

(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
09. Januar 2025 (09.01.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/008220 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 1/20 (2006.01) H02K 3/24 (2006.01)
H02K 9/197 (2006.01) H02K 5/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/067712

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2024 (25.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 117 433.9
03. Juli 2023 (03.07.2023) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

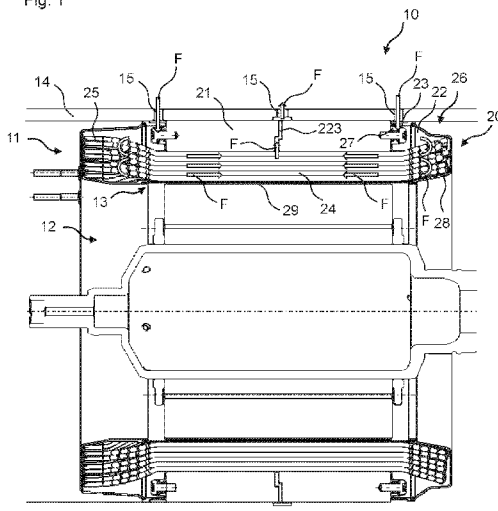
(72) Erfinder: **KRONSTEINER, Jochen**; Wiesenweg 3, 4400
St. Ulrich bei Steyr (AT). **EIDENBOECK, Thomas**; Franz-
Sailer-Straße 3, 4492 Hofkirchen (AT). **WAGNER, Andre-
as**; Ulmenweg 9/1, 4300 St. Valentin (AT).

(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, CV, CZ, DE, DJ,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO,
JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to an electric machine (10), comprising a stator (11) and a fluid conducting device (20), wherein the fluid conducting device (20) is designed to form, together with the stator lamination (21), a flow space (22) for a fluid (F) in such a way that the fluid (F), which can be introduced into the flow space (22) through at least one fluid supply opening (23), can flow around stator windings (24) of the stator (11).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine (10), aufweisend einen Stator (11) und eine Fluidleitungseinrichtung (20), wobei die Fluidleitungseinrichtung (20) eingerichtet ist, zusammen mit dem Statorblech (21) einen Strömungsraum (22) für ein Fluid (F) derart auszubilden, dass Statorwicklungen (24) des Stators (11) von dem durch wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung (23) in den Strömungsraum (22) einbringbaren Fluid (F) umströmbar sind.

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,
SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Elektrische Maschine

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, aufweisend einen Stator und eine Fluidleitungseinrichtung, wobei die Fluidleitungseinrichtung wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung aufweist und eingerichtet ist, zusammen mit einem Statorblech
5 des Stators einen Strömungsraum für ein Fluid derart auszubilden, dass Statorwicklungen des Stators von dem durch wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung in den Strömungsraum einbringbaren Fluid umströmbar sind.

Elektrische Maschinen mit großer Leistungsdichte sind im Betrieb einer hohen thermischen Belastung ausgesetzt. Um die Temperaturen der Bauteile ausreichend zu
10 senken, kann daher eine direkte Flüssigkühlung eingesetzt werden. Dabei können verschiedene Elemente, wie etwa ein Rotorkern, ein Statorkern, Magnete und/ oder Wicklungen durch direkten Kontakt mit einem geeigneten Kühlmittel gekühlt werden. Zu diesem Zweck eignen sich beispielsweise verschiedene Öle.

Unabhängig von der spezifischen Bauform einer elektrischen Maschine sind Stator
15 und Rotor üblicherweise konzentrisch angeordnet, wobei zwischen Rotor und Stator ein Luftspalt besteht. Wenn nun zur Kühlung eine direkte Flüssigkühlung verwendet wird, dann kann das flüssige Kühlmittel auch in den schmalen Spalt zwischen Rotor und Stator eindringen. Die entstehenden Reibungsverluste bei der Rotation des Rotors können dann zu Leistungsverlusten führen.

20 Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Kühlung für einen Stator bzw. ein Statorblech einer elektrischen Maschine zu verbessern. Insbesondere soll eine Führung für ein Fluid bzw. ein Kühlmedium verbessert werden, um einen verbesserten Wärmeübergang zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine elektrische Maschine mit den Merkmalen von
25 Anspruch 1. Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

- 2 -

Gemäß einem ersten Aspekt wird eine elektrische Maschine angegeben, aufweisend einen Stator und eine Fluidleitungseinrichtung, wobei die Fluidleitungseinrichtung wenigstens eine axial beabstandet zu einem Statorblech des Stators angeordnete Fluidzuführungsöffnung aufweist und eingerichtet ist, zusammen mit einem

5 Statorblech des Stators einen Strömungsraum für ein Fluid derart auszubilden, dass Statorwicklungen des Stators von dem durch die wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung in den Strömungsraum einbringbaren Fluid umströmbar sind.

Die Statorwicklungen sind dabei typischerweise um Zähne des Statorblechs gewickelt und können in Form einer konzentrierten Wicklung oder einer verteilten Wick-

10 lung vorgesehen sein. An den Stirnseiten des Statorblechs bilden die Statorwicklungen Wicklungsköpfe aus, die insbesondere außerhalb des Statorblechpakets angeordnet sind. Dadurch, dass das Fluid axial beabstandet zu dem Statorblech, also in einem Bereich von Wicklungsköpfen der Statorwicklungen, in den Strömungsraum eingebracht wird bzw. werden kann, können die Wicklungsköpfe mit

15 frischem Fluid umströmt werden, wodurch eine Wärmeübertragung zwischen den Wicklungsköpfen und dem Fluid begünstigt werden kann. Zudem ist eine insbesondere kontinuierliche Durchmischung des in dem Strömungsraum vorhandenen Fluids insbesondere im Bereich der Wicklungsköpfe ermöglicht, wodurch wiederum ein Wärmeabtransport gefördert werden kann.

20 Eine elektrische Maschine kann beispielsweise als elektrische Traktionsmaschine für ein elektrisch betreibbares Kraftfahrzeug eingesetzt werden. Die elektrische Maschine ist insbesondere als eine stromerregte Asynchronmaschine (ASM), eine Synchronmaschine (SSM) oder eine permanenterregte Synchronmaschine (PSM) ausgebildet. Die elektrische Maschine weist einen ortsfest gelagerten Stator mit einem Statorblech sowie einen bezüglich des Stators beweglich, insbesondere dreh-

25 bar, gelagerten Rotor auf. Das Statorblech ist insbesondere durch ein Statorblechpaket aus axial gestapelten Blechlamellen ausgebildet. Zudem weist das Statorblech wenigstens eine elektrisch leitfähige Wicklung bzw. Statorwicklung auf, welche für die Erzeugung bzw. Erregung eines magnetischen Flusses durch Strom-

30 führung ausgebildet ist.

- 3 -

Das Fluid kann beispielsweise ein, insbesondere elektrisch nicht leitendes Kühlmittel sein, welches einem Kühlmittelkreislauf oder einem Schmiermittelkreislauf entnommen werden und über die wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung in den Strömungsraum eingebracht wird bzw. werden kann, um dort zu strömen bzw. zu fließen. Der Strömungsraum ist hierbei insbesondere zwischen dem Statorblech und der Fluidleitungseinrichtung ausgebildet bzw. durch diese begrenzt. Hierdurch kann eine Strömungsführung an den Statorwicklungen erfolgen, ohne dass Fluid in einen Innenraum der elektrischen Maschine eintreten kann. Insbesondere weist das Fluid eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf, sodass eine Temperaturverteilung in den Statorwicklungen und/ oder dem Statorblech homogenisiert und/oder lokale Heißstellen vermieden werden können.

Die Fluidleitungseinrichtung ist als separate, insbesondere mehrteilig ausgebildete Komponente vorgesehen, welche an die Geometrie des Stators bzw. des Statorblechs und dessen Wicklungen bzw. Wicklungsköpfe angepasst ausgestaltet ist, um einen Strömungsraum mit einer für einen Wärmeabtransport günstigen Fluidleitungsführung bereitstellen zu können. Hierzu weist die Fluidleitungseinrichtung wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung auf, die insbesondere umfangsseitig an der Fluidleitungseinrichtung vorgesehen sein kann. Hierbei können mehrere, insbesondere gleichmäßig zueinander beabstandete Fluidzuführungsöffnungen vorgesehen sein, um eine gleichartige Umströmung aller Wicklungsköpfe zu ermöglichen.

Die Erfindung basiert nun unter anderem auf der Idee, eine Kühlmittelhülse zu nutzen, um ein Fluid derart zu leiten, dass es zunächst Wicklungsköpfe, welche typischerweise einen Heißpunkt des Stators darstellen, umströmen kann und schließlich entlang der Statorwicklungen strömen kann, um eine Kühlung des Stators zu ermöglichen. Somit kann ein Wärmeübergang und -abtransport ermöglicht werden. Zudem kann durch die vorgeschlagene Lösung ein Strömungsraum mittels der Fluidleitungseinrichtung ausgebildet werden, welcher gegenüber einem Innenraum der elektrischen Maschine bzw. einem Luftspalt zwischen Stator und Rotor der elektrischen Maschine fluiddicht ist. Durch die mittels des zwischen dem Statorblech und der Fluidleitungseinrichtung strömenden Fluid geschaffene thermische Verbindung

- 4 -

zwischen Statorwicklungen und Fluid, kann im Betrieb entstehende Wärme abgeleitet und dem System entzogen werden. Mittels der Fluidleiteinrichtung kann das Fluid entlang einem Teil oder entlang einer gesamten axialen Erstreckung des Statorblechs bzw. der Statorwicklungen geführt bzw. geleitet werden, sodass eine

5 Temperaturverteilung homogenisiert und/oder lokale Heißstellen vermieden werden können. Dadurch kann beispielsweise eine Effizienz und/oder eine Dauerleistung der elektrischen Maschine gesteigert werden. Mittels der vorgeschlagenen elektrischen Maschine kann eine kosten-, platzbedarf- und/oder produktionszeitoptimierende Lösung zur Kühlung eines Stators bzw. eines Statorblechs bereitgestellt werden.

10

Bei einer Ausführungsform sind Wicklungsköpfe der Statorwicklungen an beiden Stirnseiten des Statorblechs von dem mittels der Fluidleitungseinrichtung ausgebildeten Strömungsraum umfasst. Hierdurch kann ein Strömungsraum ausgebildet werden, welcher die Statorwicklungen vollständig umfasst, wobei der Strömungsraum mittels der Fluidleitungseinrichtung gegenüber einem Innenraum der elektrischen Maschine bzw. dem Luftspalt zwischen Stator und Rotor fluiddicht ausgebildet ist. Hierdurch kann zum einen eine Kühlungswirkung an beiden stirnseitigen Wicklungskopfbereichen erzielt werden und zum anderen kann ein Eindringen von Kühlfluid in den Luftspalt und/ oder hierdurch entstehende Reibungs- und/ oder

15

20 Leistungsverluste reduziert werden.

Bei einer Ausführungsform weist die Fluidleitungseinrichtung wenigstens einen Kappenbereich auf, der eingerichtet ist, Wicklungsköpfe der Statorwicklungen einer Stirnseite des Statorblechs zu umgreifen. Der Kappenbereich ist insbesondere stirnseitig des Statorblechs angeordnet, um einen Teilströmungsraum für die Wicklungsköpfe auszubilden, um eine möglichst günstige und/ oder vollständige Umströmung der Wicklungsköpfe erzielen zu können. Die wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung kann hierbei insbesondere an einem umfangsseitigen Bereich in dem Kappenbereich vorgesehen sein, sodass eine Fluidzuführung über ein Gehäuse

25

30 des Stators und/ oder der elektrischen Maschine durch die Fluidzuführungsöffnungen in verbesserter Weise erfolgen kann. Hierdurch kann ein in den

Strömungsraum bzw. Teilströmungsraum eintretendes Fluids rasch zu den Wicklungsköpfen transportiert werden bzw. diese umströmen, um einen Wärmeabtransport an den Wicklungsköpfen zu ermöglichen. Aus diesem Kappenbereich bzw. dem durch den Kappenbereich ausgebildeten Teilströmungsraum kann das Fluid
5 dann in den Bereich des Statorblechs einströmen, insbesondere über Stator- bzw. Wicklungsnuten, um dort die Statorwicklungen zu kühlen.

Bei einer Ausführungsform weist der Kappenbereich wenigstens ein Montageelement und wenigstens ein Abdeckelement auf, die zusammen den Kappenbereich ausbilden können. Das Montageelement und/ oder das Abdeckelement können ro-
10 tationssymmetrisch ausgebildet sein, um an einer Stirnseite des typischerweise hohlzylinderförmig ausgebildeten Statorblechs angeordnet zu werden bzw. zu sein und die Wicklungsköpfe umgreifen zu können. Hierbei kann das Montageelement eingerichtet sein, insbesondere stirnseitig an dem Statorblech befestigt zu sein bzw. zu werden, um eine möglichst einfache Montage des Kappenbereichs und/ o-
15 der der Fluidleitungseinrichtung zu ermöglichen. Das Abdeckelement ist insbesondere eingerichtet, einen bzw. den Teilströmungsraum um die Wicklungsköpfe der Statorwicklungen an jeweils einer Stirnseite des Statorblechs auszubilden. Dabei kann das Abdeckelement eingerichtet sein, umfangsseitig mit dem Montageelement derart zusammenzuwirken bzw. eine form- und/ oder kraftschlüssige Verbindung derart auszubilden, dass eine Dichtwirkung bezüglich des Strömungsraums
20 gegenüber dem Innenraum der elektrischen Maschine erzielbar ist. Hierbei kann an der oder den Verbindungsstellen zwischen Montageelement und Abdeckelement wenigstens eine Dichteinrichtung vorgesehen sein. Durch die so ermöglichte mehrteilige Montage kann eine Fehleranfälligkeit reduziert werden, wobei weiterhin ein
25 geringes Gewicht der Einzelkomponenten ermöglicht sein kann.

Bei einer Ausführungsform weist die Fluidleitungseinrichtung ein Hülselement auf, der an einem inneren Umfang des Statorblechs angeordnet ist. Beispielsweise kann das Hülselement mittels eines Spritzgießverfahrens an dem Statorblech angeordnet sein. Das Hülselement ist dabei insbesondere eingerichtet, an bei-
30 den seiner Stirnseiten mit dem Kappenbereich bzw. dem Abdeckelement in Eingriff

zu stehen und dort jeweils eine fluiddichte Verbindung auszubilden, sodass der Strömungsraum der Fluidleitungseinrichtung fluiddicht gegenüber dem Innenraum der elektrischen Maschine ausgebildet ist. Dadurch, dass das Hülsenelement in dem Luftspalt zwischen dem Stator und dem Rotor der elektrischen Maschine angeordnet ist, kann ein Eindringen von Fluid in den Luftspalt verbessert verhindert werden. Zudem kann das Hülsenelement derart ausgebildet sein, dass magnetische und/ oder dynamische Eigenschaften der elektrischen Maschine eine nicht oder nur in geringem Maße durch das Hülsenelement beeinflusst werden.

Bei einer Ausführungsform weist die elektrische Maschine ein Gehäuse auf und das Gehäuse wenigstens eine Fluidöffnung aufweist, mittels welcher das Fluid in die Fluidleitungseinrichtung leitbar ist. Hierbei kann das Gehäuse der elektrischen Maschine gleichzeitig ein Gehäuse des Stators ausbilden. Die wenigstens eine Fluidöffnung ist in ihrer Lage insbesondere korrespondierend zu der wenigstens einen Fluidzuführungsöffnung in der Fluidleitungseinrichtung ausgebildet, sodass eine Fluidführung von einer Fluidöffnung zu einer Fluidzuführungsöffnung, insbesondere direkt, erfolgen kann. Dadurch können weitere Leitungselemente und/ oder Kanäle entfallen, wodurch eine Montage zusätzlich vereinfacht werden kann.

Bei einer Ausführungsform ist die Fluidöffnung axial beabstandet zu dem Statorblech des Stators in dem Gehäuse angeordnet. Durch diese axiale Beabstandung der Fluidöffnung zu dem Statorblech, kann eine Korrespondenz zwischen Fluidöffnung und Fluidzuführungsöffnung der Fluidleitungseinrichtung bereitgestellt werden, so dass eine möglichst direkte Zuführung von Kühlmittel in den Strömungsraum ermöglicht werden kann.

Bei einer Ausführungsform weist die Fluidzuführungsöffnung und/ oder die Fluidöffnung ein Strömungselement auf. Das Strömungselement kann beispielsweise eingerichtet sein, Turbulenzen in dem Fluid bzw. Kühlmittel zu bewirken. Hierdurch kann eine Drallströmung beim Eintritt des Fluids in den Strömungsraum erzeugt werden, welche sich um die Wickelköpfe und insbesondere entsprechend einer Innenkontur der Fluidleitungseinrichtung bzw. des Kappenbereichs und/ oder des

- 7 -

Montage- und/ oder Abdeckelements ausbilden kann. Eine hierdurch erreichbare Durchmischung der Fluidströmung an den Wicklungsköpfen, kann, insbesondere lokal, zu höheren Strömungsgeschwindigkeiten des Fluids führen, wodurch eine verbesserte Wärmeabfuhr erzielt werden kann. Zudem können hierdurch Effekte
5 einer Grenzschichtablösung der Fluidströmung reduziert und eventuell dadurch entstehende lokale Hotspots vermieden werden.

Bei einer Ausführungsform ist das Fluid von wenigstens einer ersten Fluidzuführungsöffnung an einer ersten Stirnseite des Stators zu wenigstens einer zweiten, gegenüberliegend angeordneten Stirnseite des Stators leitbar und ist aus dem
10 Strömungsraum über wenigstens eine Fluidabführungsöffnung an der zweiten Stirnseite des Stators ausleitbar. Hierdurch kann eine Strömungsrichtung für das Fluid festgelegt werden, nämlich von der oder den Fluidzuführungsöffnungen(en) hin zu der oder den Fluidabführungsöffnung(en). Dadurch kann eine gleichmäßige Durchströmung in einer Strömungsrichtung erfolgen, um eine kontinuierliche Wärmeabfuhr mittels des Fluids in dem Strömungsraum zu ermöglichen.
15

Bei einer Ausführungsform ist das Fluid von jeweils wenigstens einer Fluidzuführungsöffnung an beiden Stirnseiten des Stators in den Strömungsraum einbringbar und ist aus Strömungsraum über wenigstens eine Fluidabführungsöffnung, welche im Wesentlichen in einer axialen Mitte des Strömungsraum angeordnet ist, ausleit-
20 bar. Hierdurch kann an beiden Stirnseiten des Statorblechs Fluid zugeführt werden, wodurch an beiden Enden eine gleichmäßige Kühlwirkung für die Wicklungsköpfe der Statorwicklungen erzielbar ist.

Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren.

25 Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

Fig. 3 zeigt eine schematische Detaildarstellung eines stirnseitigen Bereichs des ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

Fig. 4 zeigt eine schematische Detaildarstellung eines stirnseitigen Bereichs eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

Fig. 5 zeigt eine schematische Schnittdarstellung des stirnseitigen Bereichs des dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße elektrische Maschine 10 gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels in einer schematischen Schnittdarstellung entlang einer Drehachse der elektrischen Maschine 10.

Die elektrische Maschine 10 weist einen Stator 11 mit einem Statorblech 21 und einen relativ zu dem Stator 11 drehbar gelagerten Rotor 12 auf, wobei zwischen Stator 11 und Rotor 12 ein Luftspalt 13 ausgebildet ist.

Ferner weist die elektrische Maschine 10 eine Fluidleitungseinrichtung 20 auf, die zusammen mit dem Statorblech 21 des Stators 11 einen Strömungsraum 22 für ein Fluid F ausbildet. Dabei weist die Fluidleitungseinrichtung 20 wenigstens eine axial zu dem Statorblech 21 beabstandet angeordnete Fluidzuführungsöffnung 23 auf. Diese wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung 23 ist insbesondere jeweils einer in einem Gehäuse 14 der elektrischen Maschine 10 angeordneten Fluidöffnung 15 zugeordnet, sodass das Fluid F durch die Fluidöffnung 15 und die Fluidzuführungsöffnung 23 in den Strömungsraum 22 einleitbar ist.

- 9 -

Der Strömungsraum 22 umschließt Statorwicklungen 24 an beiden Stirnseiten des Stators 11 fluiddicht, sodass die Statorwicklungen 24 und deren Wicklungsköpfe 25 von dem durch die wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung 23 in den Strömungsraum 22 einbringbaren Fluid F umströmbar sind. Hierdurch kann das zur Kühlung vorgesehene Fluid F insbesondere direkt in einen Bereich der Wicklungsköpfe 25 der Statorwicklungen 24 eingebracht werden, um eine Durchmischung des Strömungsraums 22 mit frischem Fluid F bzw. Kühlmittel zu ermöglichen.

Die Fluidleitungseinrichtung 22 weist an ihren stirnseitigen bzw. axialen Enden jeweils einen Kappenbereich 26 auf, der eingerichtet ist, die Wicklungsköpfe 25 der Statorwicklungen 24 einer Stirnseite des Statorblechs 21 zu umgreifen, und einen (Teil-)Strömungsraum auszubilden. Der Kappenbereich 26 weist ein umlaufend ausgebildetes Montageelement 27 und ein umlaufend ausgebildetes Abdeckelement 28 auf, die zusammen den Kappenbereich 26 ausbilden. Zudem weist die Fluidleitungseinrichtung 22 ein Hülsenelement 29 auf, das an einem inneren Umfang des Statorblechs 21 angeordnet ist. Durch das Zusammenwirken von Statorblech 21, Montageelement 27, Abdeckelement 28 und Hülsenelement 29 kann ein fluiddicht abgeschlossener Strömungsraum 22 ausgebildet werden. Dieser Aufbau wird im Folgenden im Zusammenhang mit Fig. 3 näher beschrieben.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Fluid F von jeweils wenigstens einer Fluidzuführungsöffnung 25 an beiden Stirnseiten des Stators 11 in den Strömungsraum 22 einbringbar und ist mittels wenigstens einer Fluidabführungsöffnung 223, welche im Wesentlichen in einer axialen Mitte des Strömungsraums 22 angeordnet ist, ausleitbar. Hierbei kann die Fluidabführungsöffnung 223 mittels eines Kanals in dem Statorblech 21 ausgebildet sein und eine korrespondierende Fluidöffnung 15 kann in dem Gehäuse 14 vorgesehen sein, um das Fluid F aus der elektrischen Maschine 10 abzuführen. Hierdurch kann eine beidseitige Fluidzuführung erfolgen, um so für beide stirnseitig angeordneten Wickelkopfbereiche eine Fluiddurchmischung und somit eine verbesserte Kühlwirkung zu ermöglichen.

In **Fig. 2** ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine 10 in einer schematischen Schnittdarstellung entlang einer Drehachse der elektrischen Maschine 10 dargestellt. Die elektrische Maschine 10 dieses Ausführungsbeispiels entspricht weitestgehend dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, mit dem Unterschied, dass eine andere Strömungskonfiguration für das Fluid F vorgesehen ist.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Fluid F von wenigstens einer ersten Fluidzuführungsöffnung 23 an einer ersten Stirnseite des Stators 11 zu wenigstens einer zweiten, gegenüberliegend angeordneten Stirnseite des Stators 11 leitbar und ist aus dem Strömungsraum 22 über wenigstens eine Fluidabführungsöffnung 223 an der zweiten Stirnseite des Stators 11 ausleitbar. Hierdurch kann die Fluidströmung im Wesentlichen in einer axialen Richtung entlang der Statorwicklungen 24 strömen, um diese zu kühlen.

Fig. 3 zeigt eine schematische Detaildarstellung eines stirnseitigen Bereichs des ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine 10 aus Fig 1.

In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der Kappenbereich 26 der Fluidleitungseinrichtung 20 durch das Montageelement 27 und das Abdeckelement 28 ausgebildet. Hierbei ist das Montageelement 27 stirnseitig mittels wenigstens einer Schraube an dem Statorblech 12 befestigt.

Das Montageelement 27 ist, wie das Abdeckelement 28, im Wesentlichen ringförmig ausgebildet, um stirnseitig des Statorblechs 21 angeordnet zu werden, und zusammen mit dem Hülselement 29, welches an einem inneren Umfang des Statorblechs 21 angeordnet ist, die Fluidleitungseinrichtung 20 bzw. den Strömungsraum 22 auszubilden. Hierzu ist das Montageelement 27 eingerichtet mit dem Abdeckelement 28 derart in Eingriff zu stehen, um eine fluiddichte Verbindung auszubilden. An seinem inneren Randbereich ist das Abdeckelement 28 ausgebildet, derart mit dem Hülselement 29 in Eingriff zu stehen, um ebenfalls eine

fluiddichte Verbindung auszubilden. Insbesondere ist das Abdeckelement 28 eingerichtet, in einem Montagevorgang mit dem Montageelement 27 und/ oder dem Hülselement 29 mittels einer form- und/ oder kraftschlüssigen Verbindung verbunden zu werden.

5 **Fig. 4** zeigt eine schematische Detaildarstellung eines stirnseitigen Bereichs eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine 10. Die elektrische Maschine 10 dieses Ausführungsbeispiels entspricht weitestgehend dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel, mit dem Unterschied, dass die Fluidzuführungsöffnung 23 ein Strömungselement 30 aufweist.

10 Das Strömungselement 30 ist in der Fluidzuführungsöffnung 23 angeordnet und eingerichtet eine Drallströmung in dem Fluid F zu erzeugen. Hierdurch können Turbulenzen in dem Fluid F in dem Strömungsraum 22 hervorgerufen werden, welche sich entsprechend einer Innenkontur der Fluidleitungseinrichtung 20 und/ oder des Montagelements 27 und/ oder des Abdeckelements 28 fortsetzen kann. Hierdurch
15 können lokal und/ oder insbesondere an den Wicklungsköpfen 25 höhere Strömungsgeschwindigkeiten für das Fluid F erzielt werden, was in einer besseren Wärmeabfuhr resultieren kann.

Wie dargestellt kann das Fluid F hierdurch insbesondere alle Bereiche des Strömungsraums 22 erreichen, um Totwassergebiete und/ oder lokale Hotspots zu vermeiden.
20

Fig. 5 zeigt eine schematische Schnittdarstellung entlang des Schnitts A-A des stirnseitigen Bereichs des dritten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine 10 aus Fig. 4.

In der vorliegenden Darstellung ist erkennbar, dass mittels des in der Fluidzuführungsöffnung 23 der Fluidleitungseinrichtung 20 angeordneten Strömungselements
25 30 Turbulenzen in der Fluidströmung F in dem Strömungsraum 22 erzeugt werden

- 12 -

können, um eine verbesserte Umströmung der Wicklungsköpfe 24 zu erzielen und somit einen Wärmeabtransport zu verbessern.

BEZUGSZEICHENLISTE

	10	Elektrische Maschine
	11	Stator
	12	Rotor
5	13	Luftspalt
	14	Gehäuse
	15	Fluidöffnung
	20	Fluidleitungseinrichtung
	21	Statorblech
10	22	Strömungsraum
	23	Fluidzuführungsöffnung
	24	Statorwicklungen
	25	Wicklungsköpfe
	26	Kappenbereich
15	27	Montageelement
	28	Abdeckelement
	29	Hülselement
	30	Strömungselement
	F	Fluid

ANSPRÜCHE

1. Elektrische Maschine (10), aufweisend einen Stator (11) und eine Fluidleitungseinrichtung (20), wobei die Fluidleitungseinrichtung (20) wenigstens eine axial beabstandet zu einem Statorblech (21) des Stators (11) angeordnete Fluidzuführungsöffnung (23) aufweist und eingerichtet ist, zusammen mit dem Statorblech (21) einen Strömungsraum (22) für ein Fluid (F) derart auszubilden, dass Statorwicklungen (24) des Stators (11) von dem durch die wenigstens eine Fluidzuführungsöffnung (23) in den Strömungsraum (22) einbringbaren Fluid (F) umströmbar sind.
2. Elektrische Maschine (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei Wicklungsköpfe (25) der Statorwicklungen (24) an beiden Stirnseiten des Statorblechs (21) von dem mittels der Fluidleitungseinrichtung (20) ausgebildeten Strömungsraum (22) umfasst sind.
3. Elektrische Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidleitungseinrichtung (20) wenigstens einen Kappenbereich (26) aufweist, der eingerichtet ist, Wicklungsköpfe (25) der Statorwicklungen (25) einer Stirnseite des Statorblechs (21) zu umgreifen.
4. Elektrische Maschine (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Kappenbereich (26) wenigstens ein Montageelement (27) und wenigstens ein Abdeckelement (28) aufweist.
5. Elektrische Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Fluidleitungseinrichtung (20) ein Hülselement (29) aufweist, das an einem inneren Umfang des Statorblechs (21) angeordnet ist.
6. Elektrische Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrische Maschine (10) ein Gehäuse (14) aufweist und das Gehäuse (14) wenigstens eine erste Fluidöffnung (15) aufweist, mittels welcher das Fluid (F) dem Strömungsraum (22) der Fluidleitungseinrichtung (20) zuführbar ist.

- 15 -

7. Elektrische Maschine (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Fluidöffnung (15) axial beabstandet zu dem Statorblech (21) in dem Gehäuse (14) angeordnet ist.
8. Elektrische Maschine (10) nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Fluidzuführungsöffnung (23) ein Strömungselement (30) aufweist.
9. Elektrische Maschine (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fluid (F) von wenigstens einer ersten Fluidzuführungsöffnung (23) an einer ersten Stirnseite des Stators (11) zu wenigstens einer zweiten, gegenüberliegend angeordneten Stirnseite des Stators (11) leitbar ist und aus dem Strömungsraum (22) über wenigstens eine Fluidabführungsöffnung (223) an der zweiten Stirnseite des Stators (11) ausleitbar ist.
10. Elektrische Maschine (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Fluid (F) von jeweils wenigstens einer Fluidzuführungsöffnung (23) an beiden Stirnseiten des Stators (11) in den Strömungsraum (22) einbringbar ist und aus dem Strömungsraum (22) über wenigstens eine Fluidabführungsöffnung (23), welche im Wesentlichen in einer axialen Mitte des Strömungsraums (22) angeordnet ist, ausleitbar ist.

Fig. 1

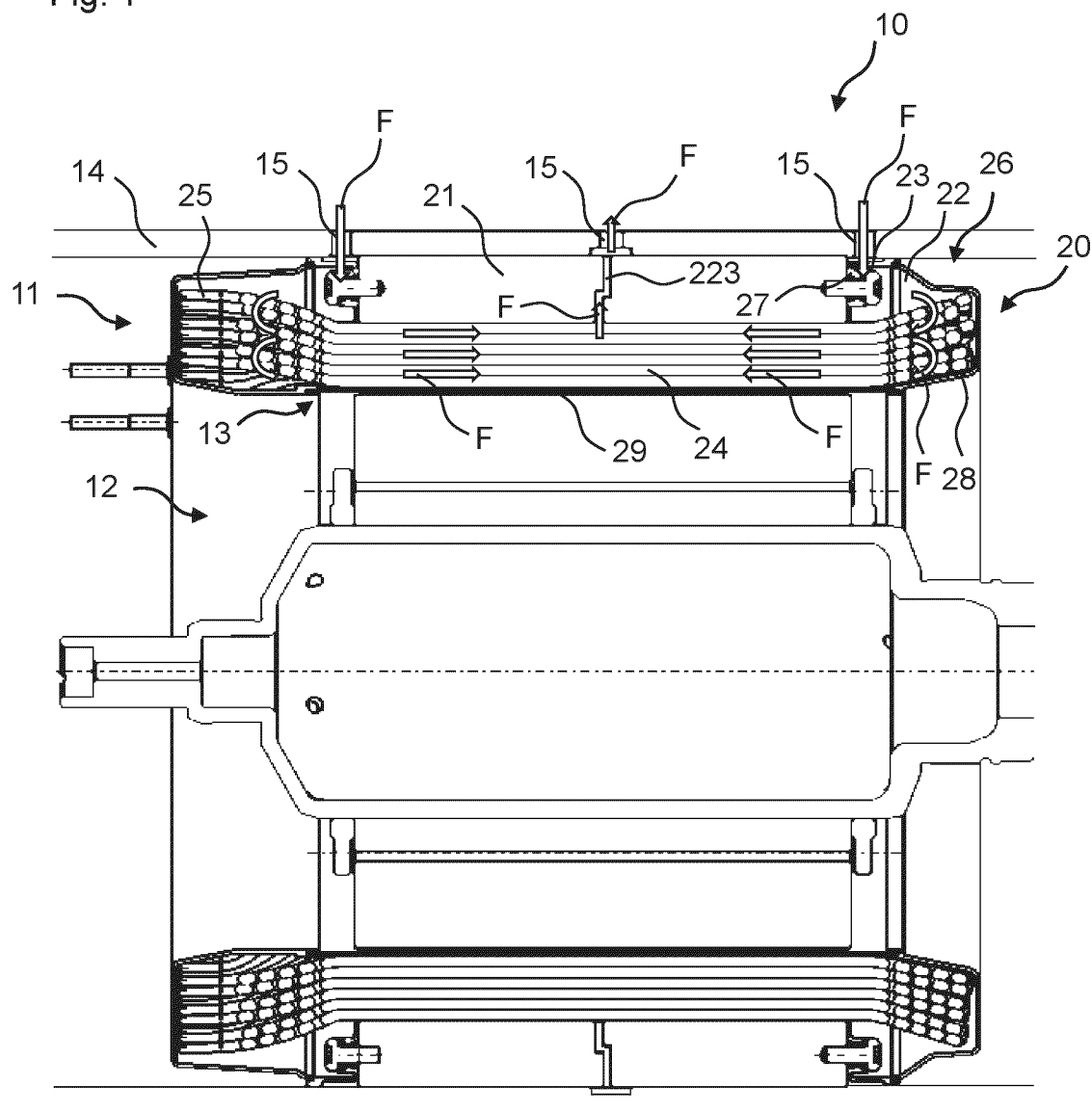


Fig. 2

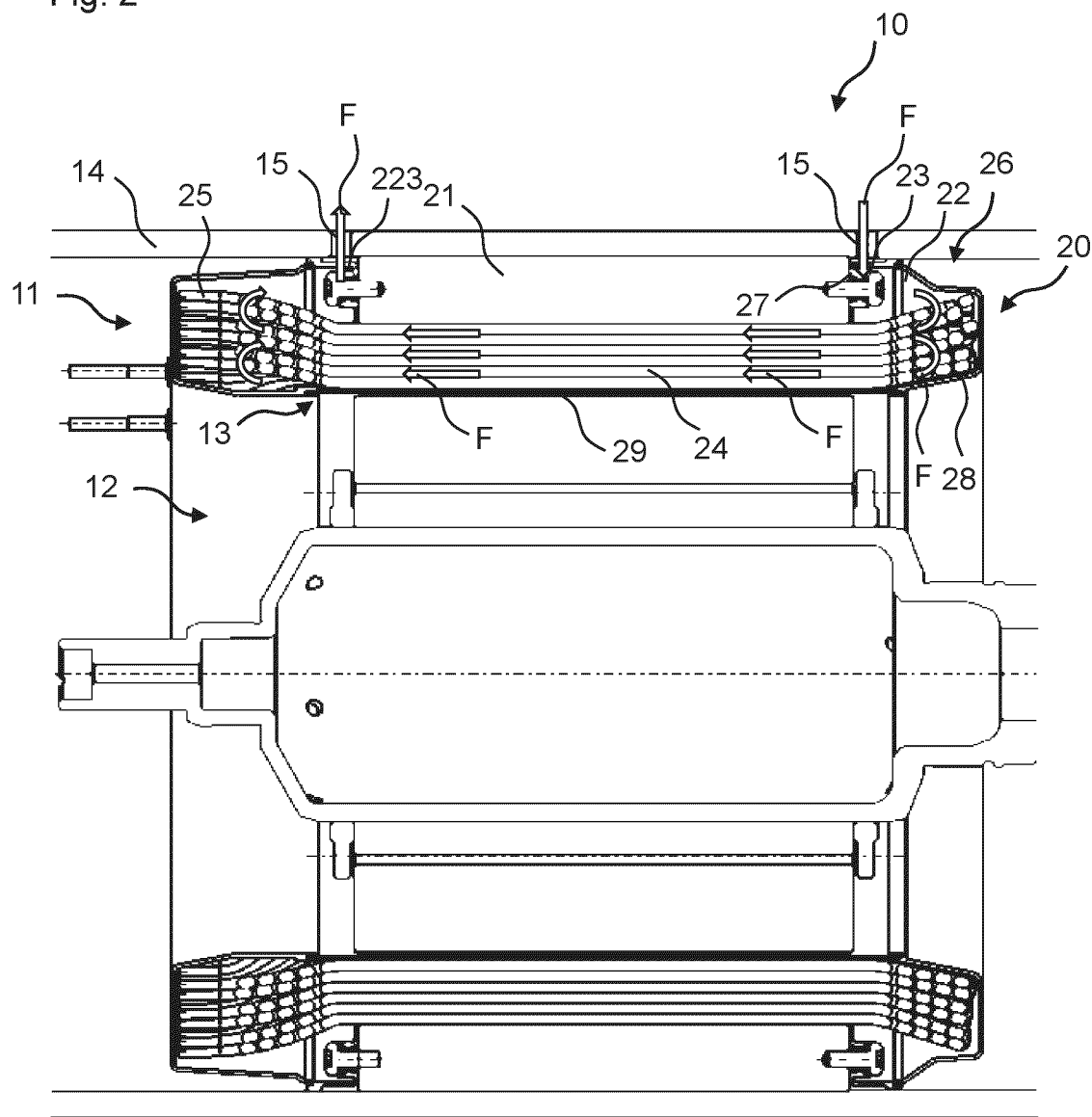


Fig. 3

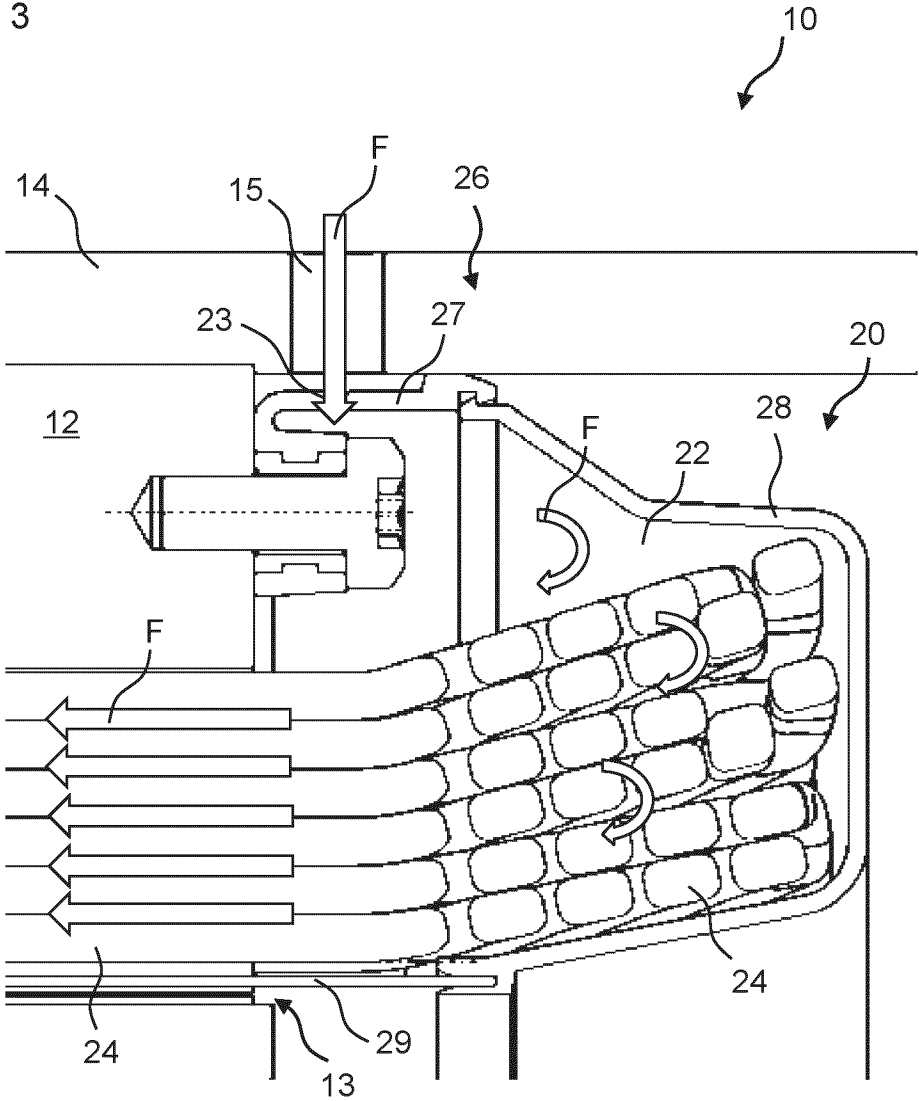


Fig. 4

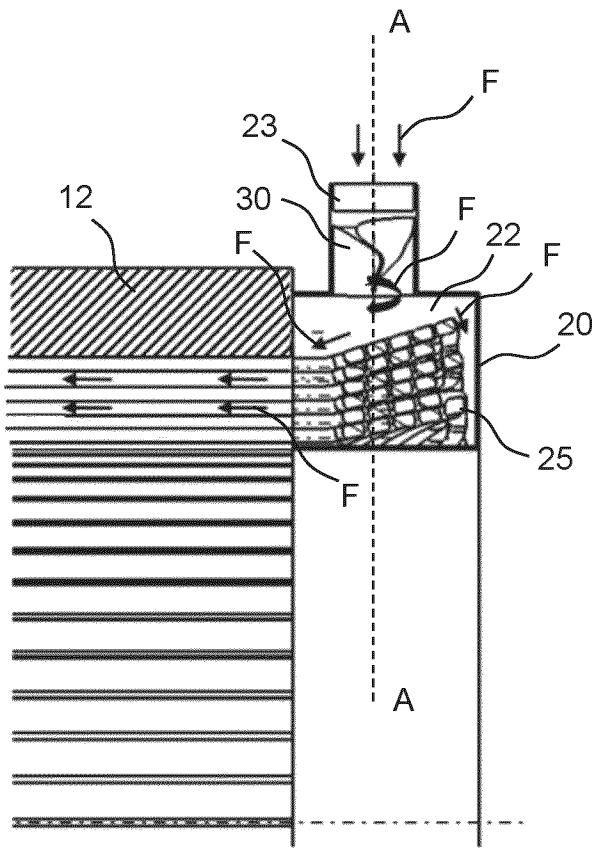
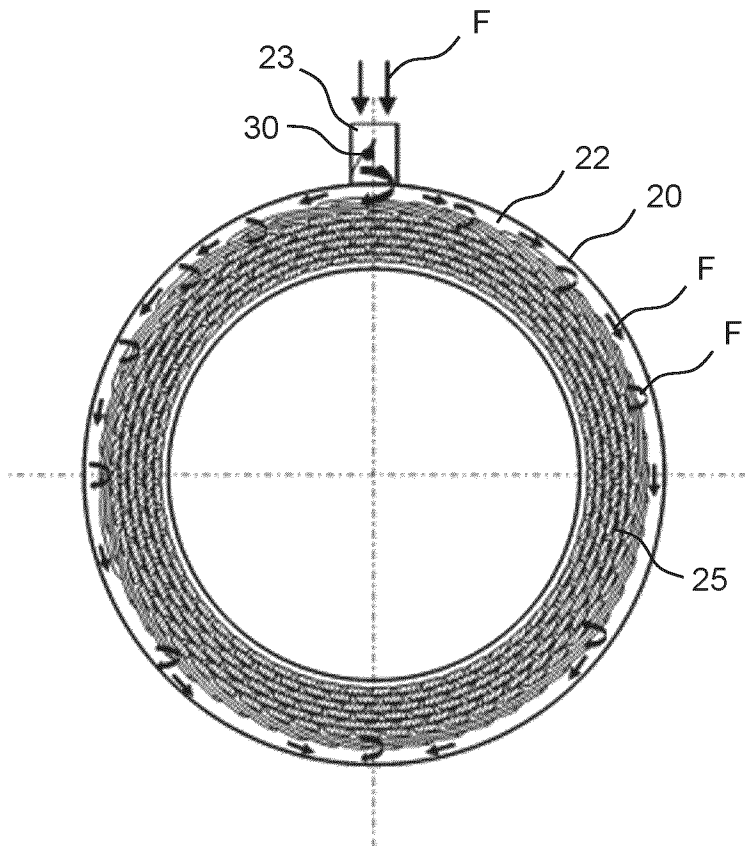


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/067712

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02K 1/20**(2006.01)i; **H02K 9/197**(2006.01)i; **H02K 3/24**(2006.01)i; **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	US 6515384 B1 (KIKUCHI TOSHIO [JP] ET AL) 04 February 2003 (2003-02-04) columns 3-5; figure 1	1-10
X	US 6856053 B2 (ALSTOM [FR]) 15 February 2005 (2005-02-15) abstract; figure 1	1
X	US 4994700 A (BANSAL MADAN L [US] ET AL) 19 February 1991 (1991-02-19) column 2; figure 1	1
X	GB 2374731 A (ALSTOM [FR]) 23 October 2002 (2002-10-23) abstract; figure 1	1
A	CN 116266721 A (VOLVO CAR CORP) 20 June 2023 (2023-06-20) abstract; figure 4	10

☐ 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

22 October 2024

Date of mailing of the international search report

30 October 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

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

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

Authorized officer

Espinós Iglesias, E

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/067712

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	6515384	B1	04 February 2003	EP	1102383	A2	23 May 2001
				JP	3661529	B2	15 June 2005
				JP	2001145302	A	25 May 2001
				US	6515384	B1	04 February 2003
US	6856053	B2	15 February 2005	AT	E421792	T1	15 February 2009
				DK	1251624	T3	20 April 2009
				EP	1251624	A2	23 October 2002
				ES	2319392	T3	07 May 2009
				JP	2002335648	A	22 November 2002
				US	2002180284	A1	05 December 2002
US	4994700	A	19 February 1991	NONE			
GB	2374731	A	23 October 2002	GB	2374731	A	23 October 2002
				PT	1251624	E	09 February 2009
CN	116266721	A	20 June 2023	CN	116266721	A	20 June 2023
				EP	4199311	A1	21 June 2023
				US	2023198321	A1	22 June 2023

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K1/20 H02K9/197 H02K3/24 ADD. 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	US 6 515 384 B1 (KIKUCHI TOSHIO [JP] ET AL) 4. Februar 2003 (2003-02-04) Spalten 3-5; Abbildung 1 -----	1 - 10
X	US 6 856 053 B2 (ALSTOM [FR]) 15. Februar 2005 (2005-02-15) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1
X	US 4 994 700 A (BANSAL MADAN L [US] ET AL) 19. Februar 1991 (1991-02-19) Spalte 2; Abbildung 1 -----	1
X	GB 2 374 731 A (ALSTOM [FR]) 23. Oktober 2002 (2002-10-23) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1
A	CN 116 266 721 A (VOLVO CAR CORP) 20. Juni 2023 (2023-06-20) Zusammenfassung; Abbildung 4 -----	10
☐ 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 22. Oktober 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 30/10/2024
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 Espinós Iglesias, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/067712

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6515384	B1	04-02-2003	EP	1102383 A2	23-05-2001
			JP	3661529 B2	15-06-2005
			JP	2001145302 A	25-05-2001
			US	6515384 B1	04-02-2003

US 6856053	B2	15-02-2005	AT	E421792 T1	15-02-2009
			DK	1251624 T3	20-04-2009
			EP	1251624 A2	23-10-2002
			ES	2319392 T3	07-05-2009
			JP	2002335648 A	22-11-2002
			US	2002180284 A1	05-12-2002

US 4994700	A	19-02-1991	KEINE		

GB 2374731	A	23-10-2002	GB	2374731 A	23-10-2002
			PT	1251624 E	09-02-2009

CN 116266721	A	20-06-2023	CN	116266721 A	20-06-2023
			EP	4199311 A1	21-06-2023
			US	2023198321 A1	22-06-2023
