergussmaterial entwärmen kann, reduziert.

Erfahrungsgemäß wird jedoch durch die Vermeidung von Wirbelströmen, und somit der Vermeidung einer zusätzlichen Wärmeentwicklung innerhalb des Kühlblechs, die Kühlung des Wickelkopfes im Motorbetrieb wesentlich verbessert. Dadurch ist eine besonders effektive Wärmeabfuhr aus den Hot-Spots der Wickelköpfe ermöglicht, was sich insbesondere vorteilhaft auf das Leistungspotential sowie die Lebensdauer der elektrischen Maschine überträgt. Dadurch ist bei einem gleichen Bauvolumen eine elektrische Maschine mit einer vergleichsweise erhöhten Antriebsleistung realisiert.

Bei dem Vergussmaterial handelt es sich beispielsweise um ein Epoxidharz oder ein aushärtbares Kunststoffmaterial, das auf die beiden gegenüberliegenden Stirnseiten des Stators zur langfristigen Fixierung der Wickelköpfe aufgebracht ist. Das ausgehärtete Vergussmaterial bildet stirnseitig jeweils einen im Wesentlichen kreisringförmigen Verguss mit einem rechteckigen Querschnitt, in welchem der Drahtverlauf der Wickelköpfe im Wesentlichen vollständig aufgenommen ist. Zusätzlich zur außenumfangsseitigen Anbindung an das Gehäuse ist der jeweilige Verguss vorzugsweise in einem axialen Wärmekontakt mit der zugeordneten Gehäusestirnseite. Dadurch wird die Kühlung der Wickelköpfe weiter verbessert.

In einer geeigneten Weiterbildung ist die Segmentierung des Kühlblechs durch eine Anzahl von Aussparungen gebildet. Die Aussparungen des Kühlblechs können hierbei beispielsweise mit isolierendem Material, das bedeutet einem elektrisch nicht leitfähigen Material, aufgefüllt sein. In einer

bevorzugten Ausführung sind die Aussparungen insbesondere als vorzugsweise axiale Schlitz des Kühlblechs ausgebildet. Durch das Einfügen oder Einbringen von Schlitzten oder andersartigen Isolationsschichten in das Kühlblech werden die Wirbelstromverluste und die dadurch entstehende Abwärme wesentlich reduziert.

Ein anderer oder weiterer Aspekt der Erfindung sieht vor, dass ein kammartiges Kühlblech mit einer Anzahl von sich axial zur gegenüberliegenden Stirnseite hin erstreckenden Blechzähnen vorgesehen ist. Die lamellenartigen Blechzähne sind hierbei insbesondere durch schlitzartige Aussparungen im Zuge der Segmentierung freigestellt.

Durch die Segmentierung und die dadurch realisierte Reduzierung von Wirbelstromverlusten ist es möglich, das Kühlblech näher an den Wickelkopf zu positionieren, sodass die Kühlwirkung weiter verbessert wird. Zu diesem Zwecke ist das Kühlblech in einer vorteilhaften Ausbildung zumindest teilweise innerhalb des Vergussmaterials angeordnet. Mit anderen Worten ist das Kühlblech beispielsweise gemeinsam mit dem Wickelkopf in dem Vergussmaterial vergossen.

In einer zweckmäßigen Ausführung ist das Gehäuse mittels einer Kühlung, insbesondere mittels einer Wasserkühlung, entwärmt. Dadurch verbessert sich die gehäusesseitige Kühlung des Vergussmaterials, wodurch die Dauerbelastung der elektrischen Maschine weiter verbessert wird.

In einer geeigneten Ausgestaltung ist das Kühlblech aus einem Aluminiummaterial hergestellt. Dadurch ist das Kühlblech besonders gewichtsarm und mit kostengünstig herstellbar, wobei gleichzeitig eine möglichst hohe Wärmeleitfähigkeit sichergestellt ist.

In der bevorzugten Anwendung wird die elektrische Maschine in einem Kraftfahrzeug eingesetzt. Hierbei ist die elektrische Maschine vorzugsweise als eine Asynchronmaschine ausgestaltet, und beispielsweise als ein elektromotorischer Antrieb in einem Elektro- oder Hybridfahrzeug eingebaut. Die elektrische Maschine ist vorzugsweise dazu ausgeführt und geeignet, einerseits ein Drehmoment für einen Fahrzeugvortrieb zu erzeugen, und andererseits eine kinetische Energie des Kraftfahrzeugs im Betrieb zu rekuperieren und in elektrische Energie für einen Energiespeicher umzuwandeln (generatorischer Betrieb).

Hierbei überträgt sich die verbesserte Dauerbelastung der elektrischen Maschine vorteilhaft auf die Laufzeit des Antriebs sowie eines damit gekoppelten Energiespeichers. Dadurch wird die Fahrreichweite des damit ausgestatteten Kraftfahrzeugs verbessert.

Nachfolgend sind Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

- Fig. 1 in einer schematischen Schnittdarstellung eine elektrische Maschine mit einem Gehäuse und mit gehäuseinternem Stator und einem auf einer Motorwelle wellenfest angeordneten Rotor,
- Fig. 2 in einer perspektivischen Darstellung ausschnittsweise einen Wickelkopfbereich des Stators mit einem Kühlblech und mit einem Verguss,
- Fig. 3 den Wickelkopfbereich in einer Schnittdarstellung, und
- Fig. 4 das Kühlblech in einer perspektivischen Darstellung.

Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Bei der in Fig. 1 dargestellten elektrischen Maschine 2 handelt es sich um einen elektromotorischen Antrieb eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs. Die elektrische Maschine 2 ist hierzu zweckmäßigerweise als eine Asynchronmaschine ausgeführt, und innerhalb eines Antriebsstrangs des Elektro- oder Hybridfahrzeugs integriert. Die elektrische Maschine 2 umfasst ein (Motor-)Gehäuse 4, in dem ein Rotor 6 rotationsbeweglich um eine Drehachse D gelagert ist.

Der Rotor 6 ist wellenfest auf einer Rotor- oder Motorwelle 8 angeordnet, die mittels zweier Lager 10, an den gegenüberliegenden Stirnseiten des Gehäuses 4 gegenüber diesem gelagert ist. Der Rotor 6 ist gehäuseintern von einem Stator 12 umgeben. Der Stator 12 umfasst ein nicht näher beschriebenes Statorpaket oder Statorblechpaket mit einer Anzahl von innumfangsseitigen, axialverlaufenden Statornuten 14. Die Statornuten 14 verlaufen hierbei insbesondere entlang einer im Wesentlichen parallel zur Drehachse D orientierten Axialrichtung A.

In den Statornuten 14 ist im Montagezustand eine verteilte Drehfeldwicklung eingelegt, die lediglich schematisch anhand der Wickelköpfe 16 dargestellt ist. Aus den beiden gegenüberliegenden Stirnseiten des Stators 12 ragt die Drehfeldwicklung als schleifenförmige Windungsschleife heraus, die in diesem Bereich den jeweiligen Wickelkopf 16 bildet.

Im (Motor-)Betrieb der elektrischen Maschine 2 wird die Drehfeldwicklung mit einem elektrischem Drehstrom beaufschlagt. Dadurch erzeugt die Drehfeldwicklung ein magnetisches Drehfeld, in dem der üblicherweise mit Permanentmagneten versehene Rotor 6 um die Drehachse D rotiert. Durch den Strom entsteht im Betrieb unter anderem eine Verlustleistung in Form von Wärme.

Die Wickelköpfe 16 sind zum Zwecke einer Wärmeableitung der im Motorbetrieb entstehenden Verlustwärme der Drehfeldwicklung in einem Verguss 18 eingebettet. Dieser Verguss 18 besteht aus einem ausgehärteten Vergussmaterial 20, insbesondere aus einem Epoxidharz oder einem Kunststoffmaterial. Durch den Verguss 18 sind die Wickelköpfe 16 mechanisch und elektrisch geschützt auf dem Stator 12 fixiert. Der Verguss 18 ist etwa kreisringförmig und weist, wie insbesondere in Fig. 2 und Fig. 3 ersichtlich, einen etwa rechteckigen Querschnitt auf, in dem der jeweilige Wickelkopf 16 im Wesentlichen vollständig aufgenommen ist.

Der Verguss 18 ist direkt mit den Gehäusestirnseiten 22 des Gehäuses 4 entlang der Axialrichtung A verbunden, sodass Wärme vom Verguss 18 nach außen an das Gehäuse 4 abgeführt wird. Die Gehäusestirnseiten 22 sind hierbei insbesondere durch einen Gehäuseboden 4a eines topfartigen Gehäusegrundkörpers einerseits und durch einen diesen verschließenden Gehäusedeckel 4b andererseits gebildet. Das Gehäuse 4 ist mittels einer Kühlung, beispielsweise durch integrierte Kühlmittleitungen, gekühlt. Vorzugsweise wird hierbei Wasser als Kühlmittel eingesetzt.

Entlang des Innenumfangs des Vergusses 18 ist ein kammartiges Kühlblech 24 angeordnet. Im Motorbetrieb wird ein Kühlfluid, beispielsweise in Form eines Luft- oder Flüssigkeitsstroms, an dem Kühlblech 24 vorbeigeführt, sodass sich der Verguss 18 über das Kühlblech 24 an das Innere des Stators 12 entwärmt.

Das in Fig. 4 einzeln dargestellte kreisringförmige Kühlblech 24 ist insbesondere aus einem Aluminiummaterial, beispielsweise mittels eines Stanz-Biege-Verfahrens, hergestellt. Das Kühlblech 24 ist zumindest teilweise in den Verguss 18 integriert oder eingebettet, sodass ein möglichst geringer Abstand zwischen den Wickelkopf 16 und dem Kühlblech 24 realisiert ist. Dadurch ist eine besonders effektive Wärmeübertragung von

den Wickelköpfen 16 an das jeweilige Kühlblech 24 sichergestellt, was sich vorteilhaft auf die Kühlung der Wickelköpfe 16 überträgt.

Das Kühlblech 24 weist eine Anzahl von sich axial zur jeweils gegenüberliegenden Gehäusestirnseite 22 erstreckenden Blechzähnen 26 auf. Die lamellenartigen Blechzähne 26 sind durch schlitzartige Aussparungen 28 des Kühlblechs 24 freigestellt. Beispielhaft sind in der Fig. 2 lediglich jeweils drei Statornuten 14, Blechzähne 26 und Aussparungen 28 mit einem Bezugszeichen versehen.

Durch die Aussparungen 28 ist eine Segmentierung des Kühlblechs 24 realisiert, durch welche im Betrieb die Ausbildung von induzierten Wirbelströmen aufgrund des magnetischen Drehfeldes reduziert oder verhindert wird. Dadurch wird eine Wärmeentwicklung der Kühlbleche 16 verringert, sodass eine verbesserte Kühlung der Wickelköpfe 16 realisiert ist. Die lichte Breite der Aussparungen 28 ist hierbei im Zuge der Integrierung oder Einbettung des Kühlblechs 24 in den Verguss 18 beispielsweise mit Vergussmaterial 20 aufgefüllt, sodass zwischen den Blechzähnen 26 im Wesentlichen elektrisch isolierendes Material angeordnet ist.

In einer geeigneten Dimensionierung weist das Kühlblech 24 beispielsweise eine radiale Blechdicke von 3 mm und eine axiale Blechhöhe von etwa 30 mm auf. Die Segmentierung ist in einer derartigen Ausgestaltung beispielsweise auf etwa 6 mm dimensioniert, das bedeutet, dass die Breite der Blechzähne 26 und/oder die lichte Breite der schlitzartigen Aussparungen 28 zwischen den Blechzähnen 26 auf 6 mm bemessen ist.

Die Erfindung ist nicht auf das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr können auch andere Varianten der Erfindung von dem Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den

Gegenstand der Erfindung zu verlassen. Insbesondere sind ferner alle im Zusammenhang mit dem Ausführungsbeispiel beschriebenen Einzelmerkmale auch auf andere Weise miteinander kombinierbar, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen.

Bezugszeichenliste

2	Elektrische Maschine
4	Gehäuse
4a	Gehäuseboden
4b	Gehäusedeckel
6	Rotor
8	Motorwelle
10	Lager
12	Stator
14	Statornut
16	Wickelkopf
18	Verguss
20	Vergussmaterial
22	Gehäusestirnseite
24	Kühlblech
26	Blechzahn
28	Aussparung
D	Drehachse
A	Axialrichtung

Ansprüche

1. Elektrische Maschine (2) mit einem Gehäuse (4) und mit gehäuseintern einem einen auf einer Motorwelle (8) wellenfest angeordneten Rotor (6) umgebenden Stator (12) mit einer Drehfeldwicklung, die an den Stirnseiten des Stators (12) jeweils einen Wickelkopf (16) ausbildet,
 - wobei die Wickelköpfe (16) in einem wärmeleitfähigen Vergussmaterial (20) eingebettet sind,
 - wobei das Vergussmaterial (20) entlang des Außenumfangs des Wickelkopfes (16) in einem Wärmekontakt mit dem Gehäuse (4) ist, und
 - wobei am Innenumfang des vergossenen Wickelkopfes (16) ein segmentiertes Kühlblech (24) angeordnet ist.
2. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 1, wobei die Segmentierung des Kühlblechs (24) durch eine Anzahl von Aussparungen (28) gebildet ist.
3. Elektrische Maschine (2) nach Anspruch 2, wobei die Aussparungen (28) als axiale Schlitz ausgeführt sind.
4. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei ein kammartiges Kühlblech (24) mit einer Anzahl von sich axial zur gegenüberliegenden Stirnseite hin erstreckenden Blechzähnen (26) vorgesehen ist.
5. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Kühlblech (24) zumindest teilweise innerhalb des Vergussmaterials (20) angeordnet ist.
6. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

wobei das Gehäuse (4) mittels einer Kühlung, insbesondere Wasser- oder Ölkühlung, entwärmt ist.

7. Elektrische Maschine (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Kühlblech (24) aus einem Aluminiummaterial hergestellt ist.
8. Kraftfahrzeug, insbesondere Elektro- oder Hybridfahrzeug, mit einer elektrischen Maschine (2) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7.

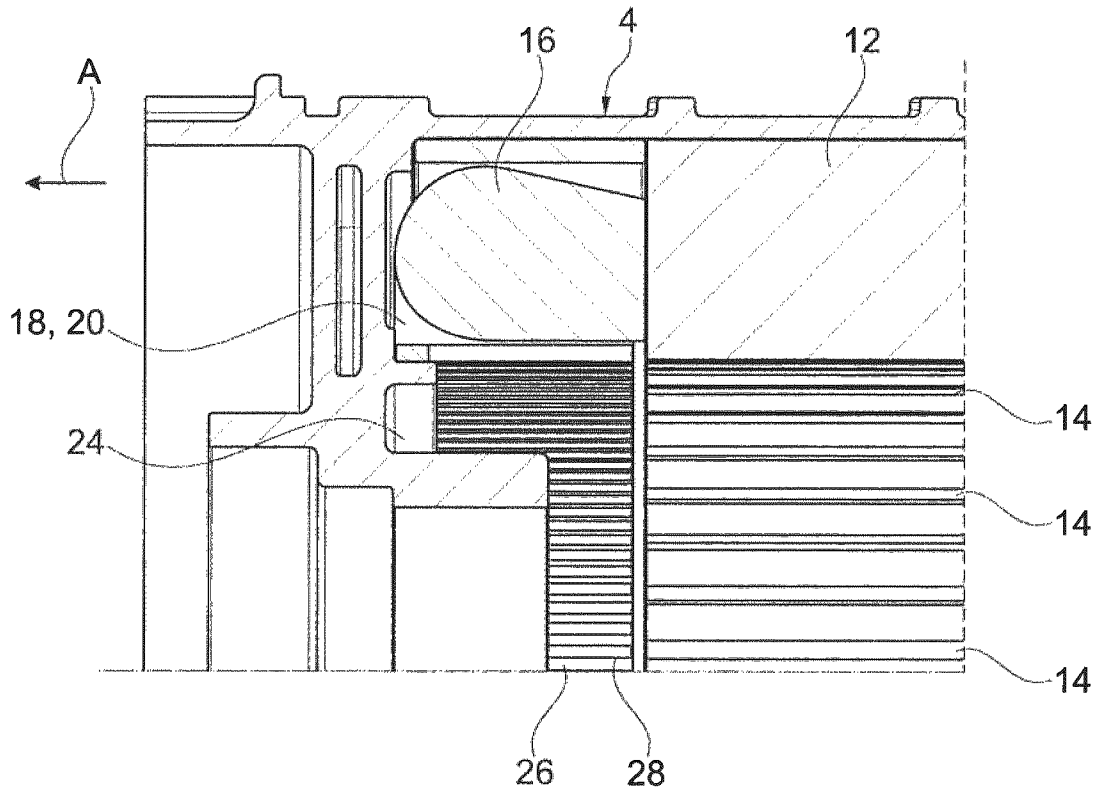


Fig. 3

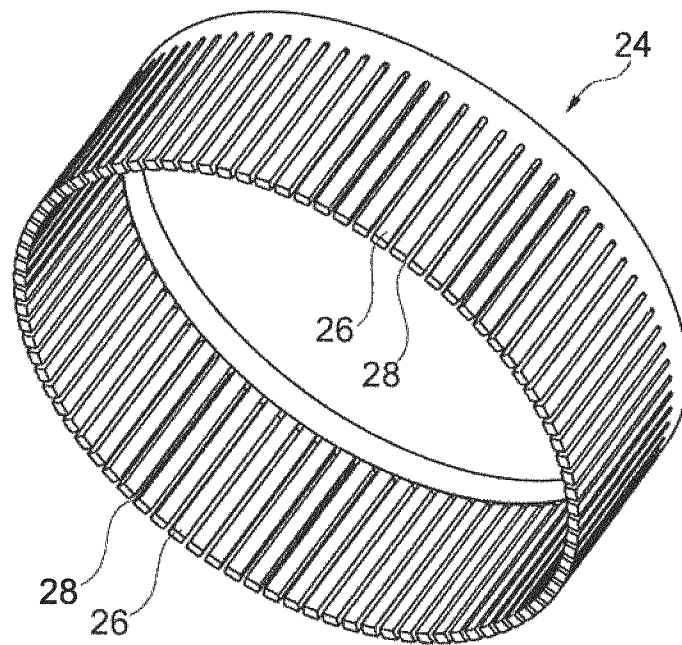


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/078371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H02K3/38 H02K9/22
 ADD. H02K15/12

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, 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 2014/056717 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17 April 2014 (2014-04-17) abstract; figures page 10, line 33 - page 11, line 11 -----	1-8
X	EP 2 113 991 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4 November 2009 (2009-11-04) abstract; figures paragraph [0039] -----	1-8
X	US 2012/001503 A1 (OWNG RONG-JONG [TW] ET AL) 5 January 2012 (2012-01-05) abstract; figures paragraphs [0028] - [0031] -----	1-8
X	JP H10 174371 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26 June 1998 (1998-06-26) abstract; figures -----	1-8

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 24 January 2017	Date of mailing of the international search report 02/02/2017
--	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/078371

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2014056717 A2	17-04-2014	DE 102013200105 A1 WO 2014056717 A2	24-04-2014 17-04-2014

EP 2113991 A1	04-11-2009	EP 2113991 A1 US 2009273254 A1	04-11-2009 05-11-2009

US 2012001503 A1	05-01-2012	CN 102340199 A TW 201203813 A US 2012001503 A1	01-02-2012 16-01-2012 05-01-2012

JP H10174371 A	26-06-1998	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/078371

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K3/38 H02K9/22 ADD. H02K15/12		
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, 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 2014/056717 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. April 2014 (2014-04-17) Zusammenfassung; Abbildungen Seite 10, Zeile 33 - Seite 11, Zeile 11 -----	1-8
X	EP 2 113 991 A1 (SIEMENS AG [DE]) 4. November 2009 (2009-11-04) Zusammenfassung; Abbildungen Absatz [0039] -----	1-8
X	US 2012/001503 A1 (OWNG RONG-JONG [TW] ET AL) 5. Januar 2012 (2012-01-05) Zusammenfassung; Abbildungen Absätze [0028] - [0031] -----	1-8
X	JP H10 174371 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 26. Juni 1998 (1998-06-26) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-8
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 24. Januar 2017		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 02/02/2017
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Ramos, Horacio

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/078371

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2014056717 A2	17-04-2014	DE 102013200105 A1 WO 2014056717 A2	24-04-2014 17-04-2014
EP 2113991 A1	04-11-2009	EP 2113991 A1 US 2009273254 A1	04-11-2009 05-11-2009
US 2012001503 A1	05-01-2012	CN 102340199 A TW 201203813 A US 2012001503 A1	01-02-2012 16-01-2012 05-01-2012
JP H10174371 A	26-06-1998	KEINE	