

(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
19. März 2020 (19.03.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/052846 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 9/19 (2006.01) H02K 5/18 (2006.01)
H02K 9/22 (2006.01) H02K 5/20 (2006.01)
H02K 5/173 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/069903

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Juli 2019 (24.07.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 215 608.5
13. September 2018 (13.09.2018) DE

(71) Anmelder: MAHLE INTERNATIONAL GMBH
[DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: SEVER, Peter; Krog Murska ulica 19, 9000
Murska Sobota (SI).

(74) Anwalt: BRP RENAUD UND PARTNER MBB; König-
straße 28, 70173 Stuttgart (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, JO, JP, KE, KG, KH, 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,

(54) Title: ELECTRIC MACHINE, IN PARTICULAR FOR A VEHICLE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE, INSBESONDERE FÜR EIN FAHRZEUG

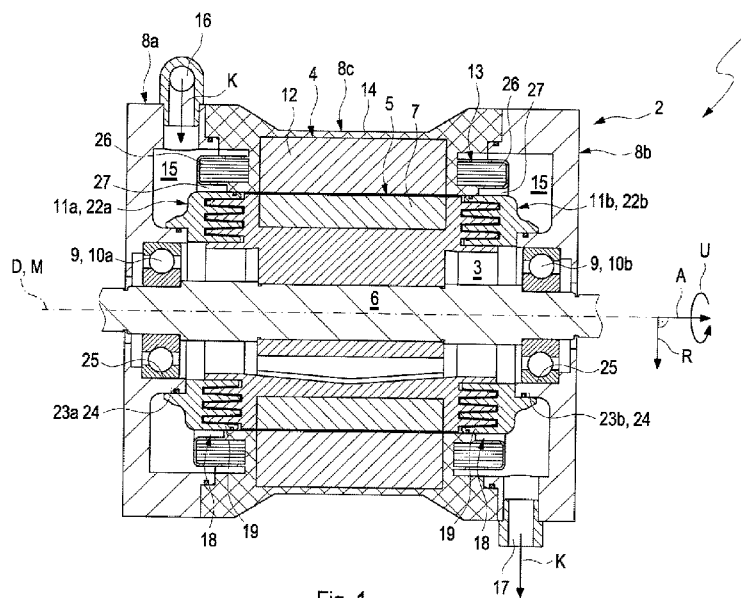


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electric machine (1), in particular for a vehicle. The machine (1) comprises a stator (4) and rotor (5) which can rotate relative to the stator (5) about an axis of rotation (D), by which an axial direction (A) of the machine (1) is defined. The machine (1) also comprises a housing (2) which surrounds a housing inner chamber (3), wherein the housing (2) has a first and a second housing part (8a, 8b) which limit the housing inner chamber (3) along the axial direction (A) and on which the rotor (5) is rotatably mounted by means of a bearing device (9). Along the axial direction (A), a heat transfer element (11a, 11b) is arranged between at least one of the two housing parts (8a, 8b) and the rotor (5), and limits a coolant chamber (15) through which a coolant (K) can flow together with the housing part (8a, 8b). The heat transfer element (11a, 11b) is formed separately from the two housing parts (8a, 8b).

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)

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine (1), insbesondere für ein Fahrzeug. Die Maschine (1) umfasst einen Stator (4) und einen Rotor (5), der relativ zum Stator (5) um eine Drehachse (D) drehbar ist, durch welche eine axiale Richtung (A) der Maschine (1) definiert ist. Die Maschine (1) umfasst ferner ein Gehäuse (2), welches einen Gehäuseinnenraum (3) umgibt, wobei das Gehäuse (2) ein erstes und ein zweites Gehäuseteil (8a, 8b) umfasst, die den Gehäuseinnenraum (3) entlang der axialen Richtung (A) begrenzen und an welchen der Rotor (5) mittels einer Lagereinrichtung (9) drehbar gelagert ist. Entlang der axialen Richtung (A) ist zwischen wenigstens einer der beiden Gehäuseteile (8a, 8b) und dem Rotor (5) ein Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) angeordnet, der zusammen mit dem Gehäuseteil (8a, 8b) einen von einem Kühlmittel (K) durchströmbaran Kühlmittelraum (15) begrenzt. Der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) ist separat zu den beiden Gehäuseteilen (8a, 8b) ausgebildet.

Elektrische Maschine, insbesondere für ein Fahrzeug

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, insbesondere für ein Fahrzeug, sowie ein Fahrzeug mit einer solchen Maschine.

Bei einer derartigen elektrischen Maschine kann es sich allgemein um einen Elektromotor oder um einen Generator handeln. Die elektrische Maschine kann als Außenläufer oder als Innenläufer ausgebildet sein.

Eine gattungsgemäße Maschine ist beispielsweise aus der US 5,214,325 bekannt. Sie umfasst ein Gehäuse, das einen Gehäuseinnenraum umgibt und das einen in einer Umfangsrichtung des Gehäuses umlaufenden, den Gehäuseinnenraum radial begrenzenden Mantel, axial einerseits eine den Gehäuseinnenraum axial begrenzende Rückseitenwand und axial andererseits eine den Gehäuseinnenraum axial begrenzende Vorderseitenwand aufweist. Fest mit dem Mantel ist ein Stator der Maschine verbunden. Im Stator ist ein Rotor der Maschine angeordnet, wobei eine Rotorwelle des Rotors über ein vorderes Wellenlager an der Vorderseitenwand drehbar gelagert ist.

Typischerweise umfasst der Stator einer herkömmlichen elektrischen Maschine Statorwicklungen, die im Betrieb der Maschine elektrisch bestromt werden. Dabei entsteht auch im Rotor Wärme, die zur Vermeidung einer Überhitzung und einer damit verbundenen Beschädigung oder gar Zerstörung des Rotors abgeführt werden muss. Eine Abführung der Wärme ist außerdem erforderlich, um die Wicklungen bzw. Permanentmagnete des Rotors aufgrund zu hoher Temperatur nicht zu entmagnetisieren.

Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, im Gehäuse einer elektrischen Maschine einen Kühlkanal vorzusehen, der von einem Kühlmittel durchströmt werden kann, welches wiederum die in der Maschine erzeugte Abwärme aufnehmen und aus dem Gehäuse transportieren kann. Um im Rotor vorhandene Wärme besonders wirksam abführen zu können, ist es aus herkömmlichen elektrischen Maschinen bekannt, integral am Gehäuse und möglichst nahe am Rotor eine Struktur mit großer thermische Wechselwirkungsfläche - beispielsweise eine Rippenstruktur – und mit hoher Wärmeleitfähigkeit bereitzustellen, so dass sie besonders viel Wärme vom Rotor aufnehmen kann. Da es sich bei einer solchen Struktur typischerweise um einen Teil des Gehäuses handelt, welches nahe am Rotor positioniert ist, erfolgt bei herkömmlichen elektrischen Maschinen auch die Lagerung des Rotors typischerweise im Bereich besagter Struktur. Dies bedeutet aber, dass diese Struktur entsprechend massiv ausgebildet sein muss, um die vom Rotor während der Drehbewegung erzeugten Kräfte aufnehmen zu können. Somit ist für besagte Struktur eine große Wandstärke der Struktur erforderlich. Dies erschwert aber die Entwärmung des Rotors. Um dem entgegenzuwirken, werden Werkstoffe mit hoher Wärmeleitfähigkeit genutzt. Damit ist aber wiederum ein erheblicher Kostenaufwand verbunden.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Ausführungsform für eine elektrische Maschine zu schaffen, bei welcher vorangehend genannter Nachteile weitgehend oder sogar vollständig beseitigt sind. Insbesondere soll eine verbesserte Ausführungsform für eine elektrische Maschine geschaffen werden, welche sich durch eine verbesserte Kühlung des Rotors bei gleichzeitig geringen Herstellungskosten auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Grundidee der Erfindung ist demnach, den Rotor der elektrischen Maschine direkt an den beiden Lagerschilden des Gehäuses, also an den beiden den Gehäuseinnenraum der Maschine axial begrenzenden Gehäuseteilen zu lagern. Mit anderen Worten, der Rotor ist bei der hier vorgestellten, erfindungsgemäßen Maschine über eine Lagereinrichtung direkt mit den beiden Lagerschilden verbunden und an diesen gelagert. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass vom Rotor erzeugte Kräfte über die Lagereinrichtung direkt in die beiden Lagerschilde eingeleitet werden. Dies wiederum erlaubt es, einen Wärmeübertragungskörper, der zur Aufnahme von Abwärme vom Stator zwischen einem im Gehäuse vorgesehenen Kühlmittelpfad - dieser kann als Kühlkanal, Kühlmittelsammler oder Kühlmittelsammler ausgebildet sein - und dem Rotor im Gehäuseinnenraum angeordnet ist, besonders dünnwandig auszubilden. Dies bewirkt eine hohe Wärmeübertragungsrate durch den Wärmeübertragungskörper hindurch und somit eine besonders hohe Kühlleistung, die mit Hilfe des Wärmeübertragungskörpers für die Rotorkühlung bereitgestellt werden kann. Erfindungsgemäß sind die Gehäuseteile separat gegenüber dem Wärmeübertragungskörper ausgebildet. Mit anderen Worten, jedes der beiden Gehäuseteile und der Wärmeübertragungskörper sind zweiteilig ausgebildet. Dies ermöglicht es, für die Gehäuseteile ein Material mit geringerer Wärmeleitfähigkeit auszuwählen als für den Wärmeübertragungskörper. Da Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit in der Beschaffung teurer sind als Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit, können auf diese Weise erhebliche Kosteneinsparungen bei der Fertigung der elektrischen Maschine erzielt werden.

Zusätzlich gehen mit der bei dünnwandigen Wärmeübertragungskörpern erzielten Materialeinsparung erhebliche Kostenvorteile einher, da Materialien mit sehr hoher Wärmeleitfähigkeit in der Beschaffung im Allgemeinen sehr teuer sind.

Eine erfindungsgemäße elektrische Maschine, insbesondere für ein Fahrzeug, umfasst einen Stator und einen Rotor, der relativ zum Stator um eine Drehachse drehbar ist. Durch die Drehachse wird eine axiale Richtung der Maschine definiert. Die Maschine umfasst ein Gehäuse, welches einen Gehäuseinnenraum umgibt. Dabei umfasst das Gehäuse ein erstes und ein zweites Gehäuseteil, die den Gehäuseinnenraum, vorzugsweise entlang der axialen Richtung, begrenzen und an welchen der Rotor mittels einer Lagereinrichtung drehbar gelagert ist. Bei den beiden Gehäuseteilen kann es sich insbesondere um die eingangs erwähnten axialen „Lagerschilde“ handeln. Die Lagereinrichtung kann zwei Lagerelemente, insbesondere in der Art von Wellenlagern, aufweisen, wobei ein erstes Wellenlager an dem ersten Gehäuseteil, und ein zweites Lagerelement an dem zweiten Gehäuseteil, also vorzugsweise an einem zweiten Lagerschild, das dem ersten Lagerschild axial gegenüberliegt, angeordnet ist. Erfindungsgemäß ist axial zwischen wenigstens einem Gehäuseteil – also dem ersten oder zweiten Gehäuseteil - und dem Rotor ein Wärmeübertragungskörper angeordnet. Dieser Wärmeübertragungskörper begrenzt zusammen mit besagtem Gehäuseteil einen Kühlmittelraum, der vorzugsweise als Kühlkanal, Kühlmittelsammlerraum oder/und Kühlmittelverteilterraum, jeweils zum Durchströmen mit einem Kühlmittel, ausgebildet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Wärmeübertragungskörper separat zu den beiden Gehäuseteilen ausgebildet. Dies erlaubt es, für die Gehäuseteile ein anderes Material zu wählen als für den Wärmeübertragungskörper. Somit kann für die Gehäuseteile ein Material mit besonders hoher Steifigkeit und für den Wärmeübertragungskörper ein Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind der Wärmeübertragungskörper und die beiden Gehäuseteile materialuneinheitlich ausgebildet. Dies ermöglicht

es, für die Gehäuseteile ein Material mit geringerer Wärmeleitfähigkeit zu verwenden als für die Wärmeübertragungsstruktur. Diese führt zu Kostenvorteilen bei der Herstellung der Maschine. Alternativ oder zusätzlich kann das Material des ersten und/oder zweiten Gehäuseteils eine höhere obere Streckgrenze oder/und Dehngrenze aufweisen als das Material des Wärmeübertragungskörpers.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist das Material des Wärmeübertragungskörpers eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf als das Material des ersten und/oder zweiten Gehäuseteils. Somit kann in den Gehäuseteilen, welche keine Wärme vom Rotor an den Kühlmittelraum übertragen müssen, ein relativ kostengünstig verfügbares Material mit niedriger thermischer Leitfähigkeit verwendet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist an dem betreffenden Wärmeübertragungskörper und am Rotor eine Wärmeübertragungsstruktur zur Übertragung von Abwärme vom Rotor auf den Wärmeübertragungskörper vorhanden.

Zweckmäßig sind die Wärmeübertragungsstruktur und die beiden Gehäuseteile materialuneinheitlich ausgebildet sind. Dies ermöglicht es, für die Gehäuseteile ein Material mit geringerer Wärmeleitfähigkeit zu verwenden als für die Wärmeübertragungsstruktur. Diese führt zu Kostenvorteilen bei der Herstellung der Maschine.

Besonders bevorzugt weist das Material der Wärmeübertragungsstruktur eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf als das Material des ersten und/oder zweiten Gehäuseteils. Somit kann die für eine effektive Entwärmung des Rotors besonders kritische Wärmeübertragungsstruktur selektiv mit besonders guten Wärmetransporteigenschaften ausgestattet werden.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung sind der Wärmeübertragungskörper und die Wärmeübertragungsstruktur materialeinheitlich ausgebildet sind. Auf diese Weise wird ein effektiver Wärmetransport sowohl durch die Wärmeübertragungsstruktur als auch durch den Wärmeübertragungskörper gewährleistet.

Zweckmäßig kann der Rotor direkt an den Gehäuseteilen gelagert sein. Dies erlaubt es, die Wärmeübertragungsstruktur besonders dünnwandig auszugestalten, da keine Lagerkräfte aus dem Rotor in die Wärmeübertragungsstruktur eingeleitet werden.

Besonders bevorzugt ist der Rotor nicht über die Wärmeübertragungsstruktur und vorzugsweise auch nicht über den Wärmeübertragungskörper an den Gehäuseteilen gelagert. Auch diese Variante ermöglicht es, die Wärmeübertragungsstruktur besonders dünnwandig auszugestalten, da keine Lagerkräfte aus dem Rotor in die Wärmeübertragungsstruktur eingeleitet werden.

Zweckmäßig beträgt eine in der axialen Richtung gemessene Wandstärke des ersten oder/und zweiten Gehäuseteils wenigstens das Zweifache, vorzugsweise wenigstens das Fünffache, einer Wandstärke des Wärmeübertragungskörpers. Der Wärmeübertragungskörper kann somit besonders dünnwandig ausgestaltet werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind zur Begrenzung des Kühlmittelraums zumindest zwei Wärmeübertragungskörper vorhanden, die beide separat zu den beiden Gehäuseteilen ausgebildet sind. Bei dieser Ausführungsform sind ein erster Wärmeübertragungskörper axial zwischen dem ersten Gehäuseteil und dem Rotor und ein zweiter Wärmeübertragungskörper axial zwischen dem Rotor und dem zweiten Gehäuseteil angeordnet.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Lagereinrichtung ein erstes Lagerelement und ein zweites Lagerelement, die axial im Abstand zueinander angeordnet sind, so dass der Rotor axial zwischen den beiden Lagerelementen angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform ist die axiale Position der Lagerelemente so festgelegt, dass durch die Lagerelemente aufgenommenen Radialkräfte zu weniger als 35%, vorzugsweise zu weniger als 10%, an den jeweiligen Wärmeübertragungskörper weitergeleitet werden. Auf diese Weise wird eine Überbelastung des Wärmeübertragungskörpers vermieden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Lagereinrichtung ein erstes Lagerelement, mittels welchem der Rotor am ersten Gehäuseteil gelagert ist, und ein zweites Lagerelement, mittels welchem der Rotor am zweiten Gehäuseteil gelagert ist. Die beiden Lagerelemente sind axial im Abstand zueinander angeordnet. Bei dieser Ausführungsform ist ein entlang der axialen Richtung gemessener Abstand zwischen dem ersten Wärmeübertragungskörper und dem ersten Gehäuseteil größer - und beträgt vorzugsweise wenigstens das Zweifache - als ein Abstand zwischen dem ersten Lagerelement und dem ersten Gehäuseteil. Alternativ oder zusätzlich ist bei dieser Ausführungsform ein entlang der axialen Richtung gemessener Abstand zwischen dem zweiten Wärmeübertragungskörper und dem zweiten Gehäuseteil größer - und beträgt vorzugsweise wenigstens das Zweifache - als ein Abstand zwischen dem zweiten Lagerelement und dem zweiten Gehäuseteil.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Stator an wenigstens einem der beiden Gehäuseteile befestigt. Gegenüber herkömmlichen elektrischen Maschinen, bei welchen die Befestigung des Stators am Wärmeübertragungskörper erfolgt, ist es bei dieser Ausführungsform möglich, den Wärmeübertragungskörper besonders dünnwandig auszubilden und besonders nahe am Rotor zu positi-

onieren. Außerdem gehen mit dieser Ausführungsform weitere Materialeinsparungen und somit Kostenvorteile einher.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Stator im Abstand zum Wärmeübertragungskörper angeordnet oder liegt nur lose an diesem an. Auf diese Weise kann vermieden werden, dass zu hohe Kräfte in den Wärmeübertragungskörper eingeleitet werden, die zu einer Beschädigung desselben führen könnte, insbesondere wenn dieser – wie hier vorgeschlagen – dünnwandig ausgebildet wird. Bei einer dazu alternativen Variante ist der Wärmeübertragungskörper mit einer Vorspannkraft zwischen Stator und Gehäuseteil eingespannt, die ausreicht, um eine fluiddichte Flächenpressung für dazwischenliegende Dichtungselemente, insbesondere in der Art von Elastomer-Dichtungen, zu gewährleisten.

Bevorzugt sind der Wärmeübertragungskörper und das wenigstens eine Gehäuseteil zweiteilig ausgebildet. Dies erleichtert es, für das Gehäuseteil ein anderes Material, insbesondere mit geringer Wärmeleitfähigkeit, zu wählen als für den Wärmeübertragungskörper. Auch dieser Maßnahme gehen erhebliche Kostenvorteile bei der Herstellung der elektrischen Maschine einher.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Wärmeübertragungskörper an dem wenigstens einen Gehäuseteil befestigt. Denkbar ist dabei eine lösbare oder unlösbare Befestigung. Letztere kann insbesondere eine stoffschlüssige Verbindung sein.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung umfasst die Wärmeübertragungsstruktur mehrere axial vom Rotor zum Wärmeübertragungskörper hin abstehende Vorsprünge, welche in komplementäre, am Wärmeübertragungskörper vorgesehene Ausnehmungen eingreifen. Gemäß einer dazu alternativen vorteilhaften Weiter-

bildung umfasst die Wärmeübertragungsstruktur mehrere axial vom Wärmeübertragungskörper zum Rotor hin abstehende Vorsprünge, welche in dazu komplementäre, am Rotor vorgesehene Ausnehmungen eingreifen. Bei beiden Alternativen ist eine große Wechselwirkungsfläche für die Wärmeübertragung vom Rotor auf den Wärmeübertragungskörper sichergestellt.

Besonders bevorzugt können die Vorsprünge kammartig ausgebildet sein. Da die komplementär ausgebildeten Ausnehmungen bei dieser Variante ebenfalls eine kammartige Geometrie besitzen, wird auf diese Weise eine besonders große Wechselwirkungsfläche für die Wärmeübertragung vom Rotor auf den Wärmeübertragungskörper sichergestellt.

Besonders bevorzugt sind der Wärmeübertragungskörper und der Rotor zur Realisierung der Wärmeübertragungsstruktur derart relativ zueinander angeordnet, dass im Bereich der Wärmeübertragungsstruktur ein axialer Abstand zwischen dem Wärmeübertragungskörper und dem Rotor - dieser wird entlang der axialen Richtung gemessen - höchstens 1 mm, vorzugsweise höchstens 0,5 mm beträgt. Bei dieser Variante besitzt der zwischen Wärmeübertragungskörper und Rotor gebildete Ring- bzw. Luftspalt eine geringe Spaltbreite, so dass eine effektive Wärmeübertragung vom Rotor auf den Wärmeübertragungskörper gewährleistet ist.

Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform kann der Wärmeübertragungskörper als sich zumindest abschnittsweise quer zur axialen Richtung erstreckende Kühlplatte ausgebildet sein, deren entlang der axialen Richtung gemessene Wandstärke höchstens 3 mm beträgt. An bzw. in dieser Kühlplatte sind entlang der axialen Richtung die die Wärmeübertragungsstruktur ergebenden Vorsprünge bzw. Ausnehmungen ausgeformt bzw. ausgebildet.

Besonders bevorzugt beträgt eine Ausnehmungs-Tiefe oder Vorsprungs-Höhe der am Wärmeübertragungskörper die Wärmeübertragungsstruktur ausbildenden Ausnehmungen bzw. Vorsprünge wenigstens das Dreifache, vorzugsweise wenigstens das Fünffache, der Wandstärke der Kühlplatte. Bei dieser Variante besitzt die Wärmeübertragungsstruktur eine große Wechselwirkungsfläche, so dass pro Zeiteinheit eine besonders große Wärmemenge vom Rotor an den Wärmeübertragungskörper übertragen werden kann. Gleichzeitig bleibt die Kühlplatte besonders dünnwandig ausgeführt.

Der Wärmeübertragungskörper mit der Wärmeübertragungsstruktur kann ein tiefgezogenes Bauteil, insbesondere Blechformteil, mit Rippenstruktur sein, wobei die Rippenstruktur durch einen Tiefzieh- oder Umformprozess hergestellt wird.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung weist wenigstens ein Gehäuseteil einen Befestigungsabschnitt auf, an welchem der Wärmeübertragungskörper befestigt ist, wobei am Befestigungsabschnitt zusätzlich die Lagereinrichtung zur drehbaren Lagerung des Rotors angebracht ist. Besonders bevorzugt weisen beide Gehäuseteile, also sowohl das erste als auch das zweite Gehäuseteil, einen derart ausgestalteten Befestigungsabschnitt auf. Bei dieser Variante ist die Lagereinrichtung nicht wie bei vielen herkömmlichen elektrischen Maschinen über den Wärmeübertragungskörper am Gehäuse befestigt. Daher kann der Wärmeübertragungskörper besonders dünnwandig ausgebildet werden.

Besonders bevorzugt kann der Befestigungsabschnitt als axial von dem Gehäuseteil nach innen in den Gehäuseinnenraum hineinragende Hülse ausgebildet sein, an deren Innenseite ein Lagerelement der Lagereinrichtung angeordnet ist. Eine solche, hülsenartige Ausbildung stellt eine besonders stabile Befestigung der Lagereinrichtung an dem Gehäuseteil sicher.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der Wärmeübertragungskörper aus einem anderen Material hergestellt als wenigstens eines der beiden Gehäuseteile. Besonders sind beide Gehäuseteile aus einem anderen Material hergestellt als der Wärmeübertragungskörper. Diese Variante erlaubt es, nur für den Wärmeübertragungskörper – als Teil der Wärmeübertragungsstruktur – ein relativ teures Material mit hoher Wärmeleitfähigkeit zu verwenden, wohingegen für das/die Gehäuseteil(e) ein kostengünstigeres Material mit geringerer thermischer Leitfähigkeit verwendet werden kann.

Besonders zweckmäßig besitzt das Material wenigstens eines Gehäuseteils, vorzugsweise beider Gehäuseteile, eine thermische Leitfähigkeit, die kleiner ist als die thermische Leitfähigkeit des Wärmeübertragungskörpers. Somit kann in den Gehäuseteilen, welche keine Wärme vom Rotor an den Kühlmittelraum übertragen müssen, ein relativ kostengünstig verfügbares Material mit niedriger thermischer Leitfähigkeit verwendet werden.

Besonders bevorzugt weist das Material des Wärmeübertragungskörpers eine Wärmeleitfähigkeit von wenigstens $100 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, bevorzugt von wenigstens $150 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ auf. Auf diese Weise wird ein effektiver Wärmetransport vom Rotor über den Kühlkanal zu dem im Kühlmittelraum vorhandenen Kühlmittel sichergestellt.

Zweckmäßig kann zwischen Wicklungsendabschnitten der Statorspulen, die in den Kühlmittelraum, hineinragen, und dem Wärmeübertragungskörper ein Ringspalt ausgebildet sein, der Teil des Kühlmittelraums ist.

Die Erfindung betrifft ferner ein Fahrzeug, insbesondere ein Kraftfahrzeug mit einer vorangehend vorgestellten elektrischen Maschine. Die oben erläuterten Vorteile der elektrischen Maschine übertragen sich daher auch auf das erfindungsgemäße Fahrzeug.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen, jeweils schematisch:

Fig. 1 ein Beispiel einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine in einem Längsschnitt entlang der Rotationsachse des Rotor,

Fig. 2 eine Detailansicht der Figur 1 im Bereich des Wärmeübertragungskörpers.

Figur 1 illustriert ein Beispiel einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine 1. Die Maschine 1 umfasst ein Gehäuse 2, welches einen Gehäuseinnenraum 3 umgibt. Im Gehäuseinnenraum 3 sind ein Stator 4 und ein Rotor 5 angeordnet. Der Stator 4 kann einen Statorkörper 12 und mehrere, in Figur 1 nicht näher dargestellte Statorspulen 13 aufweisen, die in den Statorkörper 12 eingebettet und

zum Antreiben des Rotors 5 elektrisch bestrombar sind. Der Stator 4 ist fest an einer Umfangswandung 14 des Gehäuses 2 angebracht.

Der Rotor 5 umfasst eine Rotorwelle 6 sowie mehrere, in der Figur 1 nicht näher dargestellte Permanentmagnete 7, die drehfest an der Rotorwelle 6 angeordnet sind. Der Rotor 5 ist relativ zum Stator 3 um eine Drehachse D drehbar, die durch die Mittellängsachse M der Rotorwelle 6 definiert ist. Durch die Drehachse D wird auch eine axiale Richtung A der elektrischen Maschine 1 definiert. Eine radiale Richtung R erstreckt sich senkrecht von der Drehachse D weg. Eine Umfangsrichtung U läuft um die Drehachse D um. Die Permanentmagnete 7 des Rotors 5 können entlang der Umfangsrichtung U der Rotorwelle 6 mit abwechselnder magnetischer Polarisierung angeordnet sein. Mit anderen Worten, entlang der Umfangsrichtung U wechseln sich magnetische Nordpole N und magnetische Südpole S ab.

Wie Figur 1 erkennen lässt, umfasst das Gehäuse 2 ein erstes und ein zweites Gehäuseteil 8a, 8b. Diese beide Gehäuseteile 8a, 8b sind dem Fachmann auch als sogenannte „Lagerschilde“ bekannt und begrenzen den Gehäuseinnenraum 3 entlang der axialen Richtung A. Ein weiteres, drittes Gehäuseteil 8c, welches die Maschine radial begrenzt, wird durch eine Umspritzung des Stators 5 aus Kunststoff gebildet. Das erste und das zweite Gehäuseteil 8a, 8b können auch separat zum dritten Gehäuseteil 8c ausgebildet sein. Der Rotor 5 mit der Rotorwelle 6 ist über eine Lagereinrichtung 9 drehbar am Gehäuse 2 gelagert. Hierzu umfasst die Lagereinrichtung 9 ein erstes Lagerelement 10a, über welches die Rotorwelle 6 drehbar am ersten Gehäuseteil 7a gelagert ist. Entsprechend umfasst die Lagereinrichtung 9 ein zweites Lagerelement 10b, welches axial im Abstand zum ersten Lagerelement 10a angeordnet ist, so dass der Rotor axial zwischen den beiden Lagerelementen 10a, 10b angeordnet ist, und über welches die Rotorwelle 6 drehbar am zweiten Gehäuseteil 8b gelagert ist.

Die beiden Lagerelemente 10a, 10b - dem Fachmann auch unter der Bezeichnung „Wellenlager“ bekannt - sind hierzu fest mit dem ersten bzw. zweiten Gehäuseteil 8a, 8b verbunden. Der Stator 4 mit dem Statorkörper 12 und den Statorspulen 13 ist ebenfalls an den Gehäuseteilen 8a, 8b, 8c befestigt.

Im Gehäuseinnenraum 3 sind außerdem ein erster und ein zweiter Wärmeübertragungskörper 11a, 11b zum Abführen von vom Rotor 5 einschließlich dessen Permanentmagnete 7 im Betrieb erzeugter Abwärme vorgesehen. Die beiden Wärmeübertragungskörper 11a, 11b sind separat zu den beiden Gehäuseteilen 8a, 8b ausgebildet und begrenzen zusammen mit den beiden Gehäuseteilen 8a, 8b einen als Kühlkanal ausgebildeten Kühlmittelraum 15, der von einem Kühlmittel K durchströmt werden kann. Der erste und der zweite Wärmeübertragungskörper 11a, 11b und die den Wärmeübertragungskörpern 11a, 11b jeweils zugeordneten Gehäuseteile 8a, 8b sind also jeweils zweiteilig ausgebildet. Der erste Wärmeübertragungskörper 11a kann, beispielsweise mittels einer stoffschlüssigen Verbindung, am ersten Gehäuseteil 8a befestigt sein. Entsprechend kann der zweite Wärmeübertragungskörper 11b, bevorzugt ebenfalls mittels einer stoffschlüssigen Verbindung, am zweiten Gehäuseteil 8b befestigt sein. Alternativ zu einer stoffschlüssigen Verbindung kommt auch eine geeignete lösbare Verbindung in Betracht. Die beiden Wärmeübertragungskörper 11a, 11b der Wärmeübertragungsstruktur 18 sind dabei bevorzugt ausschließlich durch axiale Pressung arretiert. Zweckmäßig ist der Rotor 5 direkt an den Gehäuseteilen 8a, 8b gelagert. insbesondere ist der Rotor 5, wie Figur 1 erkennen lässt, nicht über die Wärmeübertragungsstruktur 18 und auch nicht über die Wärmeübertragungskörper 11a, 11b an den Gehäuseteilen 8a, 8b gelagert.

Der erste Wärmeübertragungskörper 11a ist entlang der axialen Richtung A zwischen dem ersten Gehäuseteil 8a und dem Rotor 5 angeordnet. Der zweite Wär-

meübertragungskörper 11b ist entlang der axialen Richtung A zwischen dem Rotor 5 und dem zweiten Gehäuseteil 8b angeordnet. Das Kühlmittel K kann über die beiden Wärmeübertragungskörper 11a, 11b vom Rotor 5 im Betrieb der Maschine 1 erzeugte Wärme aufnehmen, sodass eine Überhitzung und - damit verbunden - eine Beschädigung oder gar Zerstörung der Maschine 1 vermieden werden kann. Am Außenumfang des Gehäuses 2 sind im ersten Gehäuseteil 8a ein Kühlmiteleinlass 16 zum Einleiten des Kühlmittels K in den Kühlmittelraum 15 und im zweiten Gehäuseteil 8b ein Kühlmittelauslass 17 zum Ausleiten des Kühlmittels K aus dem Kühlmittelraum 15 vorgesehen. Über die beiden Wärmeübertragungskörper 11a, 11b, welche den Kühlmittelraum 15 jeweils teilweise begrenzen, wird Wärme an das durch den Kühlmittelraum 15 strömende Kühlmittel K weitergegeben und von diesem aus der Maschine 1 abgeführt.

Die beiden Wärmeübertragungskörper 11a, 11b können beide als sich zumindest abschnittsweise quer zur axialen Richtung A, also entlang der radialen Richtung R erstreckende Kühlplatten 22a, 22b ausgebildet sein, deren entlang der axialen Richtung A gemessene Wandstärke W im Bereich der Wärmeübertragungsstruktur 18 höchstens 3 mm beträgt. Die Kühlplatten 22a, 22b können durch tiefgezogene Blechformteile realisiert sein. Wie die Figur 1 erkennen lässt, sind die beiden Wärmeübertragungskörper 11a und 11b im Abstand zum Stator 4 mit dem Statorkörper 12 angeordnet und liegen nur mit Kontaktabschnitten 19 lose an diesem an. Im Beispielszenario beträgt eine in der axialen Richtung A gemessene Wandstärke des ersten und zweiten Gehäuseteils 8a, 8b wenigstens das Zweifache, vorzugsweise wenigstens das Fünffache, einer Wandstärke des ersten bzw. zweiten Wärmeübertragungskörpers 11a, 11b.

Die Wärmeübertragungsstruktur 18 und die beiden Gehäuseteile 8a, 8b sind materialuneinheitlich ausgebildet. Ebenso sind die beiden Wärmeübertragungskörper 11a, 11b gegenüber den beiden Gehäuseteilen 8a, 8b materialuneinheitlich

ausgebildet. Demgegenüber sind die beiden Wärmeübertragungskörper 11a, 11b und die Wärmeübertragungsstruktur 18 materialeinheitlich ausgebildet. Zweckmäßig weist das Material der Wärmeübertragungsstruktur 18 eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf als das Material des ersten und des zweiten Gehäuseteils 8a, 8b. Des Weiteren weist das Material des Wärmeübertragungskörpers eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf als das Material der beiden Gehäuseteile 8a, 8b. Das Material der beiden Gehäuseteile 8a, 8b weist eine thermische Leitfähigkeit auf, die kleiner ist als die thermische Leitfähigkeit der Wärmeübertragungskörper 8a, 8b. Auf diese Weise können Kosten bei der Herstellung der Maschine 1 eingespart werden, da geeignete Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit üblicherweise teurer sind als Materialien mit geringer Wärmeleitfähigkeit. Um eine hohe Wärmeübertragungsleitung vom Rotor 5 über den Wärmeübertragungskörper 11a, 11b auf die jeweilige Gehäuseteil 8a, 8b sicherzustellen, weist das Material der Wärmeübertragungskörper 11a, 11b eine Wärmeleitfähigkeit von wenigstens 100 W/(m*k), bevorzugt von wenigstens 150 W/(m*k) auf.

Zweckmäßig ist die axiale Position der Lagerelemente 10a, 10b entlang der axialen Richtung A so festgelegt, durch die Lagerelemente 10a, 10b aufgenommenen Radialkräfte zu weniger als 35%, vorzugsweise zu weniger als 10%, an die Wärmeübertragungskörper 8a, 8b weitergeleitet werden. Auf diese Weise wird eine Überbelastung des jeweiligen Wärmeübertragungskörpers 8a, 8b vermieden.

Das Material des ersten und zweiten Gehäuseteils 8a, 8b kann auch eine höhere obere Streckgrenze und eine höhere Dehngrenze aufweisen als das Material der Wärmeübertragungskörper 11a, 11b.

Im Folgenden wird auf Figur 2 Bezug genommen, welche eine Detaildarstellung der Figur 1 im Bereich des ersten Wärmeübertragungskörpers 11a ist. Wie Figur 2 illustriert, ist am ersten Wärmeübertragungskörper 11a und am Rotor 5 eine

Wärmeübertragungsstruktur 18 zur Übertragung von Abwärme vom Rotor 5 auf den Wärmeübertragungskörper 11a ausgebildet. Entsprechend Figur 2 umfasst die Wärmeübertragungsstruktur 18 mehrere, entlang der axialen Richtung A vom Rotor 5 zum ersten Wärmeübertragungskörper 11a hin abstehende Vorsprünge 21, welche in komplementäre, am Wärmeübertragungskörper 11a vorgesehene Ausnehmungen 20 eingreifen. In einer in den Figuren 1 und 2 nicht näher dargestellten, alternativen Variante ist es denkbar, dass der erste Wärmeübertragungskörper 11a mehrere axial vom Wärmeübertragungskörper zum Rotor 5 hin abstehende Vorsprünge 21 umfasst, welche in zu den Vorsprüngen 21 komplementäre, am Rotor 5 vorgesehene Ausnehmungen 20 eingreifen. Bevorzugt können die Vorsprünge 21 kammartig ausgebildet sein. Zweckmäßig beträgt ein im Bereich der Wärmeübertragungsstruktur 18 zwischen dem Wärmeübertragungskörper 11a und dem Rotor 5 entlang der axialen Richtung gemessener Abstand X höchstens 1mm, vorzugsweise höchstens 0,5 mm. Bevorzugt beträgt eine Ausnehmungstiefe T1 der am ersten Wärmeübertragungskörper 11a die Wärmeübertragungsstruktur 18 ausbildenden Ausnehmungen T1 bzw. sowie eine Vorsprungshöhe H1 der am ersten Wärmeübertragungskörper 11a die Wärmeübertragungsstruktur 18 ausbildenden Vorsprünge 21 wenigstens das Dreifache, vorzugsweise wenigstens das Fünffache, der oben erwähnten Wandstärke W der Kühlplatte beträgt.

Der Darstellung der Figur 2 entnimmt man außerdem, dass das erste Gehäuseteil 8a, einen (ersten) Befestigungsabschnitt 23a aufweist, an welchem der erste Wärmeübertragungskörper 11a befestigt ist. Zusätzlich ist am (ersten) Befestigungsabschnitt 23a die Lagereinrichtung 9 zur drehbaren Lagerung des Rotors 5 angebracht. Zweckmäßig ist der (erste) Befestigungsabschnitt 23a als axial vom ersten Gehäuseteil 11a nach innen in den Gehäuseinnenraum 3 hineinragende Hülse 24 ausgebildet, an deren Innenseite 25 das erste Lagerelement 10a der Lagereinrichtung 9 angeordnet ist. Auch das zweite Gehäuseteil 8b weist einen solchen (zweiten) Befestigungsabschnitt (23b) auf, an welchem der zweite Wär-

meübertragungskörper 11b und der Rotor 5 befestigt sind. Ebenso kann das zweite Lagerelement 10b der Lagereinrichtung 9 am zweiten Befestigungsabschnitt 23b angebracht sein.

Vorangehende, anhand der Figur 2 erläuterte Überlegungen zum ersten Wärmeübertragungskörper 11a und zur dem diesem ersten Wärmeübertragungskörper 11a zugeordneten ersten Gehäuseteil 8a gelten mutatis mutandis auch für den zweiten Wärmeübertragungskörper 11b und das dem zweiten Wärmeübertragungskörper 11b zugeordnete zweite Gehäuseteil 8b.

Zweckmäßig kann zwischen Wicklungsendabschnitten 26 der Statorspulen 13, die in den Kühlmittelraum 15, hineinragen, und den Wärmeübertragungskörpern 11a, 11b jeweils ein Ringspalt 27 ausgebildet sein, der Teil des Kühlmittelraums 15 ist.

Ansprüche

1. Elektrische Maschine (1), insbesondere für ein Fahrzeug,
 - mit einem Stator (4) und mit einem Rotor (5), der relativ zum Stator (5) um eine Drehachse (D) drehbar ist, durch welche eine axiale Richtung (A) der Maschine (1) definiert ist,
 - mit einem Gehäuse (2), welches einen Gehäuseinnenraum (3) zumindest teilweise umgibt, wobei das Gehäuse (2) ein erstes und ein zweites Gehäuseteil (8a, 8b) umfasst, die den Gehäuseinnenraum (3), vorzugsweise entlang der axialen Richtung (A) begrenzen und an welchen der Rotor (5) mittels einer Lagereinrichtung (9) drehbar gelagert ist,
 - wobei entlang der axialen Richtung (A) zwischen wenigstens einer der beiden Gehäuseteile (8a, 8b) und dem Rotor (5) zumindest ein Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) angeordnet ist, der zusammen mit dem Gehäuseteil (8a, 8b) einen von einem Kühlmittel (K) durchströmbaren Kühlmittelraum (15), vorzugsweise einen Kühlkanal und/oder Kühlmittelverteilterraum und/oder Kühlmittelsammlerraum, begrenzt.
2. Maschine nach Anspruch 1,
 - dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) separat zu den beiden Gehäuseteilen (8a, 8b) ausgebildet ist.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) und die beiden Gehäuseteile (8a, 8b) materialuneinheitlich ausgebildet, und/oder dass
 - das Material des Wärmeübertragungskörpers (11a, 11b) eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das Material des ersten und/oder zweiten Gehäuseteils (8a, 8b), und/oder dass
 - das Material des ersten und/oder zweiten Gehäuseteils (8a, 8b) eine höhere obere Streckgrenze oder/und Dehngrenze aufweist als das Material des Wärmeübertragungskörpers (11a, 11b).
4. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) und der Rotor (5) eine Wärmeübertragungsstruktur (18) zur Übertragung von Wärme vom Rotor (5) auf den Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) umfassen.
5. Maschine nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Wärmeübertragungsstruktur (18) und die beiden Gehäuseteile (8a, 8b) materialuneinheitlich ausgebildet sind.
6. Maschine nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Material der Wärmeübertragungsstruktur (18) eine höhere Wärmeleitfähigkeit aufweist als das Material des ersten und/oder zweiten Gehäuseteils (8a, 8b).

7. Maschine nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) und die Wärmeübertragungsstruktur (18) materialeinheitlich ausgebildet sind.
8. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Rotor (5) direkt an den Gehäuseteilen (8a, 8b) gelagert ist.
9. Maschine nach einem der Ansprüche 4 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Rotor (5) nicht über die Wärmeübertragungsstruktur (18) und nicht über den Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) an den Gehäuseteilen (8a, 8b) gelagert ist.
10. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine in der axialen Richtung (A) gemessene Wandstärke des ersten oder/und zweiten Gehäuseteils (8a, 8b) wenigstens das Zweifache, vorzugsweise wenigstens das Fünffache, einer Wandstärke des Wärmeübertragungskörpers (11a, 11b) beträgt.
11. Maschine nach Anspruch nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
zur Begrenzung des Kühlmittelraums (15), insbesondere des Kühlkanals und/oder Kühlmittelsammlerraums und/oder Kühlmittelverteilterraums, zwei Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) vorgesehen sind,

wobei ein erster Wärmeübertragungskörper (11a) entlang der axialen Richtung (A) zwischen dem ersten Gehäuseteil (8a) und dem Rotor (5) und ein zweiter Wärmeübertragungskörper (11b) entlang der axialen Richtung (A) zwischen dem Rotor (5) und dem zweiten Gehäuseteil (8b) angeordnet ist.

12. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Lagereinrichtung (9) ein erstes Lagerelement (10a) und ein zweites Lagerelement (10b) umfasst, die axial im Abstand zueinander angeordnet sind, so dass der Rotor axial zwischen den beiden Lagerelementen (10a, 10b) angeordnet ist,
- die axiale Position der Lagerelemente (10a, 10b) so festgelegt ist, dass , dass durch die Lagerelemente aufgenommenen Radialkräfte zu weniger als 35%, vorzugsweise zu weniger als 10%, an den Wärmeübertragungskörper weitergeleitet werden.

13. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Lagereinrichtung (9) ein erstes Lagerelement (10a) umfasst, mittels welchem der Rotor (5) am ersten Gehäuseteil (8a) gelagert ist, und ein zweites Lagerelement (10b) umfasst, welches axial im Abstand zum ersten Lagerelement (10a) angeordnet ist und mittels welchem der Rotor (5) am zweiten Gehäuseteil (8b) gelagert ist,
- ein entlang der axialen Richtung (A) gemessener Abstand zwischen dem ersten Wärmeübertragungskörper (11a) und dem ersten Gehäuseteil (8a) größer ist, vorzugsweise wenigstens das Zweifache beträgt, als ein entlang der axialen Richtung (A) gemessener Abstand zwischen dem ersten Lagerelement (10a) und dem ersten Gehäuseteil (8a),

- ein entlang der axialen Richtung (A) gemessener Abstand zwischen dem zweiten Wärmeübertragungskörper (11b) und dem zweiten Gehäuseteil (8b) größer ist, vorzugsweise wenigstens das Zweifache beträgt, als ein entlang der axialen Richtung (A) Abstand gemessener zwischen dem zweiten Lagerelement (10b) und dem zweiten Gehäuseteil (8b).
14. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Stator (4) an wenigstens einem der beiden Gehäuseteile (8a, 8b) befestigt ist.
15. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Stator (4) im Abstand zum Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) angeordnet ist oder nur lose an diesem anliegt.
16. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) an dem wenigstens einen Gehäuseteil (8a, 8b) befestigt ist; oder dass
 - der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) und das wenigstens eine Gehäuseteil (8a, 8b) einteilig ausgebildet sind.
17. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Wärmeübertragungsstruktur (18) wenigstens zwei, vorzugsweise mehrere, axial vom Rotor (5) zum Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) hin abstehende Vorsprünge (21) umfasst, welche in komplementäre, am Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) vorgesehene Ausnehmungen (20) eingreifen.

18. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeübertragungsstruktur (18) wenigstens zwei, vorzugsweise mehrere, axial vom Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) zum Rotor (5) hin abstehende Vorsprünge (21) umfasst, welche in komplementäre, am Rotor (5) vorgesehene Ausnehmungen (20) eingreifen.
19. Maschine nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsprünge (21) kammartig ausgebildet sind.
20. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein im Bereich der Wärmeübertragungsstruktur (18) zwischen dem Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) und dem Rotor (5) einen entlang der axialen Richtung (A) gemessener Abstand (X) höchstens 1mm, vorzugsweise höchstens 0,5 mm, beträgt.
21. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) als sich zumindest abschnittsweise quer zur axialen Richtung (A) erstreckendes tiefgezogenes Bauteil, vorzugsweise als tiefgezogenes Blechformteil, höchst vorzugsweise als Kühlplatte (22a, 22b), ausgebildet ist, deren entlang der axialen Richtung (A) gemessene Wandstärke (W) zumindest abschnittsweise, vorzugsweise entlang ihrer

gesamten Erstreckung quer zur axialen Richtung (A), höchstens 3 mm, bevorzugt höchstens 1 mm, beträgt.

22. Maschine nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet, dass
eine Ausnehmungs-Tiefe (T1) und/oder eine Vorsprungs-Höhe (H1) der am Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) die Wärmeübertragungsstruktur (18) ausbildenden Ausnehmungen (20) bzw. Vorsprünge (21) wenigstens das Dreifache, vorzugsweise wenigstens das Fünffache, der Wandstärke (W) der Kühlplatte beträgt.
23. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens ein Gehäuseteil (8a, 8b), vorzugsweise beide Gehäuseteile (8a, 8b), einen Befestigungsabschnitt (23a, 23b) aufweist/aufweisen, an welchem der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) befestigt ist, wobei an diesem Befestigungsabschnitt (23a, 23b) auch die Lagereinrichtung (9) zur drehbaren Lagerung des Rotors (5) angebracht ist.
24. Maschine nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Befestigungsabschnitt (23a, 23b) als entlang der axialen Richtung (A) von dem Gehäuseteil (8a, 8b) nach innen in den Gehäuseinnenraum (3) hineinragende Hülse (24) ausgebildet ist, an deren Innenseite ein Lagerelement (10a, 10b) der Lagereinrichtung (9) angeordnet ist.
25. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die beiden Gehäuseteile (8a, 8b) aus einem anderen Material hergestellt sind als der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b).

26. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material wenigstens eines Gehäuseteils (8a, 8b), vorzugsweise bei der Gehäuseteile (8a, 8b), eine thermische Leitfähigkeit aufweist, die kleiner ist als die thermische Leitfähigkeit des Wärmeübertragungskörpers (11a, 11b).
27. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des Wärmeübertragungskörpers (11a, 11b) eine Wärmeleitfähigkeit von wenigstens $100 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$, besonders bevorzugt wenigstens $150 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$, aufweist.
28. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiteres, drittes Gehäuseteil (8c), welches Teil des Gehäuses (2) ist und die Maschine (1) radial begrenzt, durch eine Umspritzung des Stators (5) aus Kunststoff gebildet ist.
29. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen Wicklungsendabschnitten (26), die in den Kühlmittelraum (15), insbesondere in den Kühlkanal und/oder Kühlmittelverteilterraum und/oder Kühlmittelsammlerraum hineinragende hineinragen, und dem Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) ein Ringspalt (27) vorgesehen ist, der Teil Kühlmittelraums (15) ist.

30. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wärmeübertragungskörper (11a, 11b) ausschließlich durch axiale Pressung arretiert ist.

1/2

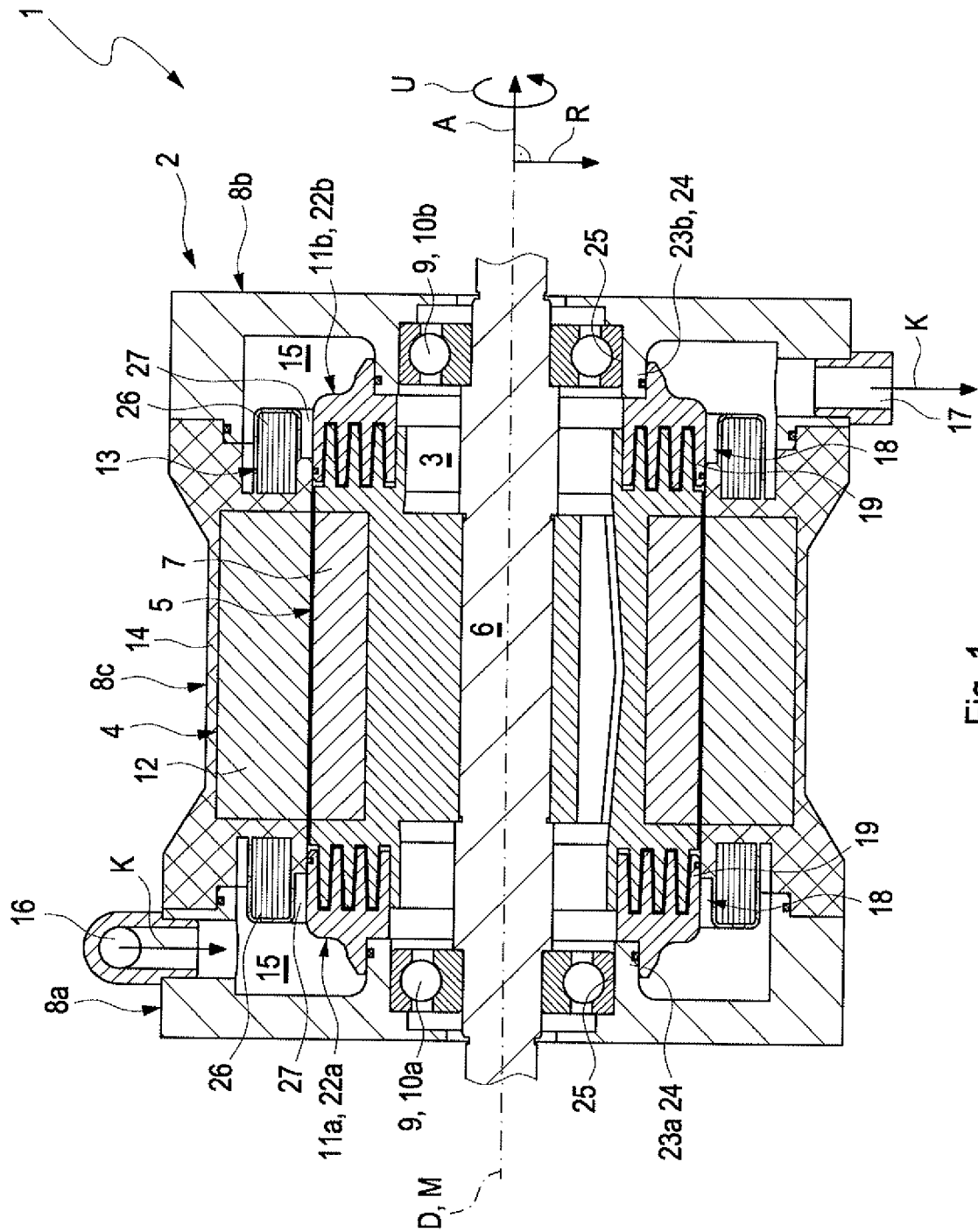


Fig. 1

2/2

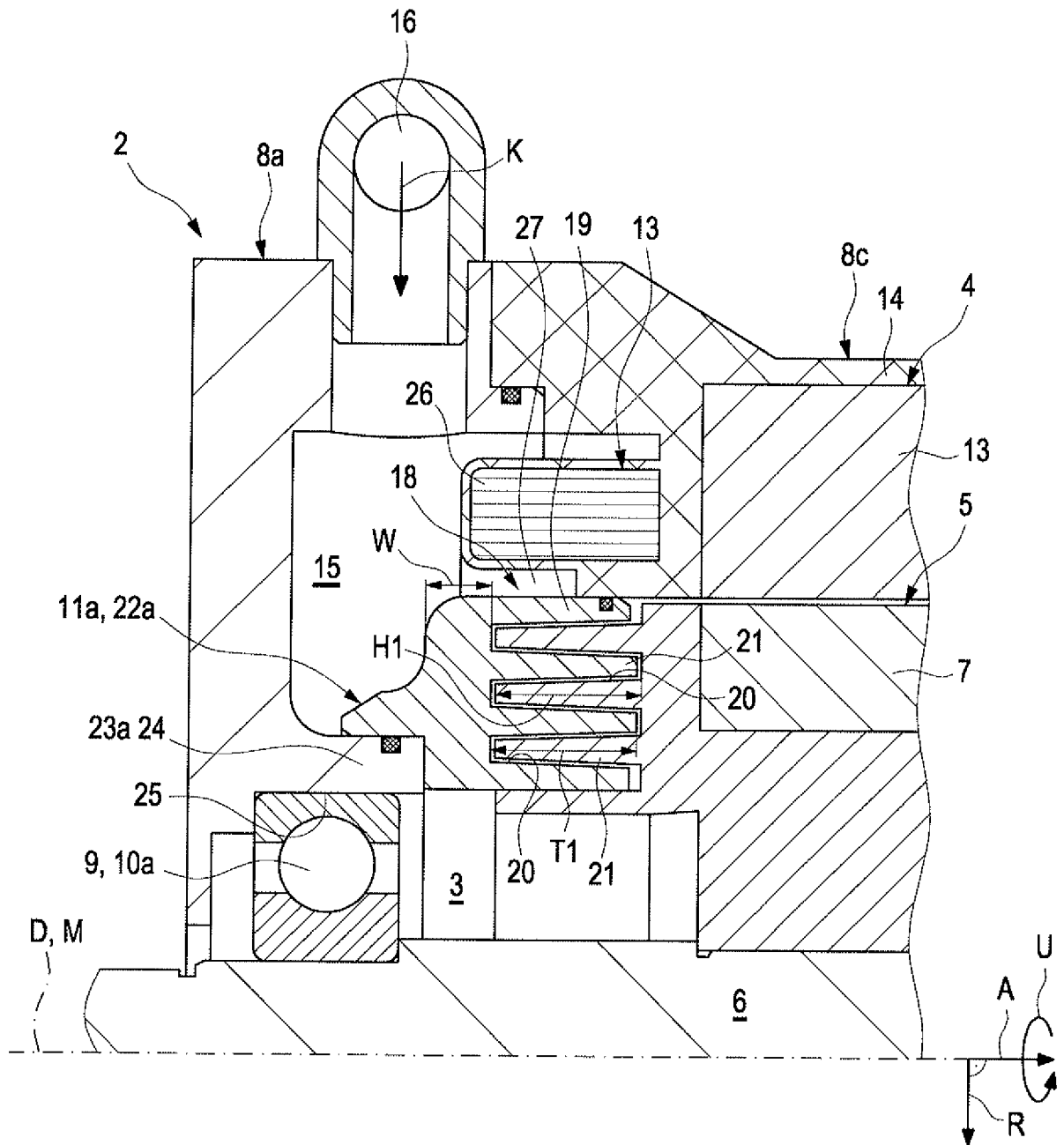


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/069903**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H02K 9/19**(2006.01)i; **H02K 9/22**(2006.01)i; **H02K 5/173**(2006.01)n; **H02K 5/18**(2006.01)n; **H02K 5/20**(2006.01)n

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 A	US 5744880 A (KUDOH MITSUO [JP] ET AL) 28 April 1998 (1998-04-28) column 1, lines 5-9; figures 1, 4, 13 column 8, lines 29-34 column 14, lines 44-61	1,4-20,27,28 3,23-26,30
X	US 2011304226 A1 (BRADFIELD MICHAEL D [US]) 15 December 2011 (2011-12-15) paragraphs [0001], [0021]; figure 1	1,4-6,8-19,27
X	US 2013342052 A1 (TURNBULL PAUL F [US] ET AL) 26 December 2013 (2013-12-26) paragraphs [0024], [0025], [0030]; figures 1, 5, 6	1,2,4-6,8-10,12-19,21,22,27,29
A	CH 545552 A (INDUR ANTRIEBSTECHNIK AG) 31 January 1974 (1974-01-31) figure 1	1
A	EP 1193837 A2 (HITACHI LTD [JP]) 03 April 2002 (2002-04-03) figure 1	1



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

02 September 2019

Date of mailing of the international search report

10 September 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Van de Maele, Wim

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/069903

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	5744880	A	28 April 1998	JP	H099561	A	10 January 1997
				JP	3300200	B2	08 July 2002
				KR	970004232	A	29 January 1997
				TW	357479	B	01 May 1999
				US	5744880	A	28 April 1998
US	2011304226	A1	15 December 2011	US	2011304226	A1	15 December 2011
				WO	2011159575	A2	22 December 2011
US	2013342052	A1	26 December 2013	CN	103516071	A	15 January 2014
				DE	102013211361	A1	24 December 2013
				US	2013342052	A1	26 December 2013
CH	545552	A	31 January 1974	CH	545552	A	31 January 1974
				DE	2312334	A1	26 September 1974
EP	1193837	A2	03 April 2002	DE	60110009	T2	09 March 2006
				EP	1193837	A2	03 April 2002
				JP	3675322	B2	27 July 2005
				JP	2002095217	A	29 March 2002
				US	2002047343	A1	25 April 2002

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02K9/19 H02K9/22
 ADD. H02K5/173 H02K5/18 H02K5/20

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 A	US 5 744 880 A (KUDOH MITSUO [JP] ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) Spalte 1, Zeilen 5-9; Abbildungen 1, 4, 13 Spalte 8, Zeilen 29-34 Spalte 14, Zeilen 44-61	1,4-20, 27,28 3,23-26, 30
X	US 2011/304226 A1 (BRADFIELD MICHAEL D [US]) 15. Dezember 2011 (2011-12-15) Absätze [0001], [0021]; Abbildung 1	1,4-6, 8-19,27
X	US 2013/342052 A1 (TURNBULL PAUL F [US] ET AL) 26. Dezember 2013 (2013-12-26) Absätze [0024], [0025], [0030]; Abbildungen 1, 5, 6	1,2,4-6, 8-10, 12-19, 21,22, 27,29
	----- -/-	

☒ 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

2. September 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

10/09/2019

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

Van de Maele, Wim

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	CH 545 552 A (INDUR ANTRIEBSTECHNIK AG) 31. Januar 1974 (1974-01-31) Abbildung 1 -----	1
A	EP 1 193 837 A2 (HITACHI LTD [JP]) 3. April 2002 (2002-04-03) Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/069903

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5744880	A	28-04-1998	JP	H099561 A	10-01-1997
			JP	3300200 B2	08-07-2002
			KR	970004232 A	29-01-1997
			TW	357479 B	01-05-1999
			US	5744880 A	28-04-1998

US 2011304226	A1	15-12-2011	US	2011304226 A1	15-12-2011
			WO	2011159575 A2	22-12-2011

US 2013342052	A1	26-12-2013	CN	103516071 A	15-01-2014
			DE	102013211361 A1	24-12-2013
			US	2013342052 A1	26-12-2013

CH 545552	A	31-01-1974	CH	545552 A	31-01-1974
			DE	2312334 A1	26-09-1974

EP 1193837	A2	03-04-2002	DE	60110009 T2	09-03-2006
			EP	1193837 A2	03-04-2002
			JP	3675322 B2	27-07-2005
			JP	2002095217 A	29-03-2002
			US	2002047343 A1	25-04-2002
