

(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
15. September 2016 (15.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/142190 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 9/06 (2006.01) *H02K 11/33* (2016.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/054144
- (22) Internationales Anmeldedatum:
26. Februar 2016 (26.02.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2015 204 025.9 6. März 2015 (06.03.2015) DE
- (71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH**
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) Erfinder: **FRÖHLICH, Holger**; Fagottstrasse 15, 13127 Berlin (DE). **CHARLES, David**; Kaiserin-Augusta-Allee 1, 10553 Berlin (DE). **KRAUSE, Robert**; Prenzlauer Allee 145 A, 10409 Berlin (DE). **SMIT, Arnoud**; Zaunwiesenweg 38, 90482 Nürnberg (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, 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).

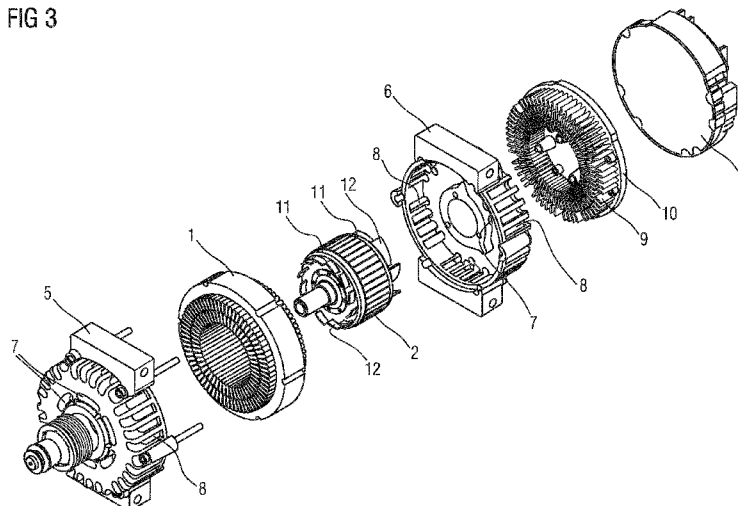
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: ELECTRIC MACHINE COMPRISING A COOLING BODY

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE MASCHINE MIT EINEM KÜHLKÖRPER

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to an electric machine comprising a stator (1), a rotor (2) and an inverter (4) arranged in an inverter housing (3). Said rotor (2) is rotatably mounted about a rotational axis with its rotor axis in a first end shield (5) and in a second end shield (6) and a cooling body (10) is arranged between the second end shield (6) and the inverter housing (3), in direct contact with the inverter housing (3). The rotor (2) comprises, on two opposite front sides, facing the end shields (5, 6), fan wheel blades (12) and the cooling body (10) comprises at least two cooling ribs (9). Also, the cooling air used as a coolant can be, from an inverter side, radially suctioned and radially blown out.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einem Stator (1), einem Rotor (2) sowie einem in einem Invertergehäuse (3) angeordneten Inverter (4). Der Rotor (2) ist mit seiner Rotorachse in einem ersten Lagerschild (5) und in einem zweiten Lagerschild (6) um eine Drehachse drehbar gelagert und ein Kühlkörper (10) ist zwischen dem zweiten Lagerschild (6) und dem Invertergehäuse (3) in unmittelbarem berührenden Kontakt mit dem Invertergehäuse (3) angeordnet. Der Rotor (2) ist an zwei einander gegenüberliegenden, in Richtung der Lagerschilde (5, 6) weisenden Stirnseiten mit Lüfterradschaufeln (12) versehen und der Kühlkörper (10) weist mindestens zwei Kühlrippen (9) auf. Außerdem kann Kühlluft als Kühlmedium auf einer Inverterseite radial angesaugt und radial ausgeblasen werden.

Beschreibung

Elektrische Maschine mit einem Kühlkörper

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einem Kühlkörper.

Bedingt durch die physikalischen Eigenschaften einer elektrischen Maschine und zugehöriger Leistungselektronik entstehen bei einem Betrieb von einem Elektromotor Verlustleistungen, die in Form von Abwärme zu einer Temperaturerhöhung der elektrischen Maschine führen. Eine hohe Eigentemperatur führt jedoch zu einem Leistungsverlust oder gar einem Ausfall. Um dies zu vermeiden, muss die Abwärme während des Betriebs abgeführt werden.

10 Elektromotoren, bei denen ein Gehäuse für eine Steuer- und Leistungselektronik angebaut ist und eine Kühlung des gesamten Aggregats unter ausschließlicher Nutzung eines motoreigenen Lüfters erfolgt, sind bekannt. Dabei kann ein Anbau entweder radial oder axial hinter dem Elektromotor erfolgen. Problematisch hierbei ist jedoch, dass derartige Anbauten viel Platz verbrauchen, was einer gewünschten kleinbauenden Anordnung des Elektromotors widerspricht.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Elektromotor zu entwickeln, der die genannten Nachteile vermeidet, mit dem also eine elektrische Maschine platzsparend aufgebaut und dennoch effizient gekühlt werden kann. Insbesondere sollen bei Leistungsänderungen des Elektromotors durch Längenänderung auch weitere Bauteile einfach abstimmbare sein.

30 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine elektrische Maschine nach Anspruch 1. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

35 Eine elektrische Maschine mit einem Stator, einem Rotor sowie einem in einem Invertergehäuse angeordneten Inverter, bei der der Rotor mit seiner Rotorachse in einem ersten Lagerschild und einem zweiten Lagerschild um eine Drehachse drehbar gelagert ist, weist

einen Kühlkörper auf, der zwischen dem zweiten Lagerschild und dem Invertergehäuse in unmittelbarem berührendem, also direktem Kontakt mit dem Invertergehäuse angeordnet ist. Der Rotor weist an zwei einander gegenüberliegenden, in Richtung der Lager-
5 schilde weisenden Stirnseiten Lüfterradschaufeln auf, während der Kühlkörper mit mindestens zwei Kühlrippen versehen ist.

Die elektrische Maschine, vorzugsweise ein Elektromotor, kann somit als Motorbaukasten ausgeführt sein, bei dem eine Leistungs-, Ansteuer- und/oder Regelelektronik, auch als Inverter bezeichnet, in einem Invertergehäuse untergebracht ist und durch ein motoreigenes Lüftersystem eine wirksame Kühlung des gesamten Aggregats möglich ist. Durch ein derartiges Baukastensystem können mit möglichst wenigen Bauteilen verschiedene Varianten
10 herstellbar sein und eine kostengünstige Ausführung ist erreichbar, es können einem Kunden also preiswert baugleiche Motoren in verschiedenen Leistungsklassen angeboten werden. Durch die Lüfterradschaufeln und deren Anordnung wird ein Kompaktantrieb mit einem Doppellüftersystem im saugenden Betrieb
15 realisiert, wobei der Stator und der Rotor einerseits und der Inverter andererseits in zwei voneinander unabhängigen Kühlkreisläufen gekühlt werden. Durch die Verbindung des Invertergehäuses mit dem Kühlkörper wird bei optimiertem Wärmeübergang zwischen Wärmequelle und dem Kühlkörper eine platz-
20 sparende Bauweise verwirklicht.

Das zweite Lagerschild kann an einer um die Drehachse umlaufenden Außenfläche mindestens eine Ausblasöffnung zum radialen Ausblasen des Kühlmediums aufweisen. Durch das radiale Ansaugen des
30 Kühlmediums kann neben der Kühlung auch eine Schallabstrahlung an der elektrischen Maschine durch ein Unterdrücken von Oberflächenschwingungen vermindert werden. Der erste Lagerschild hat typischerweise mindestens eine axiale Ansaugöffnung, allerdings mindestens eine radiale Ausblasöffnung. Die Ansaugöffnung und bzw. oder die Ausblasöffnung können als Schlitz ausgeführt sein. Außerdem hat typischerweise auch der zweite
35 Lagerschild eine axial angeordnete Ansaugöffnung.

Typischerweise weist der Rotor an den in Richtung der Lageschilde weisenden Stirnseiten jeweils einen Kurzschlussring auf, an dem bzw. an die die Lüfterradschaufeln angeordnet oder ausgebildet sind. Durch eine Anformung der Lüfterradschaufeln an die

5 Kurzschlussringe ergibt sich eine platzsparende Anordnung der zum Kühlen benötigten Lüfterradschaufeln.

Ein Wärmetransport von einer Wärmequelle über den Kühlkörper an ein umgebendes Medium setzt sich zusammen aus: einem Wärme-

10 übergang von der Wärmequelle auf den Kühlkörper; einer Wärmeleitung innerhalb des Kühlkörpers an eine Kühlkörperoberfläche und einem Wärmeübergang von einer Oberfläche durch freie oder erzwungene Konvektion an ein umgebendes Medium. Ein Wärme-

15 übergang von dem Invertergehäuse zu dem Kühlkörper kann minimiert sein durch eine glatte Oberfläche des Invertergehäuses und bzw. oder des Kühlkörpers. Alternativ oder zusätzlich kann dies durch eine zwischen dem Invertergehäuse und dem Kühlkörper aufgebraachte Wärmeleitpaste erfolgen.

20 Vorzugsweise ist der Kühlkörper als ein Wärmetauscher ausgebildet, um effizient in der elektrischen Maschine entstehende Abwärme ableiten zu können.

Am Kühlkörper vorhandene Kühlrippen sind typischerweise radial

25 verlaufend angeordnet, vorzugsweise von einem Mittelpunkt des Kühlkörpers zu einem Rand, da somit das angesaugte Kühlmedium den Kühlkörper vom Außenumfang nach innen radial überstreicht. Typischerweise nimmt ein Rohrreihenabstand der Kühlkörper mit sinkendem Durchmesser ab. Alternativ oder zusätzlich kann ein

30 Hohlraumanteil über eine Durchmesser verringering konstant bleiben, um einen Strömungswiderstand zu erhöhen. Außerdem kann auch eine versetzte Anordnung von Kühlrippen bzw. Pins pro Rohrreihe vorgesehen sein.

35 Die Kühlrippen sind vorzugsweise mit einem in einer Draufsicht aus Richtung der Drehachse gerade oder gekrümmt verlaufenden oder kreisförmigen Querschnitt ausgebildet, also als Flächen- bzw.

Nadelrippen. Hierdurch kann ein Strömungsverhalten des Kühlmediums wie gewünscht beeinflusst werden.

Die Kühlrippen können in mindestens zwei zueinander versetzten
5 Reihen mit unterschiedlichen Abständen zu der Drehachse auf dem
Kühlkörper angeordnet sein, so dass die Kühlrippen an eine
Geometrie des Kühlkörpers angepasst sind.

Die Lüfterradschaufeln können einteilig bzw. einstückig mit dem
10 Kurzschlussring oder dem Rotor ausgeführt sein, so dass eine
stoffschlüssige Verbindung vorliegt.

Alternativ oder zusätzlich ist das Invertergehäuse mit einer
umlaufenden Verkapselung versehen, um die darin befindliche
15 Elektronik zu schützen.

Vorzugsweise ist ein modularer Aufbau mit dem Stator, dem Rotor,
dem Kühlkörper, dem ersten Lagerschild, dem zweiten Lagerschild
und dem Inverter vorgesehen, um das bereits beschriebene
20 Baukastensystem zu unterstützen.

Die beschriebene elektrische Maschine wird typischerweise als
Elektromotor eingesetzt, vorzugsweise in einem Elektrofahrzeug.

25 Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen
dargestellt und werden nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 10
erläutert.

Es zeigen:

30

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer elektrischen
Maschine;

Fig. 2 eine Explosionszeichnung der elektrischen Maschine;

35

Fig. 3 eine Figur 2 entsprechende detaillierte Explosi-
onszeichnung der elektrischen Maschine;

Fig. 4 eine Schnittdarstellung der elektrischen Maschine;

Fig. 5 eine Draufsicht auf den Kühlkörper mit gekrümmten Kühlrippen;

5

Fig. 6 eine perspektivische Darstellung der in Fig. 5 gezeigten Kühlrippen;

10 Fig. 7 eine Draufsicht auf den Kühlkörper mit geraden Kühlrippen;

Fig. 8 eine perspektivische Darstellung der in Fig. 7 gezeigten Kühlrippen;

15 Fig. 9 eine Draufsicht auf den Kühlkörper mit Nadelrippen und

Fig. 10 eine perspektivische Darstellung der in Fig. 9 gezeigten Kühlrippen.

20 Figur 1 zeigt in einer schematischen Ansicht eine elektrische Maschine mit einem Stator 1, einem ersten Lagerschild 5, einem zweiten Lagerschild 6, einem Invertergehäuse 3 und einem zwischen dem zweiten Lagerschild 6 und dem Invertergehäuse 3 angeordneten Kühlkörper 10. Die genannten Bauteile sind durch eine Ver-
25 schraubung 16 miteinander verbunden. Der erste Lagerschild 5 und der zweite Lagerschild 6 sind voneinander beabstandet, aber durch den Stator 1 miteinander verbunden. Der Kühlkörper 10 ist in direktem mechanischem Kontakt sowohl mit dem zweiten Lagerschild 6 als auch mit dem Invertergehäuse 3.

30

In Figur 2 ist eine Explosionsdarstellung der elektrischen Maschine, eines Elektromotors gezeigt. Der erste Lagerschild 5 und der zweite Lagerschild 6 sind bereits mit dem Stator 1 verbunden, der als Wärmetauscher ausgebildete Kühlkörper 10 wird
35 auf den inverterseitigen zweiten Lagerschild 6 aufgesetzt und das gekapselte Invertergehäuse 3 wird in direktem, flächigem Kontakt auf den Kühlkörper 10 montiert. Wiederkehrende Merkmale sind in

dieser wie auch in den folgenden Figuren mit identischen Bezugszeichen versehen.

In einer Figur 2 entsprechenden Darstellung ist die elektrische Maschine in Figur 3 mit mehr Details ebenfalls in einer Explosionsdarstellung gezeigt. Am ersten Lagerschild 5 und am zweiten Lagerschild 6 sind axiale Ansaugöffnungen 7 angeordnet. Der erste Lagerschild 5 und der zweite Lagerschild 6 weisen auf einer um eine Drehachse umlaufenden Außenfläche mehrere Ausblasöffnungen 8 auf, durch die wärmebeladene Luft (Abluft) ausgeblasen wird. Der Rotor 2 wird auf einer Rotorachse als Drehachse versehen in den beiden Lagerschilden 5 und 6 gelagert und kann im Stator 1 rotieren. An einander gegenüberliegenden und jeweils einem der Lagerschilde 5, 6 zugewandten Seiten des Rotors 2 ist ein Kurzschlussring 11 mit daran angeformten Lüfterradschaufeln 12 angebracht. Die Drehachse verläuft mittig durch die Bauteile der elektrischen Maschine.

Somit ergibt sich ein Kompaktantrieb mit einer doppelseitigen Luftkühlung in Form eines Baukastensystems. Die elektrische Maschine mit integriertem Invertergehäuse 3 weist eine optimierte Kühlleistung bei gleichzeitig minimalem Platzbedarf für einen Gehäuseaufbau auf. Die Kühlung erfolgt durch zwei motoreigene Lüfter, die im dargestellten Ausführungsbeispiel an den Kurzschlussringen 11 angeordnet sind. Der Inverter 4 ist in dem Invertergehäuse 3 gekapselt angeordnet.

Der Stator 1 ist dabei die zentrale Einheit für eine Baureihe von Elektromotoren, die verschiedene Varianten umfasst. Der Durchmesser des Stators 1 bleibt im Baukastensystem unverändert, seine Länge ist jedoch variabel. Somit ist der Stator 1 bei allen Varianten der Baureihe verwendbar. Schnittstellen der Lagerschilde 5 und 6 zum Stator 1 hin ermöglichen den Anbau gleicher Lagerschilde. Ein Statorblechpaket und ein Rotorblechpaket kann (drehmomentabhängig) in seiner Länge angepasst werden. Dadurch wird erreicht, dass Statorblechpaket und Rotorblechpaket stets gleichartig aufgebaut sind, was Kosten spart.

Der Stator 1 weist außerdem eine elektromechanische Schnittstelle zum Verbinden mit dem Inverter 4 bzw. dem Invertergehäuse 3 auf. Durch eine Dreiteilung des in der Länge variierbaren Motors, des Kühlers und des Inverters 4 ist ein modularer Aufbau gegeben bzw. ein Baukasten von Elektromotoren in einfacher und kostengünstiger Weise herstellbar. Insbesondere sind antriebsseitige Gehäuseteile wie Kühler und Inverter 4 auf die abtriebsseitigen Anforderungen abstimmbare, ohne dass alle Teile des Motors abgeändert werden müssen. Fertigungstechnisch erlaubt diese Art der Bauweise eine effektive automatisierte Fertigung von Motor, Wärmetauscher und Inverter auf getrennten Taktstraßen und eine einfache gemeinsame Montage im Aufsteckprinzip.

Luft als Kühlmedium wird an der Loslagerseite radial über Rippen 9 des Kühlkörpers 10 angesaugt. Die Kühlrippen 9 auf einer Kreisringfläche des Kühlkörpers 10 ermöglichen eine maximale Kühloberfläche. Durch die axialen Ansaugschlitzte in den Stirnflächen der Lagerschilde 5, 6 erreicht man eine gute Kühlung beider Lager. Da bei der gewählten doppelseitigen Luftkühlung die Abtriebsseite durch die alleinige Kühlung des Wickelkopfes 18 weniger Temperaturbelastung erhält als die Antriebsseite, d. h. die Loslagerseite, durch die Kühlung von Inverter 4 und Wickelkopf 18, kommt es zu einem Temperaturgefälle innerhalb des Stators 1 bzw. in der elektrischen Maschine selbst. Aufgrund dieses Temperaturgradienten und durch eine gute Wärmeleitfähigkeit der Wicklung kann die auf der Antriebsseite durch den Motor und den Inverter 4 entstehende Wärme auch über die Abtriebsseite abgeführt werden, wodurch sich die erbrachte Kühlleistung auf der Antriebsseite erhöht. Auf diese Weise ist es möglich, eine Dimensionierung der mit dem Rotor 2 verbundenen Lüfterradschaufeln 12 entsprechend der vorhandenen Bauräume und nicht allein nach der pro Seite zu erbringenden Kühlleistung auszulegen. Dadurch erreicht man für die elektrische Maschine mit integriertem Inverter 4 ein bauraumoptimiertes Design.

Eine Schnittdarstellung der elektrischen Maschine ist in Figur 4 dargestellt. Luftströme 17 werden durch die Lüfterradschaufeln 12 bewegt und kühlen abtriebsseitig den Statorwickelkopf 18 und

antriebsseitig mit Hilfe des Kühlkörpers 10 den Inverter 4 und den Statorwickelkopf 18.

In Fig. 5 ist in einer Draufsicht der Kühlkörper 10 mit darauf angeordneten Kühlrippen 9 gezeigt. Zum Erreichen einer möglichst hohen Kühlleistung in Bezug auf das axial angeordnete Invertergehäuse 3 sind an dem Kühlkörper 10 Wärmeübertragungsflächen in Form von Flächen- bzw. Nadelrippen ausgebildet. In dem in Fig. 5 und in einem perspektivischen Ausschnitt in Fig. 6 gezeigten Ausschnitt dargestellten Ausführungsbeispiel werden Flächenrippen mit in Draufsicht gekrümmtem Querschnitt verwendet. Der gesamte Kühlkörper 10 und somit auch die Kühlrippen 9 sind aus einem Material mit einer guten Wärmeleitfähigkeit, im gezeigten Ausführungsbeispiel reines Aluminium. Eine dicke Rippenwurzel wird verwendet, so dass eine bessere Wärmeleitung gegeben ist. Eine höhere Rippendichte führt zu einer Vergrößerung der Wärmeabgabefläche und damit zu einer höheren Effizienz für die Kühlung. Die Kühlrippen 9 sind in dem in Fig. 5 gezeigten Ausführungsbeispiel in vier Reihen kreisförmig umlaufend um ein Zentrum des Kühlkörpers 10 angeordnet. Eine Ausrichtung einer Rippengeometrie orientiert sich hierbei in Richtung eines Volumenstroms des Kühlmediums und es wird ein Vordrall durch geschwungene Kühlrippen 9 erreicht.

Das Kühlmittel wird entlang des Kühlkörpers 10 radial nach innen geführt. Kurze Einzelrippen können dazu genutzt werden, nach maximal einem zehnfachen eines hydraulischen Durchmessers und anschließendem Versetzen einer nachfolgenden Rippenreihe in einen Ablaufstrom eines vorhergehenden Kanals gezielt dazu genutzt werden, einen Temperaturgradienten in einer rippenumschließenden Strömung hochzuhalten.

Eine als Rohrströmung betrachtete Querschnittsdurchströmung der Rippenkanäle ist zunächst eine Mischströmung bis zu einem Erreichen einer hydrodynamischen und thermischen Einlauflänge. In diesem Bereich liegen zwei Strömungsformen vor, die freie laminare oder turbulente Oberströmung und die an der jeweiligen Kühlrippe 9 anliegende anwachsende Grenzschichtströmung.

Letztere weist enorme Turbulenzen auf, welche einen Wärmeübergang signifikant erhöhen, gleichzeitig kann die Oberströmung weitestgehend ungestört den Kühlrippenverlauf passieren. Dies ist allerdings nur solange der Fall, bis sich die Grenzschicht ausgebildet hat, d. h. ihre Dicke auf den halben Rohrdurchmesser angewachsen ist.

Durch gezieltes "Abreißenlassen" der Grenzschicht vor Erreichen der thermischen und hydrodynamischen Einlauflänge wird gerade dieser Effekt des höheren Wärmeübergangs ausgenutzt und durch Versetzen der Kühlrippen 9 wird dieser Effekt für jede Rippenreihe neu angesetzt.

Die in Fig. 5 gezeigte Anordnung eines mehrreihigen Rippenkühlers mit kurzen Kühlrippen 9 weist den Vorteil eines Vordralls durch geschwungene Kühlrippen 9 auf. Die Kühlrippen 9 müssen auch nicht alle gleich lang sein, sondern können abwechseln auch eine unterschiedliche Länge aufweisen.

In Fig. 7 ist in einer Figur 5 entsprechenden Ansicht ein weiteres Ausführungsbeispiel des Kühlkörpers 10 gezeigt. Die Kühlrippen 9 sind nun ebenfalls in mehreren, zueinander versetzten und mit unterschiedlichen Abständen zur zu einem Zentrum des Kühlkörpers 10 angeordneten Reihen kreisförmig umlaufend um das Zentrum des Kühlkörpers 10 angebracht, allerdings nicht in einer geschwungenen, sondern geraden Form. In Fig. 8 ist in einer Fig. 6 entsprechenden perspektivischen Ansicht ein Teil des Kühlkörpers 10 vergrößert dargestellt.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des Kühlkörpers 10 mit Nadelrippen 9, also Kühlrippen 9 mit in Draufsicht rundem Querschnitt ist in Fig. 9 in einer Figur 5 entsprechenden Ansicht gezeigt. Die Kühlrippen 9 sind kreisförmig umlaufend in zueinander versetzten Reihen angeordnet. Wiederum ist in Fig. 10 in einer Figur 6 entsprechenden Ansicht ein Ausschnitt des Kühlkörpers 10 vergrößert dargestellt. Hier nimmt ein Rohrreihenabstand mit sinkendem Durchmesser zu, ein Hohlraumanteil bleibt aber über dieser Durchmesserverringerung konstant.

Typischerweise werden zwischen vier und acht Reihen verwendet. Nach der letzten Rohrreihe ergibt sich vor der Motoreinströmung eine Beruhigungszone.

- 5 Lediglich in den Ausführungsbeispielen offenbarte Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert und einzeln beansprucht werden.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine
mit einem Stator (1) und einem Rotor (2) sowie einem in einem
5 Invertergehäuse (3) angeordneten Inverter (4), wobei
der Rotor (2) mit seiner Rotorachse in einem ersten Lagerschild
(5) und in einem zweiten Lagerschild (6) um eine Drehachse drehbar
gelagert ist und
ein Kühlkörper (10) zwischen dem zweiten Lagerschild (6) und dem
10 Invertergehäuse (3) in unmittelbarem berührenden Kontakt mit dem
Invertergehäuse (3) angeordnet ist, wobei
der Rotor (2) an zwei einander gegenüberliegenden, in Richtung
der Lagerschilde (5, 6) weisenden Stirnseiten Lüfterradschaufeln
(12) und
15 der Kühlkörper (10) mindestens zwei Kühlrippen (9) aufweist.
2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekenn-
zeichnet, dass das zweite Lagerschild (6) an einer um die
Drehachse umlaufenden Außenfläche mindestens eine Ausblas-
20 öffnung (8) zum radialen Ausblasen des Kühlmediums aufweist.
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (2) an den in Richtung der
Lagerschilde (5, 6) weisenden Stirnseiten jeweils einen
25 Kurzschlussring (11) aufweist, an dem die Lüfterradschaufeln
(12) angeordnet oder ausgebildet sind.
4. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wärmeübergang von dem
30 Invertergehäuse (3) zu dem Kühlkörper (10) minimiert ist durch
eine glatte Oberfläche des Invertergehäuses (3) und/oder des
Kühlkörpers (10) und /oder durch eine zwischen dem Inverter-
gehäuse (3) und dem Kühlkörper (10) aufgebrachte Wärmeleitpaste.
- 35 5. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden An-
sprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlkörper (10) als ein
Wärmetauscher ausgebildet ist.

6. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am Kühlkörper (10) vorhandene Kühlrippen (9) radial verlaufend angeordnet sind.

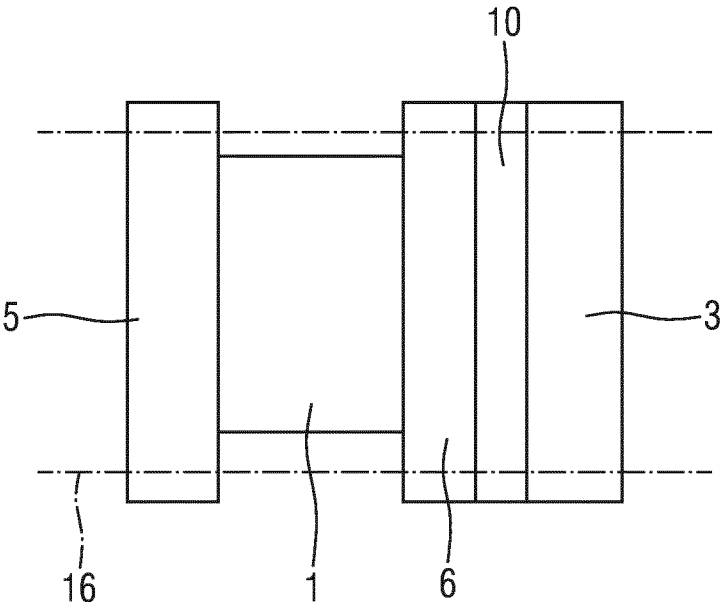
5 7. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlrippen (9) mit einem in einer Draufsicht aus Richtung der Drehachse gerade oder gekrümmt verlaufenden oder kreisförmigen Querschnitt ausgebildet sind.

10

8. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Invertergehäuse (3) eine umlaufende Verkapselung aufweist.

15 9. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein modularer Aufbau mit dem Stator (1), dem Rotor (2), dem Kühlkörper (10), dem ersten Lagerschild (5), dem zweiten Lagerschild (6) und dem Inverter (4) vorgesehen ist.

FIG 1



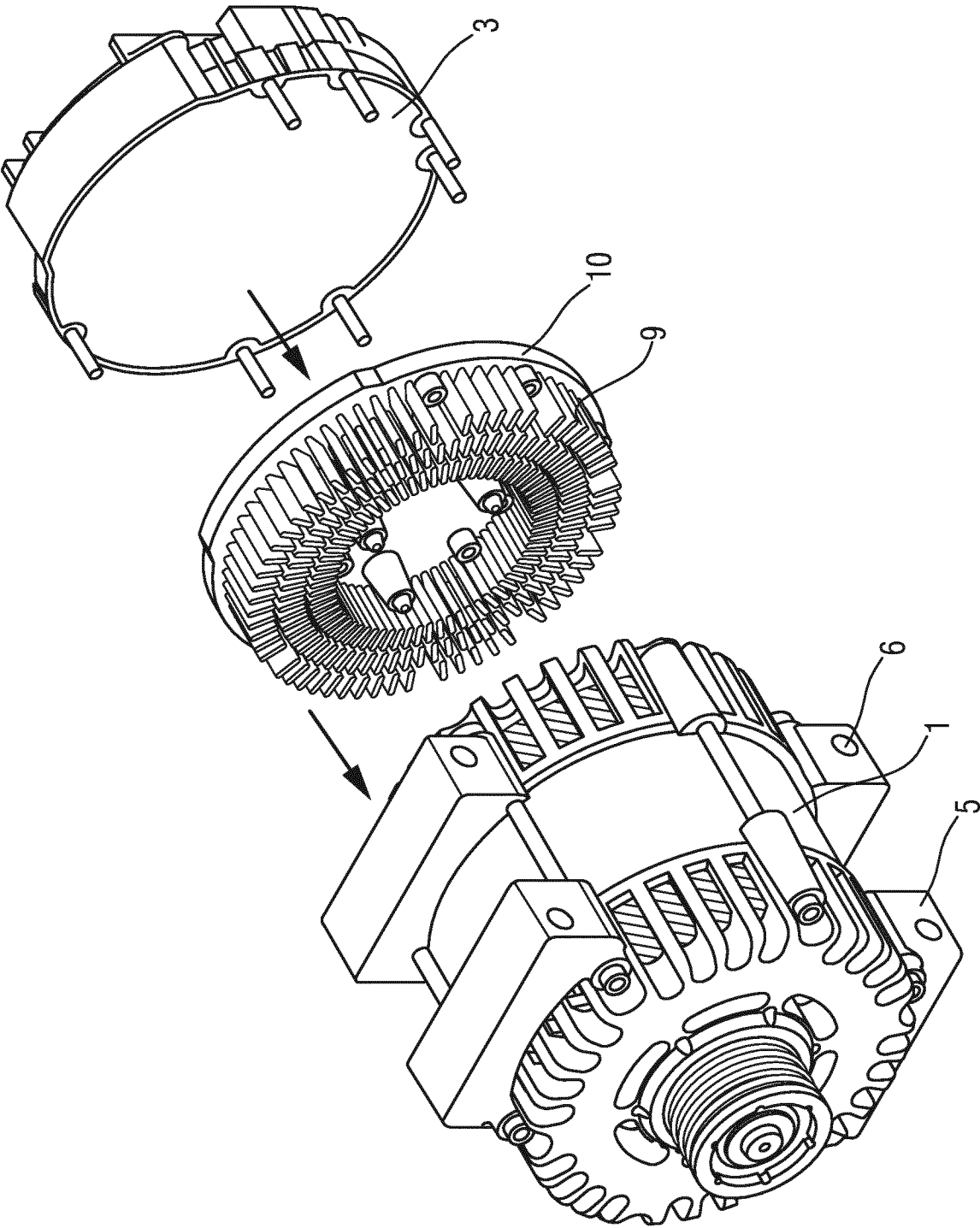


FIG 2

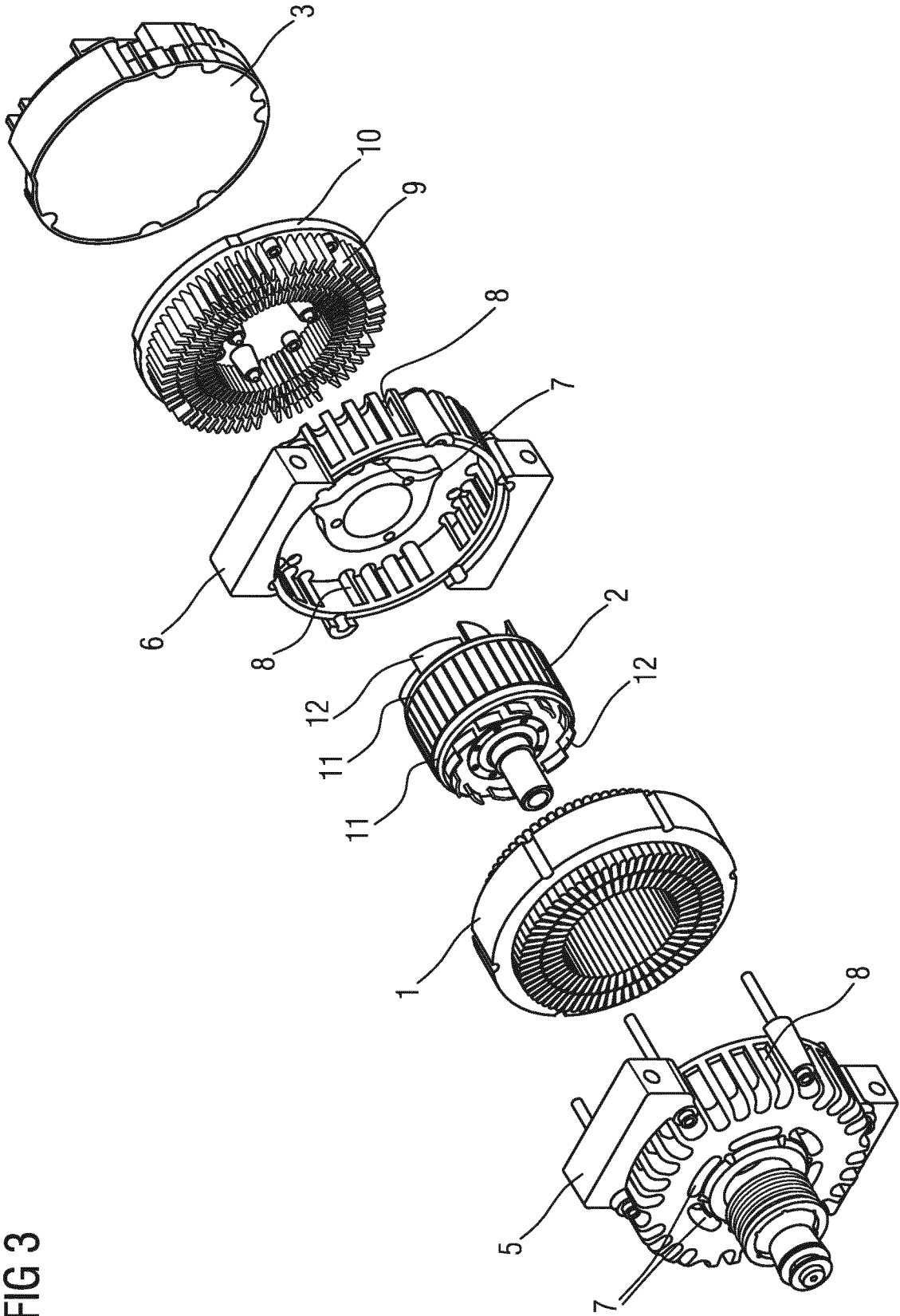


FIG 3

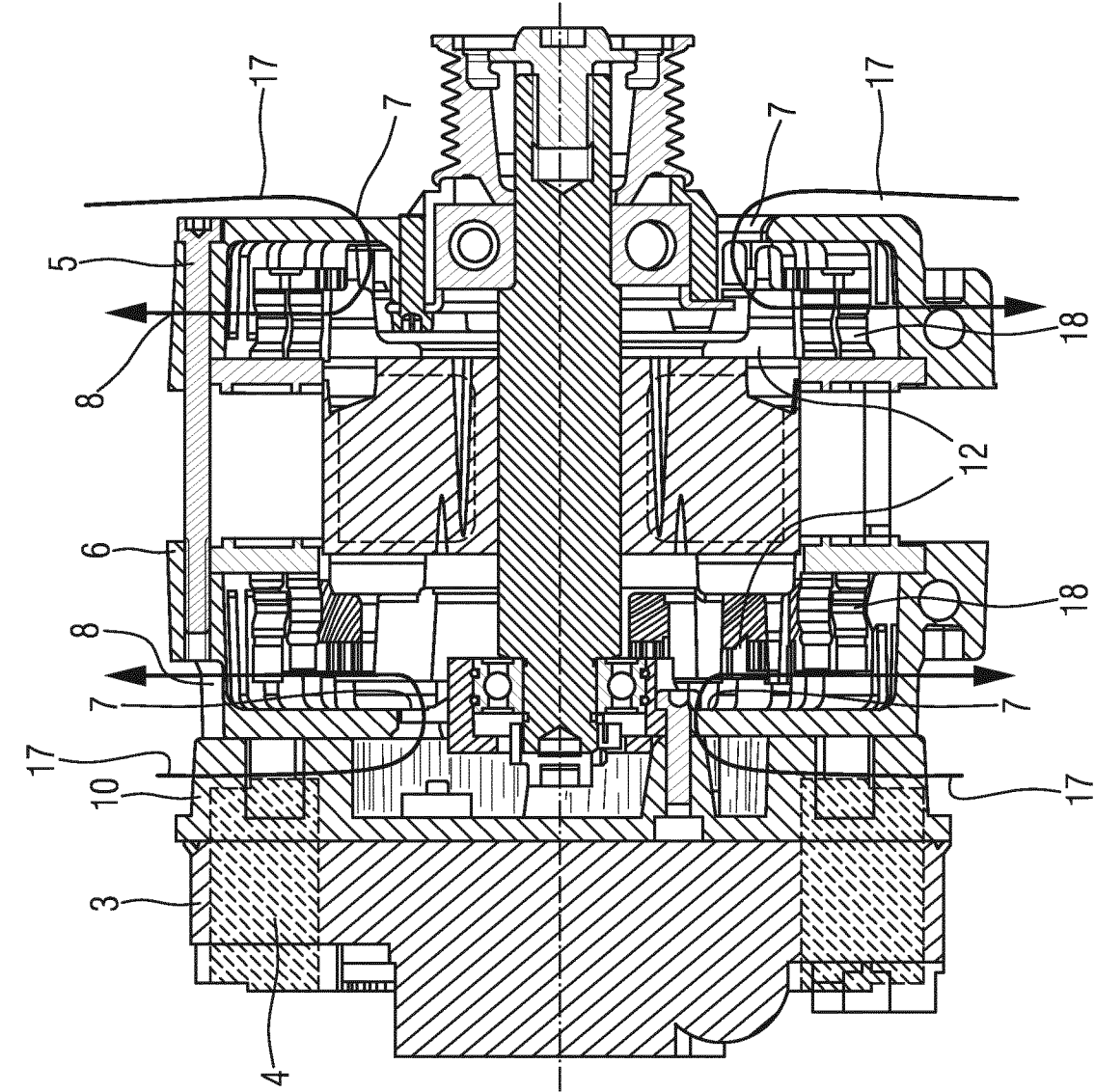


FIG 4

5/7

FIG 5

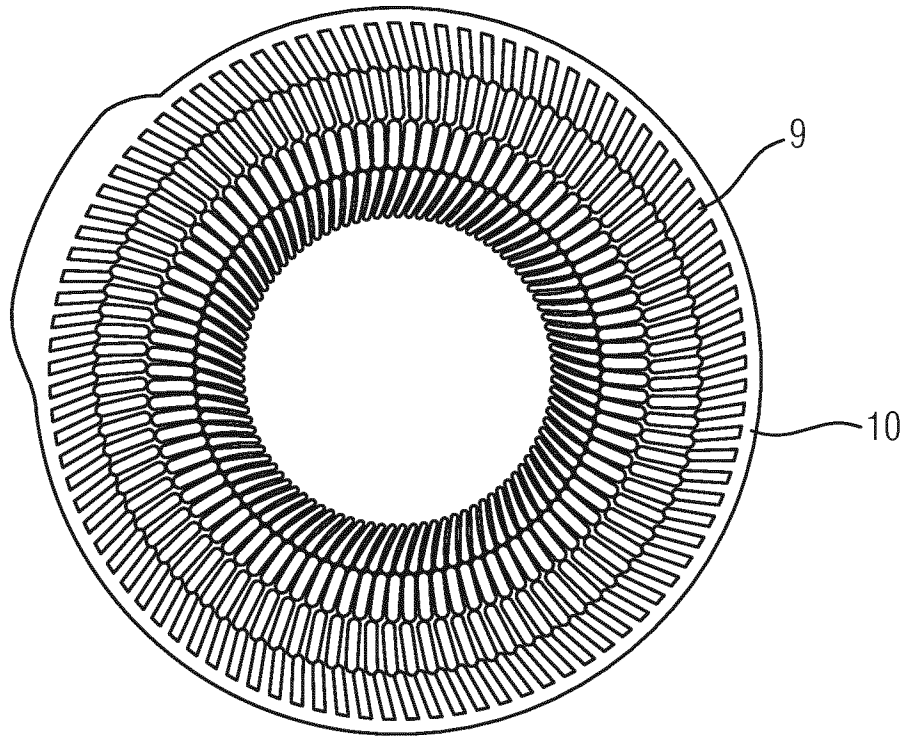
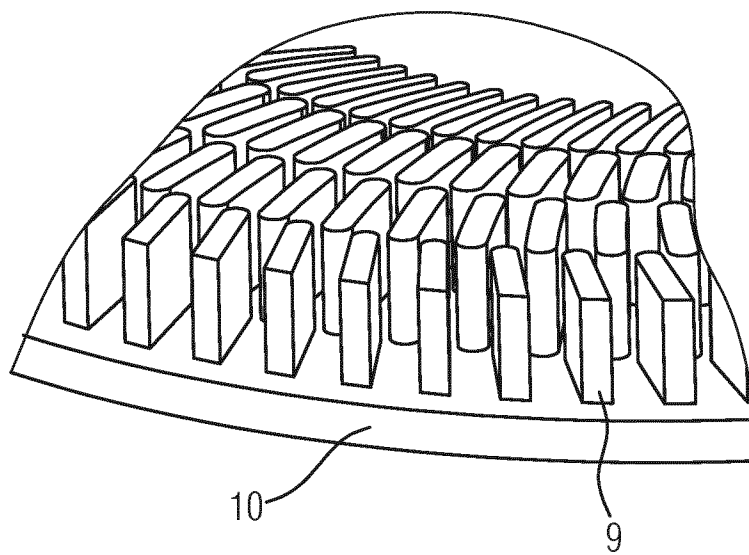


FIG 6



6/7

FIG 7

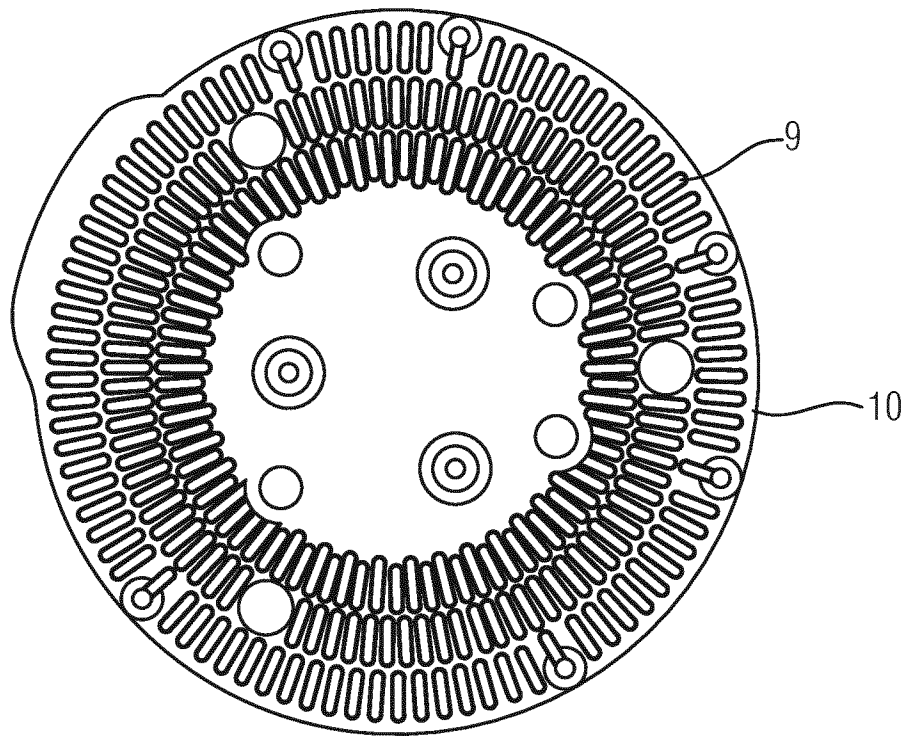


FIG 8

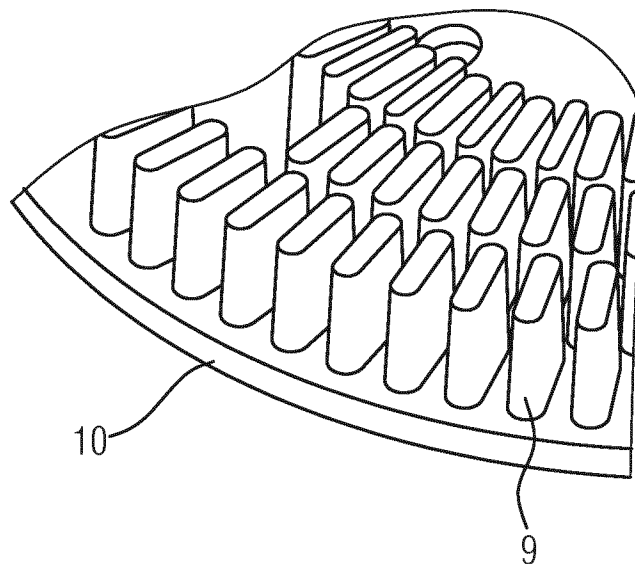


FIG 9

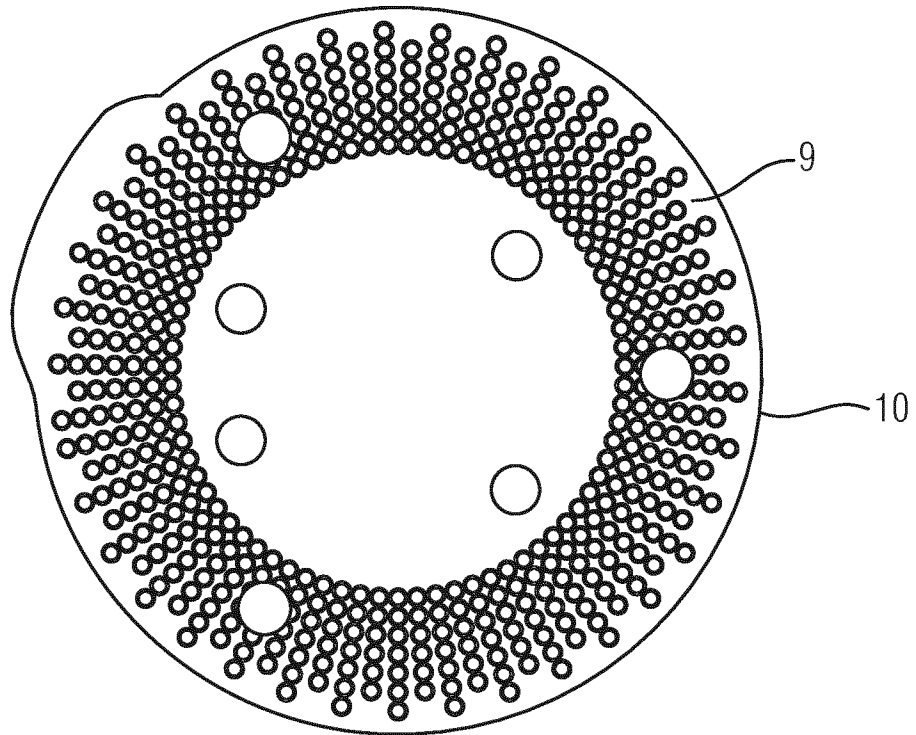
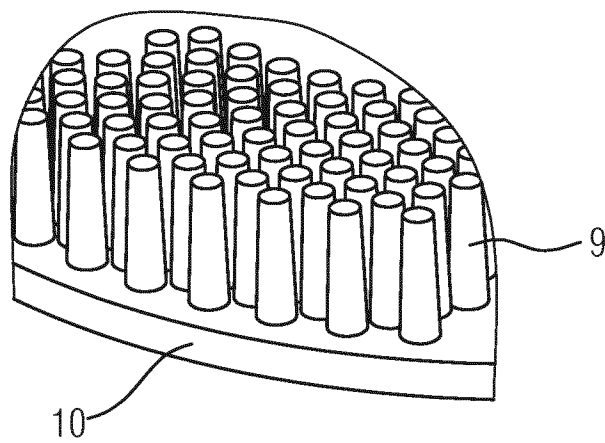


FIG 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054144

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K9/06 H02K11/33
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 H05K

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	EP 1 768 236 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 28 March 2007 (2007-03-28) paragraphs [0018], [0013], [0021]; figures 2,9	1,2,5-7,9
X	WO 2004/040738 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]; PIERRET JEAN-MARIE [FR]; FAKES MICHEL) 13 May 2004 (2004-05-13) page 11, lines 20-21; figures 2,3	1,2,4-7,9
Y		8
A	JP 2011 035961 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 17 February 2011 (2011-02-17) figures 1-3	1
X	JP 2014 064345 A (TOYOTA IND CORP) 10 April 2014 (2014-04-10) paragraph [0020]; figure 5	1-3,5,9
	-/--	



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

10 May 2016

Date of mailing of the international search report

18/05/2016

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

Roy, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/054144

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP H07 184349 A (HITACHI LTD) 21 July 1995 (1995-07-21) paragraph [0036]; figure 36 -----	1
A	US 2012/250254 A1 (KOJYO MAKOTO [JP] ET AL) 4 October 2012 (2012-10-04) figure 4 -----	4
A	US 6 778 388 B1 (MINELLI JEFFREY D [US]) 17 August 2004 (2004-08-17) claims 1,6,7; figure 6 -----	4
A	US 4 872 102 A (GETTER DENNIS L [US]) 3 October 1989 (1989-10-03) figures 1,2,5 -----	4
Y	WO 03/051095 A1 (VALEO ELECTRONIQUE [FR]; MORELLE JEAN-MICHEL [FR]) 19 June 2003 (2003-06-19) figure 1 -----	8
A	JP 2014 236660 A (TOYOTA IND CORP) 15 December 2014 (2014-12-15) figures 1,2 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/054144

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1768236	A1	28-03-2007	CN	1906826 A		31-01-2007
			EP	1768236 A1		28-03-2007
			JP	4351592 B2		28-10-2009
			JP	2006033986 A		02-02-2006
			KR	20060089749 A		09-08-2006
			US	2007103101 A1		10-05-2007
			WO	2006008897 A1		26-01-2006

WO 2004040738	A1	13-05-2004	AT	524867 T		15-09-2011
			BR	0314978 A		02-08-2005
			CN	1703818 A		30-11-2005
			EP	1556940 A1		27-07-2005
			ES	2371633 T3		05-01-2012
			FR	2847085 A1		14-05-2004
			JP	4392352 B2		24-12-2009
			JP	2006504386 A		02-02-2006
			KR	20050063793 A		28-06-2005
			MX	PA05004499 A		26-07-2005
			US	2006181162 A1		17-08-2006
			WO	2004040738 A1		13-05-2004

JP 2011035961	A	17-02-2011	JP	5508778 B2		04-06-2014
			JP	2011035961 A		17-02-2011

JP 2014064345	A	10-04-2014	NONE			

JP H07184349	A	21-07-1995	NONE			

US 2012250254	A1	04-10-2012	CN	102711413 A		03-10-2012
			JP	5614542 B2		29-10-2014
			JP	2012204715 A		22-10-2012
			US	2012250254 A1		04-10-2012

US 6778388	B1	17-08-2004	NONE			

US 4872102	A	03-10-1989	NONE			

WO 03051095	A1	19-06-2003	AU	2002364647 A1		23-06-2003
			EP	1454516 A1		08-09-2004
			ES	2311648 T3		16-02-2009
			FR	2833802 A1		20-06-2003
			JP	4634714 B2		23-02-2011
			JP	2005512345 A		28-04-2005
			US	2005161778 A1		28-07-2005
			WO	03051095 A1		19-06-2003

JP 2014236660	A	15-12-2014	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K9/06 H02K11/33
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02K H05K

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	EP 1 768 236 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 28. März 2007 (2007-03-28) Absätze [0018], [0013], [0021]; Abbildungen 2,9 -----	1,2,5-7, 9
X	WO 2004/040738 A1 (VALEO EQUIP ELECTR MOTEUR [FR]; PIERRET JEAN-MARIE [FR]; FAKES MICHEL) 13. Mai 2004 (2004-05-13) Seite 11, Zeilen 20-21; Abbildungen 2,3 -----	1,2,4-7, 9
Y		8
A	JP 2011 035961 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 17. Februar 2011 (2011-02-17) Abbildungen 1-3 -----	1
X	JP 2014 064345 A (TOYOTA IND CORP) 10. April 2014 (2014-04-10) Absatz [0020]; Abbildung 5 ----- -/-	1-3,5,9



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

10. Mai 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/05/2016

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

Roy, Christophe

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP H07 184349 A (HITACHI LTD) 21. Juli 1995 (1995-07-21) Absatz [0036]; Abbildung 36 -----	1
A	US 2012/250254 A1 (KOJYO MAKOTO [JP] ET AL) 4. Oktober 2012 (2012-10-04) Abbildung 4 -----	4
A	US 6 778 388 B1 (MINELLI JEFFREY D [US]) 17. August 2004 (2004-08-17) Ansprüche 1,6,7; Abbildung 6 -----	4
A	US 4 872 102 A (GETTER DENNIS L [US]) 3. Oktober 1989 (1989-10-03) Abbildungen 1,2,5 -----	4
Y	WO 03/051095 A1 (VALEO ELECTRONIQUE [FR]; MORELLE JEAN-MICHEL [FR]) 19. Juni 2003 (2003-06-19) Abbildung 1 -----	8
A	JP 2014 236660 A (TOYOTA IND CORP) 15. Dezember 2014 (2014-12-15) Abbildungen 1,2 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/054144

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1768236	A1	28-03-2007	CN 1906826 A 31-01-2007
			EP 1768236 A1 28-03-2007
			JP 4351592 B2 28-10-2009
			JP 2006033986 A 02-02-2006
			KR 20060089749 A 09-08-2006
			US 2007103101 A1 10-05-2007
			WO 2006008897 A1 26-01-2006
WO 2004040738	A1	13-05-2004	AT 524867 T 15-09-2011
			BR 0314978 A 02-08-2005
			CN 1703818 A 30-11-2005
			EP 1556940 A1 27-07-2005
			ES 2371633 T3 05-01-2012
			FR 2847085 A1 14-05-2004
			JP 4392352 B2 24-12-2009
			JP 2006504386 A 02-02-2006
			KR 20050063793 A 28-06-2005
			MX PA05004499 A 26-07-2005
			US 2006181162 A1 17-08-2006
			WO 2004040738 A1 13-05-2004
JP 2011035961	A	17-02-2011	JP 5508778 B2 04-06-2014
			JP 2011035961 A 17-02-2011
JP 2014064345	A	10-04-2014	KEINE
JP H07184349	A	21-07-1995	KEINE
US 2012250254	A1	04-10-2012	CN 102711413 A 03-10-2012
			JP 5614542 B2 29-10-2014
			JP 2012204715 A 22-10-2012
			US 2012250254 A1 04-10-2012
US 6778388	B1	17-08-2004	KEINE
US 4872102	A	03-10-1989	KEINE
WO 03051095	A1	19-06-2003	AU 2002364647 A1 23-06-2003
			EP 1454516 A1 08-09-2004
			ES 2311648 T3 16-02-2009
			FR 2833802 A1 20-06-2003
			JP 4634714 B2 23-02-2011
			JP 2005512345 A 28-04-2005
			US 2005161778 A1 28-07-2005
			WO 03051095 A1 19-06-2003
JP 2014236660	A	15-12-2014	KEINE