

(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
14. Mai 2020 (14.05.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/094513 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 9/193 (2006.01) H02K 5/173 (2006.01)

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.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/079925

(22) Internationales Anmeldedatum:

31. Oktober 2019 (31.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 218 815.7

05. November 2018 (05.11.2018) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **HACKLBERGER, Michael**; Scharrergasse 7,
94127 Neuburg am Inn (DE). **KORNEXL, Sebastian**;
Burgstallstraße 8, 94110 Wegscheid (DE). **GEIER, Man-
fred**; Trasham 4, 94161 Ruderting (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, 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, SA,

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ELECTRIC MACHINE HAVING A FLUID COOLING DEVICE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE MIT EINER FLUID-KÜHLEINRICHTUNG

(57) Abstract: The invention describes an electric machine (1) with a stator (4), a rotor (7), and with a fluid cooling device (15). The rotor (7) is mounted with respect to the stator (4) by means of a rotor shaft (10) and a bearing (13) which is arranged on a bearing plate (11). The fluid cooling device (15) has a cooling pipe (16) which is fixed on a carrier element (17), is connected fluidically to a fluid inlet (18) and a fluid outlet (19), and which extends within a recess (10a) of the rotor shaft (10) and with the configuration of an annular chamber (10b). A sealing region (20) with a sealing element (21) is provided between the rotor shaft (10) and the carrier element (17), which sealing element (21) substantially prevents an entry of fluid into a spatial region (22) of the electric machine (1), which spatial region (22) lies outside the sealing region (20). It is provided here that, in order to mount the rotor (7), there is a second bearing (14) between the rotor shaft (10) and a second bearing plate (12), which second bearing (14) is spaced apart axially from the first bearing (13), wherein the rotor laminated core (8) extends in a space between the first and the second bearing (13, 14), and wherein the recess (10a) within the rotor shaft (10) extends axially at least as far as the second bearing (14).

(57) Zusammenfassung: Es wird eine elektrische Maschine (1) mit einem Stator (4), einem Rotor (7) und mit einer Fluid-Kühleinrichtung (15) beschrieben. Der Rotor (7) ist mittels einer Rotorwelle (10) und eines an einem Lagerschild (11) angeordneten Lagers (13) zu dem Stator (4) gelagert. Die Fluid-Kühleinrichtung (15) weist ein Kühlrohr (16) auf, welches an einem Trägerelement (17) festgelegt ist, mit einem Fluideingang (18) und einem Fluidausgang (19) in Fluidverbindung steht und welches sich innerhalb einer Ausnehmung (10a) der Rotorwelle (10) und unter Ausbildung eines Ringraumes (10b) erstreckt. Zwischen der Rotorwelle (10) und dem Trägerelement (17) ist ein Dichtbereich (20) mit einem Dichtelement (21) vorgesehen, welches einen Fluidübertritt in einen außerhalb des Dichtbereichs (20) liegenden Raumbereich (22) der elektrischen Maschine (1) im Wesentlichen verhindert. Es ist dabei vorgesehen, dass zur Lagerung des Rotors (7) ein von dem ersten Lager (13) axial beabstandetes zweites Lager (14) zwischen der Rotorwelle (10) und einem zweiten Lagerschild (12) vorhanden ist, wobei sich das Rotorblechpaket (8) in einem Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Lager (13, 14) erstreckt und wobei sich die Ausnehmung (10a) innerhalb der Rotorwelle (10) axial zumindest bis zu dem zweiten Lager (14) erstreckt.

WO 2020/094513 A1

Elektrische Maschine mit einer Fluid-Kühleinrichtung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einer Fluid-Kühleinrichtung nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1, wie diese bereits mit der WO 2016/050534 A1 bekannt geworden ist. Zur Kühlung des Rotors der dort beschriebenen elektrischen Maschine ist in eine abschnittsweise als Hohlwelle ausgeführte Rotorwelle axial ein Kühlrohr eingeführt, durch welches ein Kühlfluid in einem zwischen diesem und der Rotorwelle vorhandenen Ringraum einströmen und eine Verlustwärme des Rotors aufnehmen kann. Das Kühlmittel kann dabei auf derselben Stirnseite der elektrischen Maschine ein- und ausströmen, wodurch lediglich ein Dichtelement zwischen dem drehenden Rotor und den dazu feststehenden Elementen der Maschine erforderlich ist.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, eine solche gattungsgemäße elektrische Maschine mit einer Fluid-Kühleinrichtung weiter zu verbessern.

Die vorstehend genannte Aufgabe wird durch eine elektrische Maschine mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Figurenbeschreibung entnehmbar.

Es wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung eine elektrische Maschine mit einer Fluid-Kühleinrichtung vorgeschlagen, welche zunächst einen Stator mit einem Statorblechpaket und mit einer Statorwicklung und einen Rotor mit einem Rotorblechpaket umfasst, welcher mittels einer Rotorwelle und einem an einem ersten Lagerschild angeordneten ersten Lager um eine Achse drehbar zu dem Stator gelagert ist. Die Fluid-Kühleinrichtung weist ein Kühlrohr auf, welches an einem statorfesten Trägerelement der elektrischen Maschine festgelegt ist und welches mit einem Fluideingang in Verbindung steht und welches sich axial innerhalb einer zentralen Ausnehmung der Rotorwelle und unter Ausbildung eines Ringraumes zu der Rotorwelle erstreckt. Dabei steht das Kühlrohr gleichzeitig mit dem Ringraum und mit einem Fluidausgang in Fluidverbindung. Weiter ist zwischen der Rotorwelle und dem

Trägerelement ein Dichtbereich mit einem Dichtelement vorgesehen, welches beim Durchströmen eines Kühlfluids vom Fluideingang zum Fluidausgang einen Fluidübertritt in einen außerhalb des Dichtbereichs liegenden Raumbereich der elektrischen Maschine zumindest im Wesentlichen verhindert.

Gemäß der Erfindung ist bei der elektrischen Maschine vorgesehen, dass zur Lagerung des Rotors ein von dem ersten Lager axial beabstandetes zweites Lager zwischen der Rotorwelle und einem zweiten Lagerschild vorgesehen ist, wobei sich das Rotorblechpaket in einem Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Lager erstreckt und wobei sich die zentrale Ausnehmung innerhalb der Rotorwelle axial zumindest bis zu dem zweiten Lager erstreckt.

Durch die vorgeschlagene Ausbildung der Fluid-Kühleinrichtung kann die Lageranordnung der elektrischen Maschine mit dem ersten und dem zweiten Lager vollständig durch das innerhalb der Rotorwelle zirkulierende Kühlfluid gekühlt werden. Die beim Betrieb der elektrischen Maschine an diesen Lagerstellen erzeugte Verlustwärme kann unmittelbar durch Wärmeleitung über den jeweils radial inneren Lagerring auf die Rotorwelle und von dieser innerhalb der zentralen Ausnehmung an das strömende Kühlfluid abgegeben werden. Bevorzugt kann sich die zentrale Ausnehmung durch das zweite Lager hindurch erstrecken, so dass damit ein dem Rotor axial abgewandter Abschnitt der Rotorwelle und der elektrischen Maschine besser gekühlt werden kann.

Der Wärmeaustausch kann verbessert werden, indem sich das Kühlrohr innerhalb der Rotorwelle axial zumindest bis zu dem zweiten Lager und bei Bedarf auch noch darüber hinaus erstreckt. Der das zweite Lager tragende Bereich der Rotorwelle wird somit gleichfalls laminar von dem Kühlfluid angeströmt. Dieser Bereich befindet sich somit außerhalb eines Bereichs mit einer turbulenten Strömung, wie diese im axialen Endbereich der zentralen Ausnehmung, also am Umkehrpunkt der Fluidströmung in der Rotorwelle auftreten kann. In einem solchen Bereich kann der Wärmeaustausch zwischen Kühlfluid und Rotorwelle gegenüber dem vorgenannten Bereich reduziert sein.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung kann ein Innendurchmesser der Rotorwelle im Bereich einer axialen Erstreckung des Rotorblechpakets und im Bereich des zweiten Lagers größer sein als im Bereich des ersten Lagers. Durch die Vergrößerung der Innenumfangsfläche der Rotorwelle kann bei einem angepassten Volumenstrom des Kühlfluids ein entsprechend erhöhter Wärmestrom erzeugt werden. Das heißt, die elektrische Maschine kann auf einer niedrigeren Betriebstemperatur arbeiten und vor einer übermäßigen Erhitzung geschützt werden. Andererseits ist dadurch gleichfalls eine erhöhte Dauerleistung möglich.

Optional kann die Rotorwelle einen sich axial über das zweite Lager hinausragenden Wellenabschnitt mit einem Abtriebsselement aufweisen, wobei sich die zentrale Ausnehmung der Rotorwelle axial bis in den Bereich des Abtriebselements erstreckt und von dem Kühlfluid durchströmt wird. Das Kühlrohr kann sich zusätzlich gleichfalls axial bis in den genannten Bereich erstrecken. Das Abtriebsselement und damit in Wärmeaustausch stehende weitere Elemente und/oder ein außerhalb der Rotorwelle befindliches Schmier- oder Kühlmittel können somit ebenfalls in den Wirkungsbereich der Fluid-Einrichtung gelangen und gekühlt werden. Beispielsweise kann das Abtriebsselement zu einem Getriebe gehören, so dass die weiteren Elemente des Getriebes gleichfalls eine auftretende Verlustwärme über die Rotorwelle abgeben können.

Gemäß einer noch weiteren Ausgestaltung kann das Abtriebsselement an der Rotorwelle axial zwischen dem zweiten Lager und einem dritten Lager angeordnet sein, wobei sich die zentrale Ausnehmung der Rotorwelle axial bis in den Bereich des dritten Lagers erstreckt und von dem Kühlfluid durchströmt wird. Dabei kann sich auch das Kühlrohr bis zu dem dritten Lager oder noch durch dieses hindurch erstrecken.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand einer in den Figuren dargestellten Ausführungsform beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 eine als Fahrzeugachs Antrieb ausgebildete elektrische Maschine mit einer Fluid-Kühleinrichtung in einer Axialschnittdarstellung;
- Fig. 2 ein vergrößerter Ausschnitt der Fluid-Kühleinrichtung von Fig. 1 im Bereich eines Lagerschildes der elektrischen Maschine;
- Fig. 3 eine perspektivische Darstellung der elektrischen Maschine im Bereich des Lagerschildes von Fig. 3;
- Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines an einem Gehäuse der elektrischen Maschine ausgebildeten Kühlmittelflansches.

Die Figuren zeigen eine elektrische Maschine 1, welche insbesondere zum Antreiben eines Elektro- oder Hybridfahrzeugs vorgesehen und ausgebildet ist. Insbesondere ist die elektrische Maschine 1 zum Einbau in oder an eine Fahrzeugachse vorgesehen und stellt somit in Verbindung mit weiteren Komponenten einen elektrischen Achsantrieb 2 dar. Die elektrische Maschine 1 gibt ihre Leistung somit an Fahrzeugräder zum Fortbewegen des Fahrzeugs ab. Es werden insofern über die nachfolgend im Detail erläuterte elektrische Maschine 1 hinausgehend ebenso ein elektrischer Fahrzeugantrieb und ein Fahrzeug mit einer solchen elektrischen Maschine 1 beschrieben.

Die elektrische Maschine 1 umfasst einen in einem Gehäuse 3 festgelegten Stator 4 mit einem Statorblechpaket 5 und mit einer Statorwicklung 6 und einen Rotor 7 mit einem Rotorblechpaket 8 und mit einem Kurzschlusskäfig 9. Die elektrische Maschine 1 ist somit als eine Asynchronmaschine ausgebildet. Der Rotor 7 ist mittels einer Rotorwelle 10, einem an einem ersten Lagerschild 11 angeordneten ersten Lager 13 und einem an einem zweiten Lagerschild 12 angeordneten zweiten Lager 14 um eine Achse A drehbar zu dem Stator 4 gelagert. Die Rotorwelle 10 steht mit einem in Fig. 1 links dargestellten Getriebe 36 in Wirkverbindung, welches das Motordrehmoment über weitere, hier zeichnerisch nicht dargestellte Übertragungsorgane an Fahrzeugräder übertragen kann.

Die elektrische Maschine 1 weist eine von einem Kühlfluid durchströmbare Fluid-Kühleinrichtung 15 auf, welche eine aufgenommene Verlustwärme an einen außerhalb der elektrischen Maschine 1 befindlichen Wärmetauscher abgeben kann.

Die Fluid-Kühleinrichtung 15 umfasst ein Kühlrohr 16, welches an einem statorfesten Trägerelement 17, insbesondere an dem ersten Lagerschild 11 festgelegt ist und welches mit einem an dem Lagerschild 11 vorgesehenen Fluideingang 18 in Verbindung steht. Das Kühlrohr 16 ist dabei axial lediglich einseitig durch das Lagerschild 11 gelagert und erstreckt sich mit dessen größten Teilabschnitt in axialer Richtung frei innerhalb einer zentralen Ausnehmung 10a der Rotorwelle 10 und bildet zu der Rotorwelle 10 einen Ringraum 10b aus. Das Kühlrohr 16 ist axial beidseitig offen und steht somit gleichzeitig mit dem Ringraum 10b und mit einem ebenfalls am ersten Lagerschild 11 vorgesehenen Fluidausgang 19 in Fluidverbindung. Das erste Lagerschild 11 weist zur Ausbildung des Fluideingangs 18 eine zentrale erste Durchgangsöffnung 11a und zur Ausbildung des Fluidausgangs 19 eine radial zu der ersten Durchgangsöffnung angeordnete zweite Durchgangsöffnung 11b auf. Beide Durchgangsöffnungen 11a, b treten somit an einer dem Rotor 7 abgewandten stirnseitigen Montagefläche 11c aus dem Lagerschild 11 aus.

Zwischen der Rotorwelle 10 und dem als Trägerelement 17 fungierenden Lagerschild 11 ist ein Dichtbereich 20 mit einem Dichtelement 21 vorgesehen. Das Dichtelement 21 hat die Aufgabe, beim Durchströmen des Kühlfluids vom Fluideingang 18 zum Fluidausgang 19 einen Fluidübertritt in einen außerhalb des Dichtbereichs 20 liegenden Raumbereich 22 der elektrischen Maschine 1 zumindest im Wesentlichen zu verhindern.

Das Dichtelement 21 ist vorliegend als eine axiale Gleitringdichtung 23 ausgebildet ist. Die Gleitringdichtung 23 umfasst einen ersten Abschnitt 23a, welcher an dem Trägerelement 17 festgelegt ist und umfasst weiter einen zweiten Abschnitt 23b, welcher an der Rotorwelle 10 festgelegt ist und welcher mit dem ersten Abschnitt 23a in Dichtverbindung steht. Dabei ist der zweite Abschnitt 23b der Gleitringdichtung 23 zumindest teilweise axial überlappend zu dem ersten Lager 13 angeordnet.

Weiterhin weist das erste Lager 13 sowohl an der der Gleitringdichtung 23 zugewandten Axialseite als auch an der dem Rotorblechpaket 8 zugewandten Axialseite eine zwischen einem radial inneren Lagerring 13a und einem radial äußeren Lagering 13b wirkende Dichtungsanordnung 13c mit zwei Dichtscheiben 13d, e auf. Der Lagerinnenraum 13f ist weiter mittels eines Hochdrehzahl-Fetts gegenüber einem Eindringen von Kühlfluid abgedichtet ist. Dadurch wird einerseits das Lager 13 geschmiert und andererseits wird durch die geschaffene Fett-Barriere ein Eindringen von Fluid in den inneren Raumbereich 22 der elektrischen Maschine 1 vermieden.

Zu einer merklichen Vergrößerung der fluidgeköhlten Innenumfangsfläche der Rotorwelle 10 und damit zum Zwecke einer weiteren Verbesserung der Kühlwirkung kann ein Innendurchmesser 10c der Rotorwelle 10 bzw. der dort vorhandenen zentralen Ausnehmung 10a im Bereich einer axialen Erstreckung des Rotorblechpakets 8 größer ausgebildet sein als im Bereich des ersten Lagers 13.

Wie erkennbar, ist die Rotorwelle 10 als eine Hohlwelle ausgebildet und an der dem Fluideingang 18 abgewandten Axialseite fluiddicht durch einen Verschluss 24 verschlossen. Die Fluidströmung erfährt durch die koaxiale Anordnung von Rotorwelle 10 und Kühlrohr 16 eine Richtungsumkehr entgegen der Einströmrichtung und kann auf der Axialseite des Fluideingangs 18 wieder ausströmen, wozu lediglich auf dieser Seite eine Dichtungsanordnung in Form des Dichtelements 21 erforderlich ist.

Von dem ersten Lagerschild 11 sind somit das Kühlrohr 16, das erste Lager 13 und der statorfeste Abschnitt 23a des Dichtelements 23 aufgenommen. Das erste Lagerschild 11 nimmt zudem ein mit der Rotorwelle 10 zusammenwirkendes elektrisches Potenzialausgleichselement 25 auf. Vorliegend ist als Potenzialausgleichselement 25 eine Schleifringanordnung 26 vorgesehen, welche als Wellenspannungen auftretende Potenzialunterschiede zwischen dem Stator 4 und dem Rotor 7 durch elektrischen Kurzschluss abbaut. Das Potenzialausgleichselement 25 ist axial benachbart zu dem ersten Lager 13 angeordnet, insbesondere axial zwischen dem Lager 13 und dem Rotorblechpaket 8.

Das Kühlrohr 16 ist an einem am Lagerschild 11 bzw. allgemein am Trägerelement 17 vorgesehenen Befestigungsbereich 11f festgelegt. Insbesondere ist das Kühlrohr 16 mittels einer Presspassung in einen von einem Grundkörper 11d des Lagerschilds 11 abstehenden Axialfortsatz 11e angeordnet, welcher den Befestigungsbereich 11f ausbildet. Es ist in den Figuren erkennbar, dass sich der Befestigungsbereich 11f axial teilweise mit dem statorfesten Abschnitt 23a des Dichtelements 21 bzw. der Gleitringdichtung 23 überdeckt.

Zurückkommend zu der Montagefläche 11c ist dort ein Deckelement 27 aus einem Kunststoff mit einer Steganordnung 27a fluiddicht angeordnet. Dabei sind durch die Steganordnung 27a zwischen dem Lagerschild 11 und dem Deckelement 27 und/oder in dem Deckelement 27 ein Fluidzulaufkanal 28 und ein Fluidablaufkanal 29 ausgebildet.

Das Gehäuse 3 der elektrischen Maschine 1 ist als Gußteil aus einem Leichtmetallwerkstoff, vorliegend aus einem Aluminiumwerkstoff ausgebildet. Das Gehäuse 3 bildet gleichzeitig einen den Stator 4 außen umgebenden Fluid-Kühlmantel 30 mit einer Fluidkanalanordnung 31 aus. Das Gehäuse 3 weist auf der dem ersten Lagerschild 11 zugewandten Seite einen damit integral ausgebildeten Kühlmittelflansch 32 mit zwei Fluid-Kanalabschnitten 32a, b auf, welche mit dem Fluidzulaufkanal 28 und dem Fluidablaufkanal 29 des Deckelements 27 in Fluidverbindung stehen. Der Fluid-Kanalabschnitt 32a bildet dabei einen externen Kühlmittelanschluss 40 aus. Ein weiterer, hier zeichnerisch nicht dargestellter externer Kühlmittelanschluss kann beispielsweise an einer anderen Position des Statorkühlmantels oder an einer Leistungselektronik zum Ansteuern der elektrischen Maschine 1 angeordnet sein, welche mit deren Gehäuse und mit deren Kühlkreislauf mit der elektrischen Maschine 1 und mit der dort ausgebildeten Fluid-Kühleinrichtung 15 verbunden ist. Der weitere Fluid-Kanalabschnitt 32b bildet hingegen einen Verbindungskanal zu dem Fluid-Kühlmantel 30 des Stators 4 aus. Die Fluid-Kühleinrichtung 15 kann somit einen Kühlabschnitt 15a zur Kühlung des Rotors 7 und einen Kühlabschnitt 15b zur Kühlung des Stators 4 aufweisen, welche nacheinander von dem Kühlfluid durchflossen

werden und wobei eine zwischen diesen vorgesehene Fluidverbindung als ein fester, schlauchloser Verbindungskanal 32b ausgebildet ist.

Außerhalb des Dichtelements 21, also an der dem strömenden Kühlfluid abgewandten Seite der Gleitringdichtung 23 ist ein Leckageraum 33 mit einem Fluid-Sammelbereich 34 vorgesehen, in welchen ein durch den Dichtbereich 20 hindurchtretender Anteil des Kühlfluids eintreten und gesammelt werden kann. Der Leckageraum 33 weist weiterhin einen Gas-Sammelbereich 35 auf, welcher in einer Betriebslage der elektrischen Maschine 1 gegenüber dem Fluid-Sammelbereich 34 geodätisch höher angeordnet ist. Bei Verwendung eines Kühlfluids mit stofflich zumindest einer flüchtigen Komponente kann diese über die Gleitringdichtung 23 entweichen und sich in dem Gas-Sammelbereich 35 sammeln.

Sofern das Kühlfluid beim Entweichen der flüchtigen Komponente eine feststoffförmige Komponente ausscheidet, so wird diese gleichfalls von dem Fluid-Sammelbereich 34 aufgenommen. Zur Entnahme des feststoffförmigen Bestandteiles ist an dem Fluid-Sammelbereich 34 eine verschließbare Eingriffsöffnung 34a mit einem abnehmbaren Verschlussdeckel 34b vorgesehen.

Zur Entfernung eines in dem Fluid-Sammelbereich 34 vorhandenen Kühlfluids ist an diesem eine verschließbare Fluid-Ablassöffnung 34c mit einem Ablasselement 34d, insbesondere einer Ablassschraube oder einem Ablassstopfen vorgesehen. Die Fluid-Ablassöffnung 34c ist in einer Betriebslage der elektrischen Maschine 1 im Wesentlichen geodätisch nach unten ausgerichtet und gegenüber einer Gas-Ablassöffnung 35a des Gas-Sammelbereichs 35 geodätisch tiefer angeordnet. Zur leichten Entnahme von feststoffförmigen Bestandteilen ist die Eingriffsöffnung des Verschlussdeckels 34b mit einem größeren Querschnitt als die Fluid-Ablassöffnung 35a ausgebildet.

Die Fluid-Ablassöffnung 34c ist zumindest näherungsweise auf einer 06Uhr-Position vorgesehen, das heißt etwa zwischen einer 05Uhr- und einer 07Uhr-Position. Die Gas-Ablassöffnung 35a ist demgegenüber zumindest näherungsweise auf einer

12Uhr-Position vorgesehen, das heißt etwa zwischen einer 11Uhr- und einer 01Uhr-Position. Der Fluid-Sammelbereich 34 und der Gas-Sammelbereich 35 sind zumindest näherungsweise auf derselben axialen Position vorgesehen. Des Weiteren kann sich auch die Gleitringdichtung 23 an dieser axialen Position befinden oder sich zumindest axial mit dem Fluid-Sammelbereich 34 und/oder dem Gas-Sammelbereich 35 überlappen.

Die Gas-Ablassöffnung 35a des Gas-Sammelbereichs 35 weist weiterhin ein Druckausgleichselement 41 auf, wodurch wird ein Entweichen von Gasen aus dem Gas-Sammelbereich 35 ermöglicht wird. Das Druckausgleichselement 41 umfasst eine semipermeable Membran, welche zur Ermöglichung eines Druckausgleichs luftdurchlässig, jedoch nicht fluid-durchlässig ist.

Wie bereits vorher angesprochen, ist zur Lagerung des Rotors 7 zusätzlich zu dem ersten Lager 13 axial beabstandet das zweite Lager 14 vorgesehen, welches bei Bedarf ebenso axial ein- oder beidseitig mit Dichtringen und mit einer Schmiermittelfüllung ausgeführt sein kann. Das Lager 14 ist radial zwischen der Rotorwelle 10 und dem zweiten Lagerschild 12 vorgesehen, wobei sich das Rotorblechpaket 8 in einem axialen Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Lager 11, 12 erstreckt. Wie erkennbar, erstreckt sich zum Zwecke einer verbesserten Kühlung die zentrale Ausnehmung 10a innerhalb der Rotorwelle 10 axial durch das zweite Lager 14 hindurch. Das Kühlrohr 16 erstreckt sich innerhalb der Rotorwelle 10 axial gleichfalls über das zweite Lager 12 hinaus. Wie weiter erkennbar, ist der Innendurchmesser der Rotorwelle 10 im Bereich der axialen Erstreckung des Rotorblechpakets 8 und im Bereich des zweiten Lagers 12 größer als im Bereich des ersten Lagers 11.

In dem erläuterten Ausführungsbeispiel weist die Rotorwelle 10 einen sich axial über das zweite Lager 12 hinausragenden und in das Getriebe 36 führenden Wellenabschnitt mit einem als Zahnrad 37 ausgebildeten Abtriebselement 38 auf. Die zentrale Ausnehmung 10a der Rotorwelle 10 erstreckt sich axial bis in den Bereich des Abtriebselements 38 und kann somit ebenso von dem Kühlfluid durchströmt werden. Gemäß einer Modifikation der Anordnung kann sich das Kühlrohr 16 gleichfalls axial

bis in den genannten Bereich erstrecken. Das Abtriebsselement 38 und damit in Wärmeaustausch stehende weitere Elemente und/oder ein außerhalb der Rotorwelle 10 befindliches Schmier- oder Kühlmittel können somit ebenfalls in den Wirkungsbereich der Fluid-Kühleinrichtung 15 gelangen und gekühlt werden.

Wie noch weiter in den Figuren erkennbar, ist das Abtriebsselement 38 an der Rotorwelle 10 axial zwischen dem zweiten Lager 14 und einem dritten Lager 39 angeordnet. Dabei reicht die zentrale Ausnehmung 10a der Rotorwelle 10 axial bis in den Bereich des dritten Lagers 39 heran und wird also bis zu dieser Position von dem Kühlfluid durchströmt. Das dritte Lager 39 befindet sich somit gleichfalls im Wirkungsbereich der vorstehend beschriebenen Fluid-Kühleinrichtung 15.

In der vorstehenden Beschreibung wurden Bezeichnungen von Funktionselementen teilweise mit Bezug auf eine feste Strömungsrichtung gewählt. Bei der erläuterten elektrischen Maschine ist die Strömungsrichtung des Kühlfluids innerhalb der Fluid-Kühleinrichtung grundsätzlich umkehrbar. Die mit Bezug zur Strömungsrichtung bezeichneten Funktionselemente erhalten bei umgekehrter Strömungsrichtung die entsprechend gegenläufige Bedeutung. Das heißt, das beispielweise ein als Fluideingang bezeichneter Abschnitt oder Bereich nunmehr den Fluidausgang bildet usw.

Bezugszeichen

1	elektrische Maschine	15a	Rotorkühlabschnitt
2	Achsantrieb	15b	Statorkühlabschnitt
3	Gehäuse	16	Kühlrohr
4	Stator	17	Trägerelement
5	Statorblechpaket	18	Fluideingang
6	Statorwicklung	19	Fluidausgang
7	Rotor	20	Dichtbereich
8	Rotorblechpaket	21	Dichtelement
9	Kurzschlusskäfig	22	Raubereich
10	Rotorwelle	23	Gleitringdichtung
10a	Ausnehmung	23a	erster Abschnitt
10b	Ringraum	23b	zweiter Abschnitt
10c	Innendurchmesser	24	Verschluss
11	Lagerschild	25	Potenzialausgleichselement
11a	Durchgangsöffnung	26	Schleifringanordnung
11b	Durchgangsöffnung	27	Deckelement
11c	Montagefläche	27a	Steganordnung
11d	Grundkörper	28	Fluidzulaufkanal
11e	Axialfortsatz	29	Fluidablaufkanal
11f	Befestigungsbereich	30	Fluidkühlmantel
12	Lagerschild	31	Fluidkanalanordnung
13	Lager	32	Kühlmittelflansch
13a	innerer Lagerring	32a, b	Fluidkanalabschnitt
13b	äußerer Lagerring	33	Leckageraum
13c	Dichtungsanordnung	34	Fluid-Sammelbereich
13d, e	Dichtscheibe	34a	verschiebbare Eingriffsöffnung
13f	Lagerinnenraum	34b	Verschlussdeckel
14	Lager	34c	Fluid-Ablassöffnung
15	Fluid-Kühleinrichtung	34d	Ablassselement

35	Gas-Sammelbereich	39	Lager
35a	Gas-Ablassöffnung	40	externer Kühlmittelanschluss
36	Getriebe	41	Druckausgleichselement
37	Zahnrad	A	Drehachse
38	Abtriebselement		

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine (1) mit einer Fluid-Kühleinrichtung (15), umfassend
 - einen Stator (4) mit einem Statorblechpaket (5) und mit einer Statorwicklung (6),
 - einen Rotor (7) mit einem Rotorblechpaket (8), welcher mittels einer Rotorwelle (10) und einem an einem ersten Lagerschild (11) angeordneten ersten Lager (13) um eine Achse (A) drehbar zu dem Stator (4) gelagert ist und wobei
 - die Fluid-Kühleinrichtung (15) ein Kühlrohr (16) aufweist, welches an einem statorfesten Trägerelement (17) der elektrischen Maschine (1) festgelegt ist und mit einem Fluideingang (18) in Verbindung steht und welches sich axial innerhalb einer zentralen Ausnehmung (10a) der Rotorwelle (10) und unter Ausbildung eines Ringraumes (10b) zu der Rotorwelle (10) erstreckt, wobei
 - das Kühlrohr (16) mit dem Ringraum (10b) und mit einem Fluidausgang (19) in Fluidverbindung steht und wobei
 - zwischen der Rotorwelle (10) und dem Trägerelement (17) ein Dichtbereich (20) mit einem Dichtelement (21) vorgesehen ist, welches beim Durchströmen eines Kühlfluids vom Fluideingang (18) zum Fluidausgang (19) einen Fluidübertritt in einen außerhalb des Dichtbereichs (20) liegenden Raumbereich (22) der elektrischen Maschine (1) zumindest im Wesentlichen verhindert, dadurch gekennzeichnet, dass
 - zur Lagerung des Rotors (7) ein von dem ersten Lager (13) axial beabstandetes zweites Lager (14) zwischen der Rotorwelle (10) und einem zweiten Lagerschild (12) vorgesehen ist, wobei sich das Rotorblechpaket (8) in einem Raum zwischen dem ersten und dem zweiten Lager (13, 14) erstreckt und wobei
 - sich die Ausnehmung (10a) innerhalb der Rotorwelle (10) axial zumindest bis zu dem zweiten Lager (14) erstreckt.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich das Kühlrohr (16) innerhalb der Rotorwelle (10) axial zumindest bis zu dem zweiten Lager (14) erstreckt.
3. Elektrische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein Innendurchmesser der Rotorwelle (10) im Bereich einer axialen Erstreckung des Rotorblechpakets (8) und im Bereich des zweiten Lagers (14) größer ist als im Bereich des ersten Lagers (13)
4. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorwelle (10) einen sich axial über das zweite Lager (14) hinausragenden Wellenabschnitt mit einem Abtriebsselement (37, 38) aufweist, wobei sich die zentrale Ausnehmung (10a) der Rotorwelle (10) axial bis in den Bereich des Abtriebsselements (37, 38) erstreckt und von dem Kühlfluid durchströmt wird.
5. Elektrische Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Abtriebsselement (37, 38) an der Rotorwelle (10a) axial zwischen dem zweiten Lager (14) und einem dritten Lager (39) angeordnet ist, wobei sich die zentrale Ausnehmung (10a) der Rotorwelle (10) axial bis in den Bereich des dritten Lagers (39) erstreckt und von dem Kühlfluid durchströmt wird.

1/4

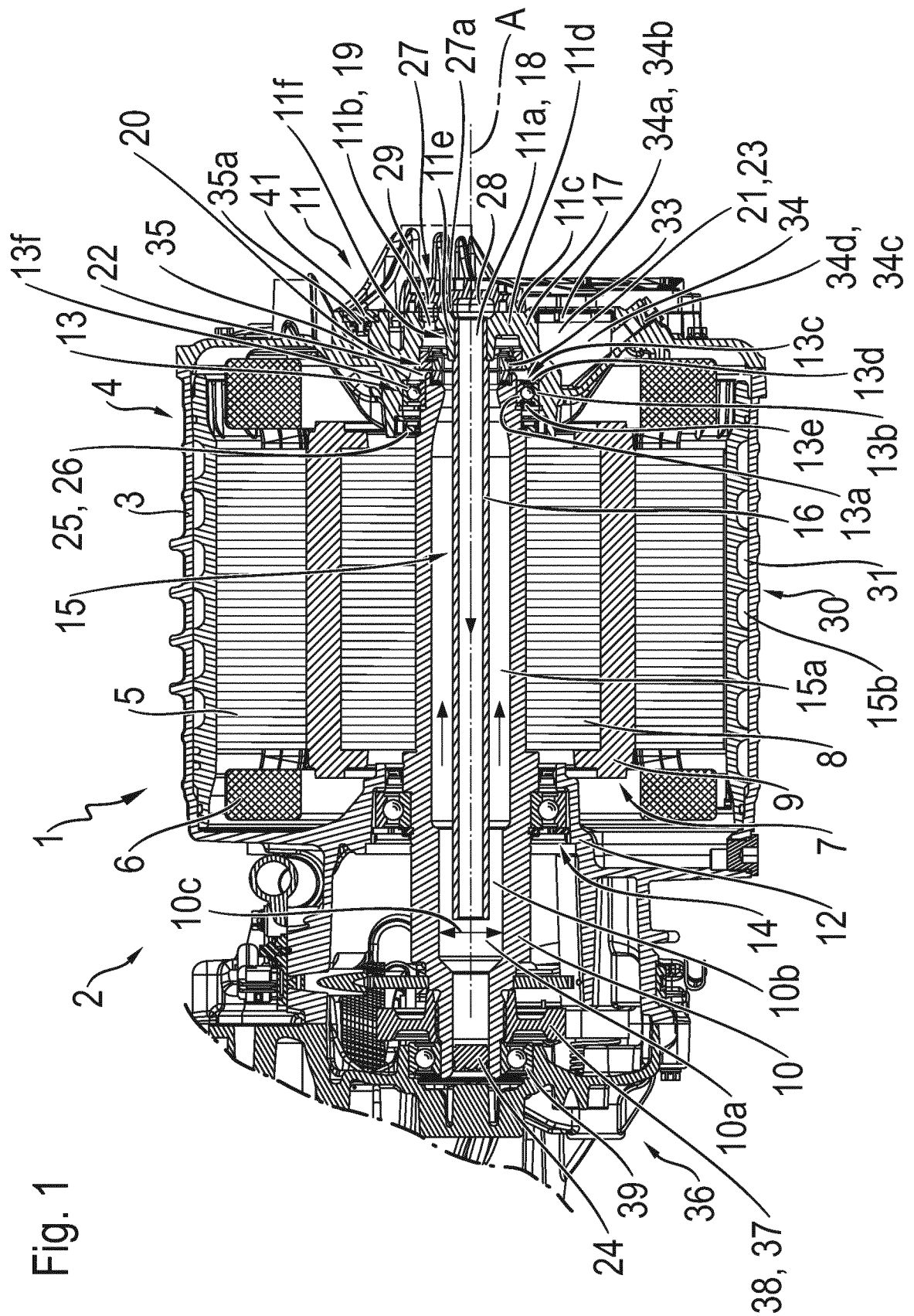
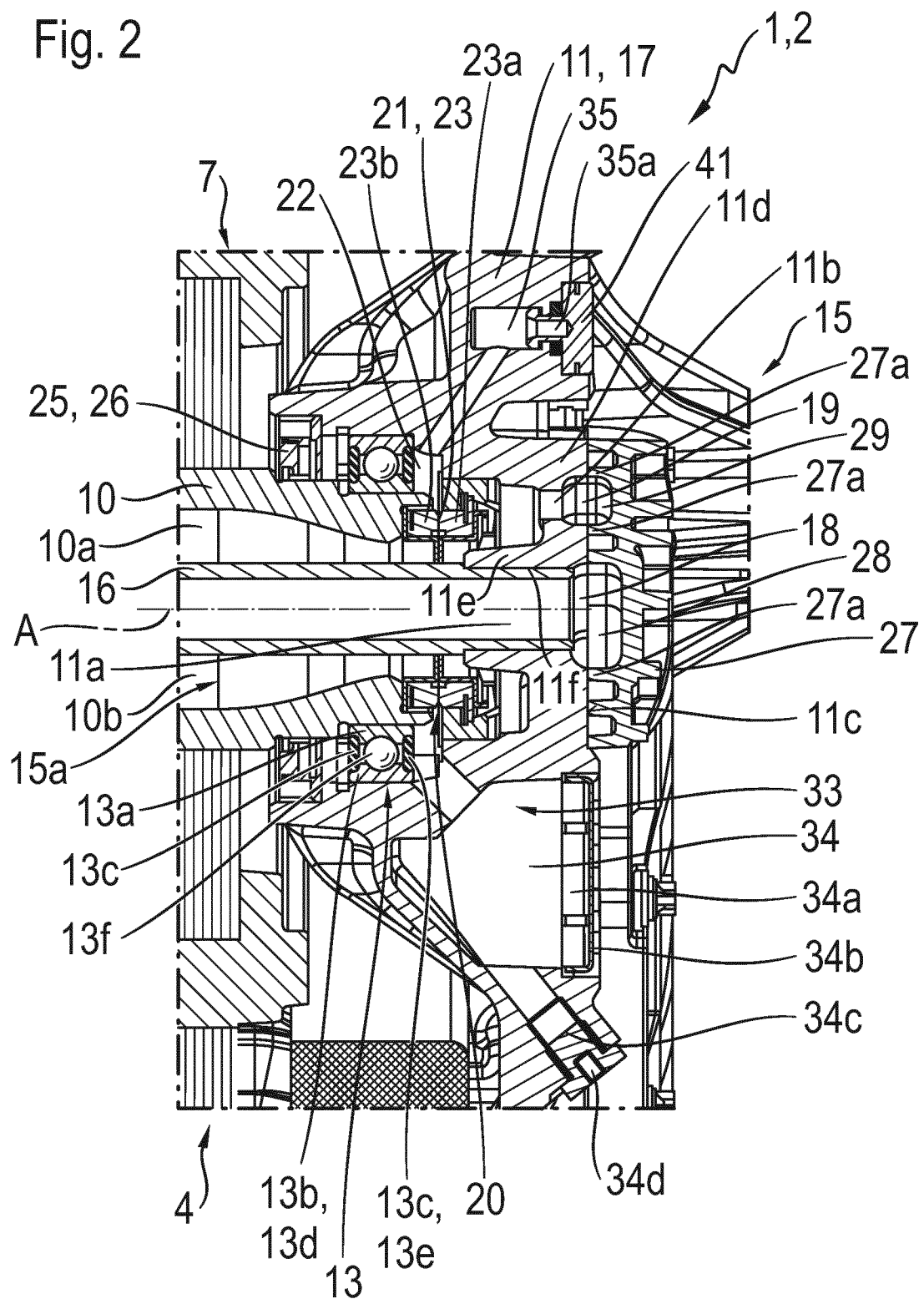


Fig. 2



3/4

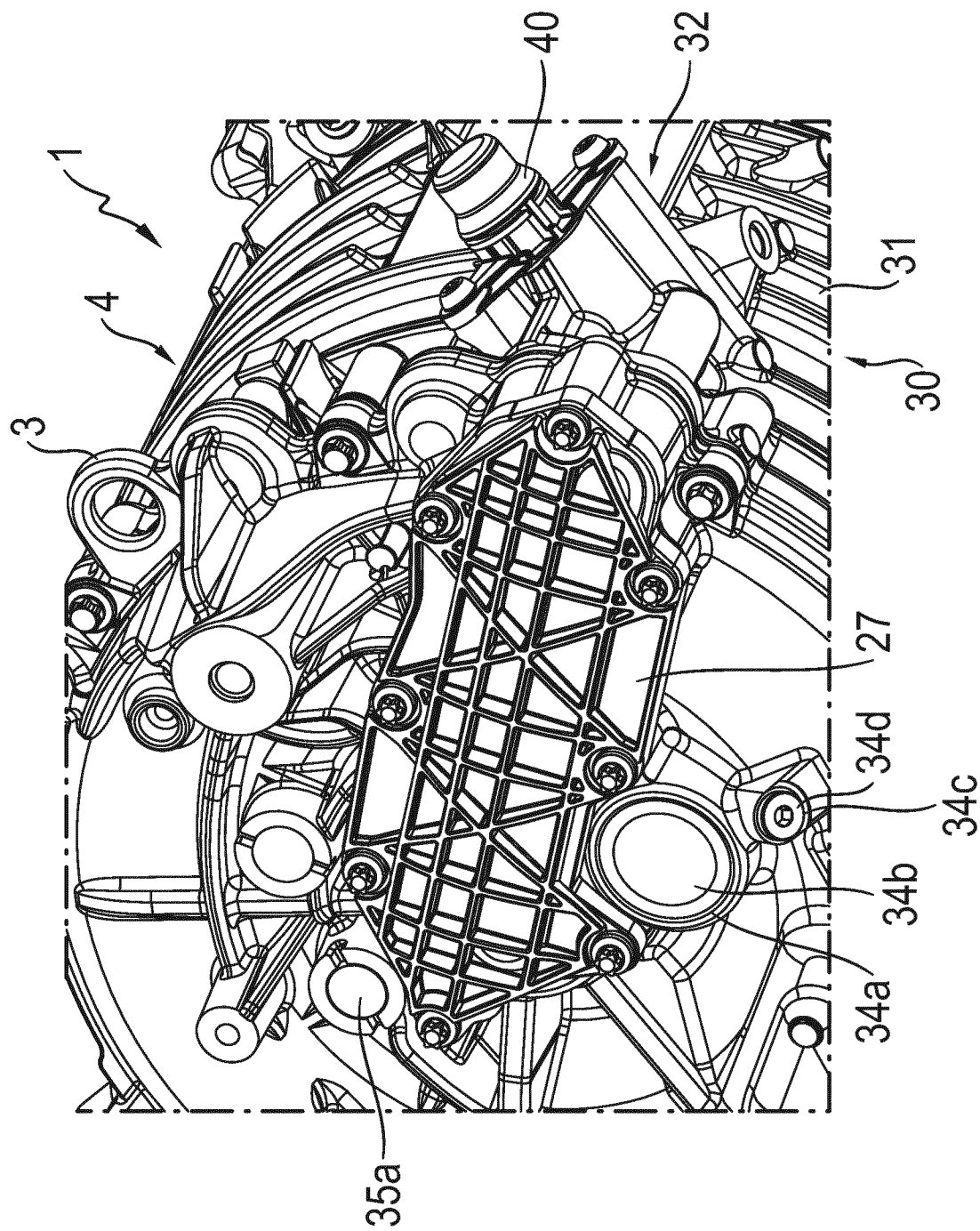
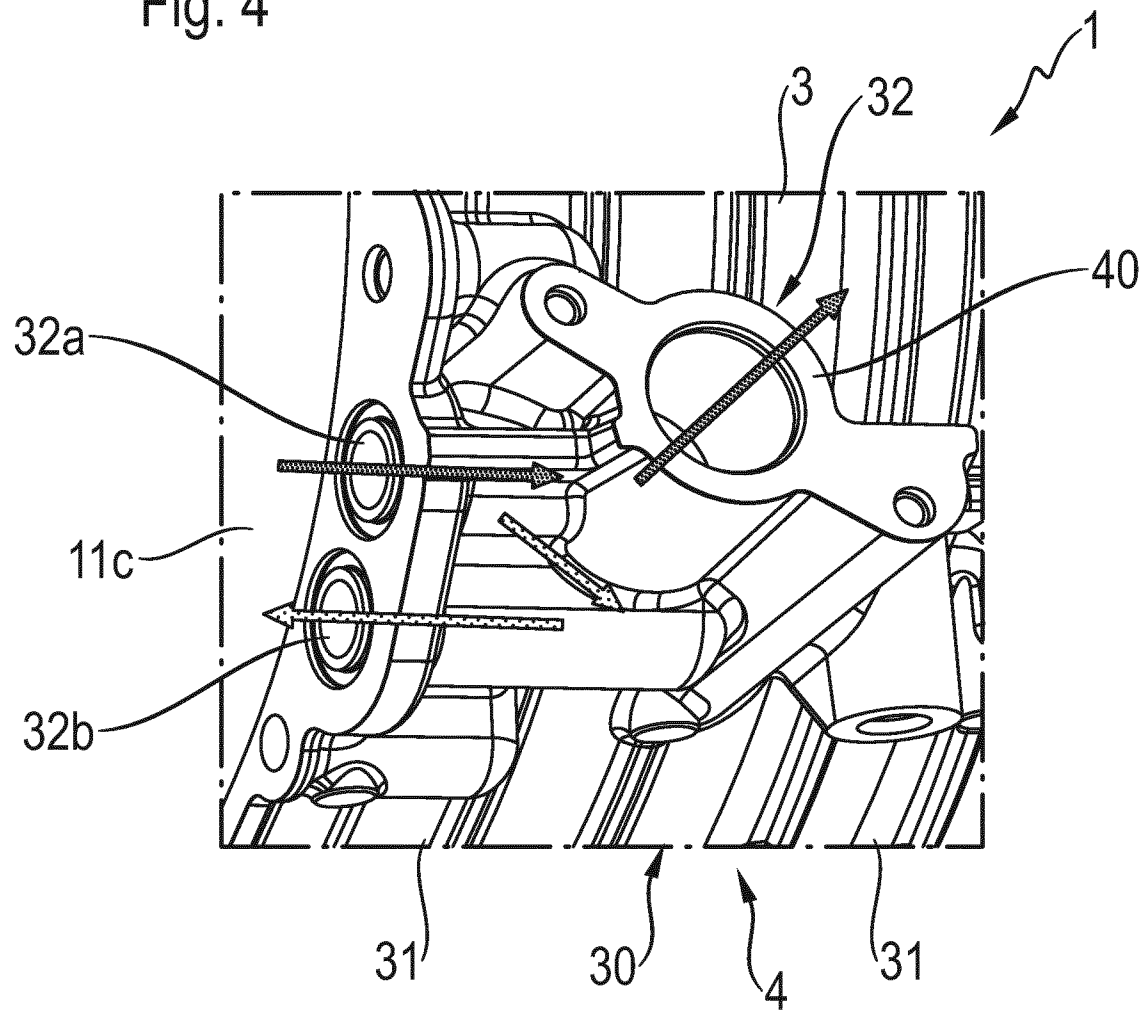


Fig. 3

4/4

Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/079925

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 9/193**(2006.01)i; **H02K 5/173**(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	DE 19913199 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; KLETROVETS JEFF [US]) 12 October 2000 (2000-10-12) paragraphs [0008], [0021] - [0027], [0031] - [0034]; figures 1-3	1-5
X	JP H0946973 A (NIKKISO CO LTD) 14 February 1997 (1997-02-14) abstract; figure 1 paragraphs [0010] - [0013]	1-5
X	CN 206237252 U (NEXTEV LTD) 09 June 2017 (2017-06-09) abstract; figure 1	1-5
A	DE 614536 C (SIEMENS AG) 12 June 1935 (1935-06-12) abstract; figure 1	1-5



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

14 January 2020

Date of mailing of the international search report

22 January 2020

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

Ganchev, Martin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/079925

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	19913199	A1	12 October 2000	NONE	
JP	H0946973	A	14 February 1997	NONE	
CN	206237252	U	09 June 2017	NONE	
DE	614536	C	12 June 1935	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02K9/193

ADD. H02K5/173

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	DE 199 13 199 A1 (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; KLETROVETS JEFF [US]) 12. Oktober 2000 (2000-10-12) Absätze [0008], [0021] - [0027], [0031] - [0034]; Abbildungen 1-3 -----	1-5
X	JP H09 46973 A (NIKKISO CO LTD) 14. Februar 1997 (1997-02-14) Zusammenfassung; Abbildung 1 Absätze [0010] - [0013] -----	1-5
X	CN 206 237 252 U (NEXTEV LTD) 9. Juni 2017 (2017-06-09) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-5
A	DE 614 536 C (SIEMENS AG) 12. Juni 1935 (1935-06-12) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-5



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

14. Januar 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/01/2020

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

Ganchev, Martin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/079925

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19913199	A1	12-10-2000	KEINE
JP H0946973	A	14-02-1997	KEINE
CN 206237252	U	09-06-2017	KEINE
DE 614536	C	12-06-1935	KEINE