

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. April 2021 (15.04.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2021/069253 A1**

- (51) Internationale Patentklassifikation: *H02K 1/20* (2006.01) *H02K 9/19* (2006.01) (72) Erfinder: **STRIEDELMEYER, Thomas**; Scillawaldstraße 46, 70378 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/077151 (74) Anwalt: **VÖLGER, Silke Beatrix**; Magna International (Germany) GmbH, Patentabteilung, Kurfürst-Eppstein-Ring 11, 63877 Sailauf (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 28. September 2020 (28.09.2020) (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, IT, 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, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2019 215 402.6 08. Oktober 2019 (08.10.2019) DE
- (71) Anmelder: **MAGNA PT B.V. & CO. KG** [DE/DE]; Hermann-Hagenmeyer-Straße 1, 74199 Untergruppenbach (DE).

(54) Title: ELECTRIC MACHINE WITH INTEGRATED COOLING SYSTEM

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE MIT INTEGRIERTEM KÜHLSYSTEM

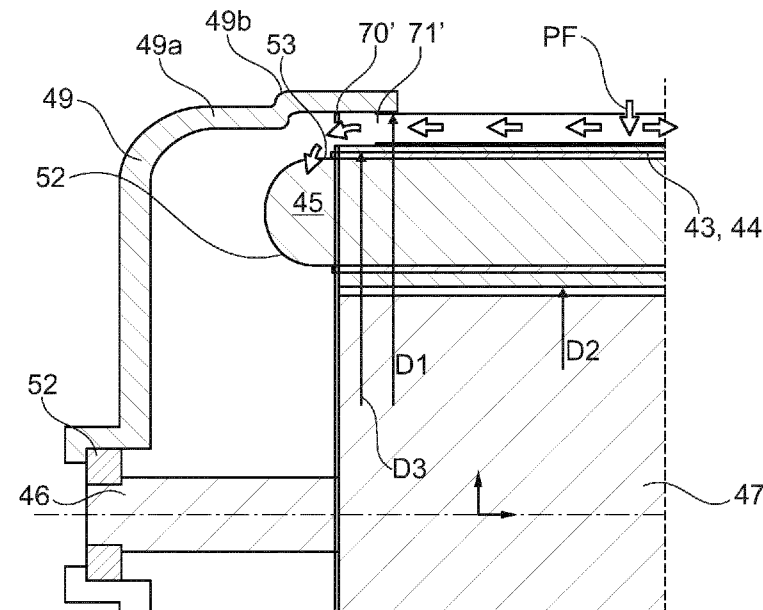


Fig. 9

(57) Abstract: The invention relates to an electric machine (40) with an integrated cooling system, comprising: a housing section (42); a stator (43) which is fixed in relation to the housing section (42) and has a stator core (44), on which stator windings are fixed which form winding heads (45) on the end faces of the stator core (44); a rotor (47) which is rotatably mounted in relation to the stator (43); and a cooling system for cooling the stator (43), wherein the cooling system comprises at least one fluid duct (FL1) which extends along a circumferential section (44a) of the stator (43) and through which a cooling fluid can be conducted. The electric machine (40) is to be improved with regard to the cooling performance and the production costs and the assembly complexity. To achieve this, precisely one axially running fluid duct (FL1) is provided in the outer circumferential region (44a) of the stator core (44), which fluid duct (FL1)



WO 2021/069253 A1

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, 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)

---

opens into fluid ducts (71, 71') which run radially on both sides and are arranged in the region of the winding heads (45), wherein the radially running fluid ducts (71, 71') are formed and/or delimited in each case by an annular element (70, 70'), and wherein through-slots and/or through-bores (73, 84) are provided in the annular element (70, 70') at least over a section of its circumference, which through slots and/or through bores (73, 84) bring about a homogeneous feed of the cooling fluid to the outer circumferential region of the winding heads (45) for the purpose of cooling.

**(57) Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine (40) mit integriertem Kühlsystem mit einem Gehäuseabschnitt (42), einem Stator (43), der in Bezug auf den Gehäuseabschnitt (42) festgelegt ist und einen Stator Kern (44), an dem Statorwicklungen festgelegt sind, die an den Stirnseiten des Stator Kerns (44) Wickelköpfe (45) bilden, einem Rotor (47), der in Bezug auf den Stator (43) drehbar gelagert ist, einem Kühlsystem zum Kühlen des Stators (43), wobei das Kühlsystem mindestens einen Fluidkanal (FL1) umfasst, der sich entlang eines Umfangsabschnitts (44a) des Stators (43) erstreckt und durch den ein Kühlfluid führbar ist. Die elektrische Maschine (40) soll hinsichtlich der Kühlleistung und der Herstellkosten und des Montageaufwands verbessert werden. Dies wird dadurch erreicht, dass genau ein axial verlaufender Fluidkanal (FL1) im äußeren Umfangsbereich (44a) des Stator Kerns (44) eingebracht ist, der in beidseits radial verlaufende im Bereich der Wickelköpfe (45) angeordnete Fluidkanäle (71, 71') mündet, wobei die radial verlaufenden Fluidkanäle (71, 71') jeweils durch ein ringförmiges Element (70, 70') gebildet und/oder begrenzt werden, und wobei in das ringförmige Element (70, 70') Durchgangsschlitze und/oder Durchgangsbohrungen (73, 84) zumindest über einen Abschnitt des Umfangs eingebracht sind, die eine gleichmäßige Zuführung des Kühlfluids auf den äußeren Umfangsbereich der Wickelköpfe (45) zwecks Kühlung bewirken.

### Elektrische Maschine mit integriertem Kühlsystem

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit integriertem Kühlsystem.

Ein Großteil des Energiebedarfs eines Kraftfahrzeugs mit konventionellem Antrieb, d.h. mit einer Verbrennungskraftmaschine, geht auf die Verluste im Antriebsstrang zurück. Eine Erweiterung des Antriebsstrangs um eine elektrische Maschine ermöglicht einen hybriden Betrieb von elektrischer Maschine und Verbrennungskraftmaschine und trägt durch unterschiedliche Betriebsmodi wie Rekuperation, Boosten, elektrisches Fahren, Start/Stop Automatik zu einer Erhöhung der Gesamteffizienz bei.

Elektrische Maschinen wandeln elektrische Energie in mechanische um und umgekehrt. Im Kraftfahrzeug werden Drehstrommaschinen eingesetzt. Diese bestehen aus einem Stator (stationären Teil) und einem Rotor/Läufer (rotierendes Teil). Durch den Rotor wird die mechanische Energie übertragen.

Bei Betrieb der elektrischen Maschine entstehen insbesondere im Stator erhebliche Wärmemengen. Um den Wirkungsgrad und die Lebensdauer der elektrischen Maschinen zu erhöhen, weisen diese typischerweise Kühlvorrichtungen auf.

Eine elektrische Maschine mit einer integrierten Kühlvorrichtung ist beispielsweise aus der DE 10 2008 001 621 A1 bekannt. Die dort beschriebene elektrische Maschine weist eine Kühlvorrichtung auf, die in der Gehäusewand verlaufende Kühlkanäle aufweist, wobei das Kühlmittel über eine Kühlmittelsprüheinrichtung auf die Stirnseite des Stators gesprüht wird.

Die im hybridisierten Antriebsstrang integrierten elektrischen Maschinen können örtlich nahe an mechanischen Komponenten des Getriebes verbaut sein, insbesondere in einem gemeinsamen Getriebegehäuse. Derartige Getriebe, die weitere Aggregate wie auch den Elektromotor im Getriebegehäuse enthalten werden als sogenannte „Hybridgetriebe“ bezeichnet. Problematisch bei den Hybridgetrieben ist insbesondere der geringe zur Verfügung stehende Bauraum.

Bei den Hybridgetrieben sind Ausführungsformen bekannt, bei denen die elektrische Maschine ein offenes Gehäuse aufweist. Sogenannte Lagerschilde bilden die seitlichen Gehäusedeckel und sind orthogonal zur Rotorwelle angeordnet. Das Blechpaket des Stators wird dabei durch zwischen den Lagerschilden angeordnete Zuganker fixiert.

Zur Schmierung und Kühlung der Komponenten des Hybridgetriebes, wie der elektrischen Maschine und des als Doppelkupplungsgetriebes ausgebildeten Getriebes ist es bekannt, im Inneren des Getriebegehäuses einen Ölkreislauf auszubilden. Hierbei wird das Öl in einem üblicherweise in Einbaulage unten im Getriebegehäuse angeordneten Ölsumpf gesammelt und von dort zu den Komponenten, beispielsweise zu verbauten Kupplungen des Getriebes und der elektrischen Maschine, geleitet (Sumpfkühlung). Die Rotorwelle der elektrischen Maschine ist dabei als Hohlwelle mit Bohrungen ausgeführt, wobei das Öl entsprechend in die Bohrungen gepumpt wird. Ausgehend von den Bohrungen wird das Kühlöl durch Fliehkraft an die Innenseite der Statorwicklung der elektrischen Maschine geschleudert und somit eine Kühlung erzielt.

Beim Einsatz einer elektrischen Maschine in Hochvolttechnologie entspricht der Außendurchmesser des Blechpakets des Stators nahezu dem Außendurchmesser der Lagerschilde. Eine alternative Ausführungsform einer Kühlung über einen Kühlmantel der als zylindrische Gehäusewandung einer elektrischen Maschine mit einem geschlossenen Gehäuse ausgebildet wird, ist bei einem Hybridgetriebe aufgrund des geringen radialen Freiraums zwischen dem Blechpaket des Stators und einem realisierbaren äußeren Durchmesser der elektrischen Maschine bei begrenztem Bauraum insbesondere bei Hochvolt Anwendungen nicht möglich.

Weitere Ausführungsformen von Kühlungen des Stators sind aus der DE 10 2012 022 452 B4 und DE 10 2012 017 293 A1 bekannt.

Zwecks Kühlung sind bei der DE 10 2012 022 452 B4 im Bereich des Außenumfangs des Stators eine Vielzahl von Kühlkanälen angeordnet. Die Kühlkanäle sind unter Bildung von Mäanderanordnungen miteinander verbunden. Die Mäanderanordnungen sind parallel an eine Fluidversorgungseinrichtung angeschlossen und werden mit Kühlfluid durchflossen.

Bei der DE 10 2012 017 293 A1 ist die elektrische Maschine mit einem zylindrischen Gehäuseabschnitt ausgebildet. Innerhalb des Gehäuseabschnitts ist ein Stator angeordnet, der starr mit dem Gehäuseabschnitt verbunden ist. Der Stator weist einen

Statorkern auf, an dem eine Mehrzahl von Statorwicklungen ausgebildet sind. Die Statorkühlordnung wird über eine Vielzahl von Kühlkanälen gebildet, die zwischen dem Statorkern und dem Gehäuseabschnitt angeordnet sind. Der Statorkern ist hierfür als Statorblechpaket aus einer Vielzahl von Statorblechen zusammengesetzt. Nachteilig bei dieser Ausführungsform ist unter anderem der hohe Aufwand. Bei der Herstellung des Blechpakets, müssen viele verschiedene Statorbleche gerichtet gegeneinander zusammengebaut werden, was einen hohen Kosten- und Montageaufwand bedeutet. Eine beidseitige Kühlung der Wickelköpfe des Stators ist nicht gleichmäßig und daher ungenügend erzielbar.

Eine gleichmäßige Kühlung der Wickelköpfe ist aus der US 2019/0006914 A1 bekannt. Bei dieser Kühlvorrichtung wird das Kühlfluid über eine axial in dem zylindrischen Gehäuse der elektrischen Maschine angeordneten Fluidkanal zu geschlitzten Ringscheiben geleitet, die dann eine gleichmäßige Verteilung des Kühlfluids radial von außen auf die Wickelköpfe bewirken.

Die DE 197 49 108 C1 offenbart einen Elektromotor mit Kühlung und einem gehäuselosen Stator. Der Stator ist mit Kühlnuten versehen, in denen Kühlrohre angeordnet sind. Die Kühlrohre sind mit dem Statorblechpaket und den Wickelköpfen durch einen wärmeleitenden Kunststoff verbunden.

Des Weiteren ist aus der WO 2019/ 091 351 A1 eine Kühlung eines Elektromotors bekannt. Das Kühlsystem zum Kühlen des Stators umfasst dabei eine Vielzahl von Kühlkanäle, die sich entlang eines Umfangsabschnitts des Stators erstrecken. Durch die Kühlkanäle wird ein Kühlfluid geführt, welches in beidseits der Wickelköpfe angeordnete Fluidkanäle mündet. Die Fluidkanäle sind mit Durchgangsöffnungen zur gleichmäßigen Verteilung des Kühlfluids auf die Wickelköpfe ausgeführt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher eine elektrische Maschine mit einem Kühlsystem, insbesondere eine elektrische Maschine für einen hybridisierten Antriebsstrang eines Fahrzeugs derart weiterzubilden, dass eine effektive Kühlung des Stators und insbesondere gleichmäßige Kühlung der Wickelköpfe erzielbar ist, wobei die elektrische Maschine hinsichtlich der Baugröße möglichst kompakt aufgebaut sein soll. Des Weiteren soll der Herstell- und Montageaufwand für die elektrische Maschine gering sein.

Diese Aufgabe löst die vorliegende Erfindung durch eine elektrische Maschine mit den in Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Durch die erfindungsgemäße Ausführung ist eine verbesserte Kühlung für die elektrische Maschine möglich, die durch eine optimale Kühlung der Wickelköpfe und des an die Wickelköpfe anliegenden Blechpakets erreicht wird. Insbesondere wird kein weiterer Bauraum in radialer Richtung zur Ausbildung der Kühlanordnung benötigt.

Dies wird dadurch erreicht, dass in dem Blechpaket am Außenumfang genau eine nutartige Aussparung ausgebildet wird, in der eine Fluidleitung ausgebildet ist. Diese dient der Zuführung des Kühlfluids zu beidseits axial ausgebildeten radialer umlaufender Fluidkanäle und zu ringförmigen Elementen, die zur gleichmäßigen Verteilung des Kühlfluids Durchgangsbohrungen/Schlitze aufweisen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Fluidleitung mittels eines rohrförmigen Elementes ausgebildet, das in der nutartigen Aussparung eingesetzt ist. Bei dieser Ausführungsform fließt das Kühlfluid in dem eingesetzten rohrförmigen Element.

Zwecks gleichmäßiger Verteilung des Kühlfluids auf beide Wickelköpfe ist das rohrförmige Element mit einer in Axialrichtung gesehen mittig eingebrachten Kühlfluidzuführöffnung versehen.

Erfindungsgemäß werden die Fluidkanäle über die Anordnung und Ausbildung der ringförmigen Elemente gebildet. Die radial umlaufenden Fluidkanäle werden über ein oder mehrere Statorbleche mit reduziertem Außendurchmesser gebildet.

Vorteilhafterweise sind die Durchgangsbohrungen/Schlitze gleichmäßig verteilt über den gesamten Umfang der ringförmigen Elemente eingebracht.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Im Sinne der vorliegenden Erfindung bedeutet axial in Richtung der Rotationsachse verlaufend, radial bedeutet orthogonal dazu verlaufend. Von innen nach außen verlaufend bedeutet eine Richtung ausgehend von der Rotationsachse der Motorwelle nach radial außen verlaufend. Von außen nach innen verlaufend bedeutet eine Richtung ausgehend von dem Gehäuse nach radial innen zu der Rotationsachse verlaufend.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand in den Zeichnungen schematisch dargestellter Ausführungsbeispiele beschrieben.

Es zeigt:

Fig. 1 einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs mit einem Hybridgetriebe,

Fig. 2 einen Ausschnitt einer elektrischen Maschine in einer schematischen Darstellung in einer Schnittdarstellung in einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 3 ein Ausschnitt der elektrischen Maschine gemäß Figur 2 in einer schematischen Darstellung mit eingezeichneter Kühlfluidführung,

Fig. 4 eine perspektivische Darstellung des Rotors und des Stators der elektrischen Maschine in der nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 5 eine perspektivische Teilansicht des Rotors und des Stators mit eingesetztem rohrförmigem Element zur Kühlfluidverteilung an die Stirnseiten des Stators,

Fig. 6 eine vergrößerte perspektivische Schnittansicht auf das Detail der Kühlfluidzuführung über das rohrförmige Element zu den ringförmigen Elementen im Bereich des ersten Wickelkopfes,

Fig. 7 eine perspektivische Darstellung des ringförmigen Elementes als Einzelteil,

Fig. 8 einen Ausschnitt einer elektrischen Maschine in einer schematischen Darstellung in einer Schnittdarstellung in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 9 ein Ausschnitt der elektrischen Maschine gemäß Figur 8 in einer schematischen Darstellung mit eingezeichneter Kühlfluidführung,

Fig. 10 eine axiale Ansicht auf die Stirnseite des Stators und Rotors mit ringförmigem Element,

Fig. 11 eine vergrößerte perspektivische Ansicht des Stators mit axialer Nut, radialem Kanal und ringförmigem Element zur Verteilung des Kühlfluids gemäß der erfindungsgemäßen Ausführungsform,

Fig. 12 eine perspektivische Teilansicht des Stators gemäß Figur 11 mit eingesetztem rohrförmigem Element,

Fig. 13 eine vergrößerte Detailschnittdarstellung der Kühlfluidzuführung durch das rohrförmige Element, den ringförmigen Kanal und das ringförmige Element zu einem Wickelkopf,

Fig. 14 einen Querschnitt durch den Stator und Rotor im Bereich des rohrförmigen Elements; und

Fig. 15 einen Querschnitt durch den Stator und den Rotor im Bereich des ringförmigen Elements.

In Figur 1 ist in einer schematischen Darstellung ein Antriebsstrang 10 eines Fahrzeugs mit einem Hybridgetriebe 1 dargestellt. Der Antriebsstrang 10 nach Figur 1 beinhaltet einen Antriebsmotor VM, beispielsweise in Form eines Verbrennungsmotors, der aus einem Energiespeicher wie einem Kraftstofftank 13 versorgt wird. Ferner beinhaltet der Antriebsstrang 10 ein Doppelkupplungsgetriebe 14, dessen Abtriebsseite mit einem Differential 16 verbunden ist. Das Differential 16 verteilt Antriebsleistung auf ein linkes und ein rechtes angetriebenes Rad 18L, 18R. Das Doppelkupplungsgetriebe 14 beinhaltet eine zweite Reibkupplung 20 sowie ein zweites Teilgetriebe TG2. Das zweite Teilgetriebe TG2 beinhaltet beispielsweise Gangstufen N, 2, 4, 6, R, die mittels schematisch angedeuteter Schaltkupplungen 24 ein- und auslegbar sind. Die zweite Reibkupplung 20 und das zweite Teilgetriebe TG2 bilden einen zweiten Leistungsübertragungspfad 26 zur Übertragung von Leistung von dem Antriebsmotor VM zu dem Differential 16. Das Doppelkupplungsgetriebe 14 beinhaltet ferner eine erste Reibkupplung 30 sowie ein erstes Teilgetriebe TG1. Das erste Teilgetriebe TG1 beinhaltet beispielsweise die ungeraden Gangstufen N, 1, 3, 5, 7 etc., die mittels zugeordneter Schaltkupplungen 31 ein- und auslegbar sind. Die erste Reibkupplung 30 und das erste Teilgetriebe TG1 bilden einen ersten Leistungsübertragungspfad 36 zur Übertragung von Antriebsleistung von dem Antriebsmotor VM zu dem Differential 16. Erste und zweite Reibkupplung 30, 20 sind konzentrisch zueinander angeordnet.

Ferner beinhaltet der Antriebsstrang 10 eine elektrische Maschine 40, die mit einer Anordnung 41 zur Ansteuerung und Energieversorgung verbunden ist. Die Anordnung 41 kann beispielsweise eine Leistungselektronik mit einem Umrichter sowie eine Batterie beinhalten. Eventuell ist auch die Getriebesteuerung integriert. Bei einer Ausführung

als Plug-In Hybrid ist die Batterie als Hochvolt-Batterie ausgeführt und über eine externe Stromquelle aufladbar. Die elektrische Maschine EM 40 ist an das zweite Teilgetriebe TG2 fest angebunden, beispielsweise mittels eines Stirnradsatzes oder dergleichen.

Die Steuerung des Getriebes und der elektrischen Maschine 40 (Elektromotor) erfolgt über einen Inverter. Die dargestellte Anordnung ist nur ein mögliches Ausführungsbeispiel.

Elektrische Maschinen 40 wandeln elektrische Energie in mechanische um und umgekehrt. Im Kraftfahrzeug werden Drehstrommaschinen eingesetzt. Diese bestehen wie nachfolgend näher beschrieben aus einem in einem Gehäuse aufgenommenen Stator (stationären Teil) und einem Rotor (rotierendes Teil). Dieser grundsätzliche Aufbau ist dem Fachmann bekannt und wird daher nicht in allen Einzelheiten beschrieben.

In den Figuren 2-7 wird ein nicht erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel einer elektrischen Maschine 40 gezeigt. Die elektrische Maschine 40 weist in einem offenen Gehäuse 42, das über Gehäuseabschnitte 42a gebildet wird, einen ortsfest angeordneten Ständer bzw. Stator 43 mit Stator kern 44 auf, an dem eine Vielzahl von Statorwicklungen ausgebildet sind. Seitlich wird der Stator kern 44 des Stators 43 von Wickelköpfen 45 der elektrischen Wicklung (Statorwicklung) überragt. Die Wickelköpfe 45 weisen eine innere Umfangsfläche 52 und eine äußere Umfangsfläche 53 auf.

Der Stator kern 44 ist aus einer Vielzahl von Statorblechen zu einem Statorblechpaket 44b zusammengesetzt, wie es aus dem Stand der Technik bekannt ist. Der Stator kern 44 weist eine Außenmantelfläche 44a mit einem Durchmesser D1 und eine Innenmantelfläche 44b mit einem Durchmesser D2 auf.

Radial innerhalb des Stators 43 ist ein Rotor 47 angeordnet, der an dem Gehäuse 42 drehbar gelagert ist.

Der Rotor 47 ist beispielsweise als Rotorblechpaket ausgeführt und umfasst eine Vielzahl von Rotorblechen. Ferner umfasst der Rotor 47 eine Motorwelle 46, auf der der Rotor 47 drehfest angeordnet ist. Die Motorwelle 46 besitzt eine Längsachse bzw. Rotationsachse R.

Beidseits der Motorwelle 46 sind jeweils deckelförmiger Lagerschilde 49 angeordnet, die als Gehäuseabschnitte 42a das offene Gehäuse 42 bilden und die elektrische Maschine 40 in axialer Richtung begrenzen. Die beiden Lagerschilde 49 sind orthogonal

zur Motorwelle 46 angeordnet. An ihrem radial gesehen äußeren Umfangsbereich 49a weisen die Lagerschilde 49 einen axial nach innen sich erstreckenden umlaufenden Rand 49b auf. Der Umfangsbereich 49a ist mit Gewinde und Befestigungsösen ausgeführt, um den Stator 43 zwischen den Lagerschilden 49 aufzunehmen und über Zuganker einzuspannen. Dies ist zeichnerisch nicht dargestellt.

Lagerschilde 49 sind die A- und B- seitigen Deckel des Motorgehäuses 42. Die A- und B- Seite eines Motorgehäuses liegen orthogonal zur Rotorwelle. Als A- Seite wird die Lastseite bezeichnet, an der Lastseite der elektrischen Maschine bzw. an die Motorwelle wird bei der Integration der elektrischen Maschine in einen Hybrid-Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs ein nicht dargestelltes Getriebe beispielsweise ein Doppelkupplungsgetriebe 14 angebunden. Die B- Seite ist die Geberseite der elektrischen Maschine.

Die Lagerung der Motorwelle 46 erfolgt über Wellenlager 52, vorzugsweise Kugellager die zwischen Motorwelle 46 und den beidseitig angeordneten Lagerschildern 49 eingebracht sind. Zur Aufnahme der Wellenlager 52 sind die Lagerschilde 49 mit einem ringförmigen axial sich erweiternden Abschnitt ausgeführt.

Die elektrische Maschine 40 kann nicht nur als Elektromotor, sondern auch als Generator betrieben werden, um auf diese Weise einen Ladestrom zum Laden einer elektrischen Batterie des Antriebsstrangs 10 zu erzeugen.

Die elektrische Maschine ist mit einem integrierten Kühlsystem zur Kühlung des Statorkerns und insbesondere der Wickelköpfe ausgeführt, welches nachfolgend anhand der Detaildarstellungen der Figuren 2 – 7 in einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform näher beschrieben ist.

Das Kühlsystem beinhaltet einen axial verlaufenden Fluidkanal FL, der in einer axial verlaufenden Nut 60, die in der Außenmantelfläche 44a des Statorkerns 44 gebildet ist, verläuft. Die axial verlaufende Nut 60 wird über entsprechend gefertigte Statorbleche gebildet, in die bei der Fertigung zusätzlich zu den üblichen Aussparungen für z.B. die Statorwicklungen eine viereckige oder halbrunde Aussparung an einer Position am Außendurchmesser D1 ausgeführt wird. Beim anschließenden Zusammensetzen der derart gefertigten einzelnen Statorbleche ergibt sich die vorbeschriebene axial verlaufende Nut 60. Die einzelnen zu dem Statorblechpaket 44b zusammengefügte Statorbleche sind der Einfachheit halber zeichnerisch nicht dargestellt.

In diese axial verlaufende Nut 60 ist ein dem Querschnitt der Nut 60 angepasstes rohrförmiges Element 61, welches eine axial verlaufende Fluidleitung FL bildet, eingefügt. In Axialrichtung gesehen mittig ist das rohrförmige Element mit einer Bohrung als Fluideinlassöffnung 62 versehen. Die beiden offenen gegenüberliegenden Enden 63a, b des rohrförmigen Elementes 61 bilden Fluidauslassöffnungen.

Der Fluidanschluss über die Fluideinlassöffnung 62 ist zeichnerisch nicht dargestellt. Dieser wird von einer Fluidpumpe mit Kühlfluid, vorzugsweise Öl versorgt.

Das Kühlsystem umfasst des Weiteren ringförmige Elemente 70, die zwischen den Endbereichen bzw. Stirnseiten des Stator kernels 44 und dem Lagerschild 49 verspannt angeordnet sind und einen radial umlaufenden Fluidkanal 71 bilden.

Die ringförmigen Elemente 70 sind in der Figur 7 als Einzelteile dargestellt. Dies umfassen einen ersten Ringabschnitt 72 mit einer Vielzahl von über den Umfang verteilt angeordneten Schlitzten bzw. Bohrungen 73. Der Ringabschnitt 72 weist einen ersten axialen Endbereich auf, der zur dichtenden Anlage an die Stirnseite des Stator kernels 44 ausgebildet ist, und einen zweiten axialen Endbereich, der in einen zweiten radial nach außen verlaufenden Ringabschnitt 74 übergeht. Dieser zweite radial nach außen verlaufende Ringabschnitt 74 dient der dichtenden Anlage an den umlaufenden Rand 49b des Lagerschildes 49.

Der umlaufende radiale Fluidkanal 71 wird jeweils durch die Stirnseiten des Stator kernels 44 die ringförmigen Elemente 70 und die Lagerschilder 49 gebildet.

Ausgehend von der Fluideinlassöffnung 62 wird das Öl zu den beiden Fluidauslassöffnungen 63a, b geführt, gelangt dann in die beidseitig ausgeführten radialen Fluidkanäle 71. Das Öl wird zunächst um 360 Grad um die Fluidkanäle 71 geführt und fließt gleichmäßig durch die über den Umfang der ringförmigen Elemente eingebrachten Schlitzte bzw. Bohrungen 73 auf die äußere Umfangsfläche 53 der Wickelköpfe 45 zwecks Kühlung.

Die Fließrichtung und Verteilung des Öls sind schematisch durch die Pfeile PF angezeigt.

In einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform sind die Schlitzte/Bohrungen nicht über dem gesamten Umfang des ersten Ringabschnitts 72 verteilt angeordnet, sondern

nur maximal über 180 Grad. Das in den radialen Fluidkanal 71 geführte Öl wird dann in dem Abschnitt ohne Schlitze/Bohrungen zunächst aufgestaut.

Die Schlitze/Bohrungen in dem ringförmigen Element 70 können bei der Fertigung vor einem Blechformen eingebracht werden.

In den Figuren 8 – 15 ist eine erfindungsgemäße Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kühlsystems dargestellt, welches nachfolgend näher beschrieben wird.

Gleiche zuvor bereits beschriebene Teile werden mit gleichen Bezugszeichen versehen und an dieser Stelle nicht näher beschrieben.

Im Unterschied zu dem vorstehend beschriebenen nicht erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel wird sowohl der axiale Fluidkanal als auch der radiale Fluidkanal sowie die Schlitze und Bohrungen zur gleichmäßigen Verteilung des Kühlfluids auf die äußere Umfangsfläche 53 der Wickelköpfe 45 durch die Ausgestaltung und Anordnung der endseitigen Statorbleche des Blechpakets des Statorkerns 44 gebildet.

Das aus Statorblechen zusammengefügte Statorblechpaket 44c umfasst dabei einen mittleren Abschnitt 44d und beidseitige Endabschnitte 44e. Das Kühlsystem beinhaltet einen axial verlaufenden Fluidkanal, der in einer axial verlaufenden Nut 60, die in dem mittleren Abschnitt der Außenmantelfläche 44a des Statorblechpakets 44c gebildet ist, verläuft. Die axial verlaufende Nut 60 wird über entsprechend gefertigte Statorbleche gebildet, in die bei der Fertigung zusätzlich zu den üblichen Aussparungen für z.B. die Statorwicklungen eine viereckige oder halbrunde Aussparung an einer Position am Außendurchmesser D1 ausgeführt wird. Beim anschließenden Zusammensetzen der derart gefertigten einzelnen Statorbleche ergibt sich die vorbeschriebene axial verlaufende Nut 60 in dem mittleren Abschnitt 44d.

An diesen mittleren Abschnitt 44d werden bei der Herstellung eine oder mehrere Statorbleche 80 axial angefügt, die einen gegenüber dem Durchmesser D1 geringeren Durchmesser D3 aufweisen. Anschließend an diese Statorbleche 80 werden endseitig Statorbleche 81 abschließend angeordnet, die den Außendurchmesser D1 aufweisen und mit axialen Schlitzen / Durchgangsbohrungen 84 ausgeführt sind. Die Schlitze / Durchgangsbohrungen sind in einem außenliegenden Randbereich der Statorbleche 81 eingebracht, der auf einem Durchmesser kleiner als D1 und größer oder gleich D3 liegt.

Der umlaufende radiale Fluidkanal 71' wird bei diesem Ausführungsbeispiel durch den Stator Kern selbst und zwar die Stirnseiten des mittleren Abschnitts 44d des Stator Kerns die Statorbleche 80 und die Statorbleche 81 gebildet. Es werden demnach keine zusätzlichen weiteren Bauteile zur Herstellung des Fluidsystems benötigt. Der radiale Fluidkanal 71' wird über die Statorbleche 81, die ringförmigen Elemente 70' bilden begrenzt.

Ausgehend von der Fluideinlassöffnung 62 wird das Öl durch den axialen Fluidkanal zu den beiden Fluidauslassöffnungen 63a, b geführt, gelangt dann in die beidseitig ausgeführten radialen Fluidkanäle 71'. Das Öl wird zunächst um 360 Grad um die Fluidkanäle 71' geführt und fließt gleichmäßig durch die axial in die als ringförmige Elemente 70' ausgebildeten Statorbleche 81 eingebrachten Schlitz bzw. Bohrungen 84 auf die äußere Umfangsfläche 53 der Wickelköpfe 45 zwecks Kühlung.

Die Fließrichtung und Verteilung des Öls ist schematisch durch die Pfeile PF angezeigt.

In einer nicht dargestellten weiteren Ausführungsform kann die axial verlaufende Fluidleitung FL anstelle durch ein separates rohrförmiges Element auch durch die axial verlaufende Nut 60 selbst gebildet werden. Hierbei wird die Fluidleitung FL1 mittels eines länglichen Elementes, welches die Nut abdeckt, fluiddicht verschlossen.

Zeichnerisch dargestellt ist nur eine Seite des Stators 43 mit Wickelkopf 45 und zugeordneten Elementen des Kühlsystems. Die gegenüberliegende zweite Seite ist entsprechend ausgeführt.

Bezugszeichenliste

1	Hybridgetriebe
10	Antriebsstrang
13	Kraftstofftank
14	Doppelkupplungsgetriebe
16	Differential
18L	linkes angetriebenes Rad
18R	rechtes angetriebenes Rad
20	zweite Reibkupplung
24	Schaltkupplung
26	Leistungsübertragungspfad
30	erste Reibkupplung
31	Schaltkupplung
36	Leistungsübertragungspfad
40	elektrische Maschine
41	Anordnung zur Ansteuerung und Energieversorgung
42	Gehäuse
43	Stator
44	Statorkern
45	Wickelköpfe
46	Motorwelle
47	Rotor
49	Lagerschild
60	axial verlaufende Nut
61	rohrförmiges Element
62	Fluideinlassöffnung
63a, b	Fluidauslassöffnung
70, 70'	ringförmiges Element
71, 71'	radialer Fluidkanal
80	Statorblech
81	Statorblech

### Ansprüche

1. Elektrische Maschine (40) für einen Antriebsstrang (10) eines Kraftfahrzeugs, mit

- einem Gehäuseabschnitt (42a)
- einem Stator (43), der in Bezug auf den Gehäuseabschnitt (42a) festgelegt ist und einen Stator Kern (44) aufweist, an dem Statorwicklungen festgelegt sind, die an den Stirnseiten des Statorkerns (44) Wickelköpfe (45) bilden
- einem Rotor (47) der drehfest auf einer Motorwelle (46) angeordnet ist, der in Bezug auf den Stator (43) drehbar gelagert ist,
- einem Kühlsystem zum Kühlen des Stators (43), wobei das Kühlsystem mindestens einen Fluidkanal (FL) umfasst, der sich entlang eines Umfangsabschnitts (44a) des Stators (43) erstreckt und durch den ein Kühlfluid führbar ist, wobei

ein axial verlaufender Fluidkanal (FL) im äußeren Umfangsbereich (44a) des Statorkerns (44) eingebracht ist, der in beidseits radial verlaufende im Bereich der Wickelköpfe (45) angeordnete Fluidkanäle (71') mündet, wobei die radial verlaufenden Fluidkanäle (71') jeweils durch ein Element (70') gebildet und/oder begrenzt werden, und wobei in das Element (70') Durchgangsschlitze und/oder Durchgangsbohrungen (73, 84) zumindest über einen Abschnitt des Umfangs eingebracht sind, die eine gleichmäßige Zuführung des Kühlfluids auf den äußeren Umfangsbereich der Wickelköpfe (45) zwecks Kühlung bewirken, dadurch gekennzeichnet, dass genau ein axial verlaufender Fluidkanal (FL) im äußerem Umfangsbereich (44a) des Statorkerns (44) eingebracht ist, und dass die radial verlaufenden Fluidkanäle (71') durch ein ringförmiges Element (70') gebildet und/oder begrenzt werden, und dass die ringförmigen Elemente (70') über endseitig an einen mittleren Abschnitt (44d) des Statorkerns (44) angefügte Statorbleche (81) gebildet werden, die mit axialen Schlitzen/ Durchgangsbohrungen (84) ausgeführt sind, und dass die umlaufenden Fluidkanäle (71') über ein oder mehrere Statorbleche (80) mit reduziertem Außendurchmesser D<sub>3</sub>, die Statorbleche (81) und die Stirnseiten des mittleren Abschnitts (44d) gebildet werden.

2. Elektrische Maschine (40) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlfluid ein Öl ist.

3. Elektrische Maschine (40) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator Kern (44) aus einer Vielzahl von Statorblechen zu einem Statorblechpaket (44b) zusammengesetzt ist und eine Außenmantelfläche (44a) mit einem Durchmesser D1 aufweist.
4. Elektrische Maschine (40) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Gehäuseabschnitte (42a) als Lagerschilde (49) ausgebildet sind, die beidseits orthogonal an der Motorwelle (46) angeordnet sind und jeweils an ihrem äußeren Umfangsbereich (49a) einen axial nach innen sich erstreckenden umlaufenden Rand (49b) umfassen.
5. Elektrische Maschine (40) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Fluidkanal (FL) als rohrförmiges Element (61) in einer axial verlaufenden Nut (60), die in der Außenmantelfläche (44a) des Stator Kerns (44) gebildet ist, verläuft.
6. Elektrische Maschine (40) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Fluidkanal (FL) durch eine axial verlaufende Nut (60), die in der Außenmantelfläche (44a) des Stator Kerns (44) gebildet ist und ein zugeordnetes deckelförmiges Element gebildet ist.

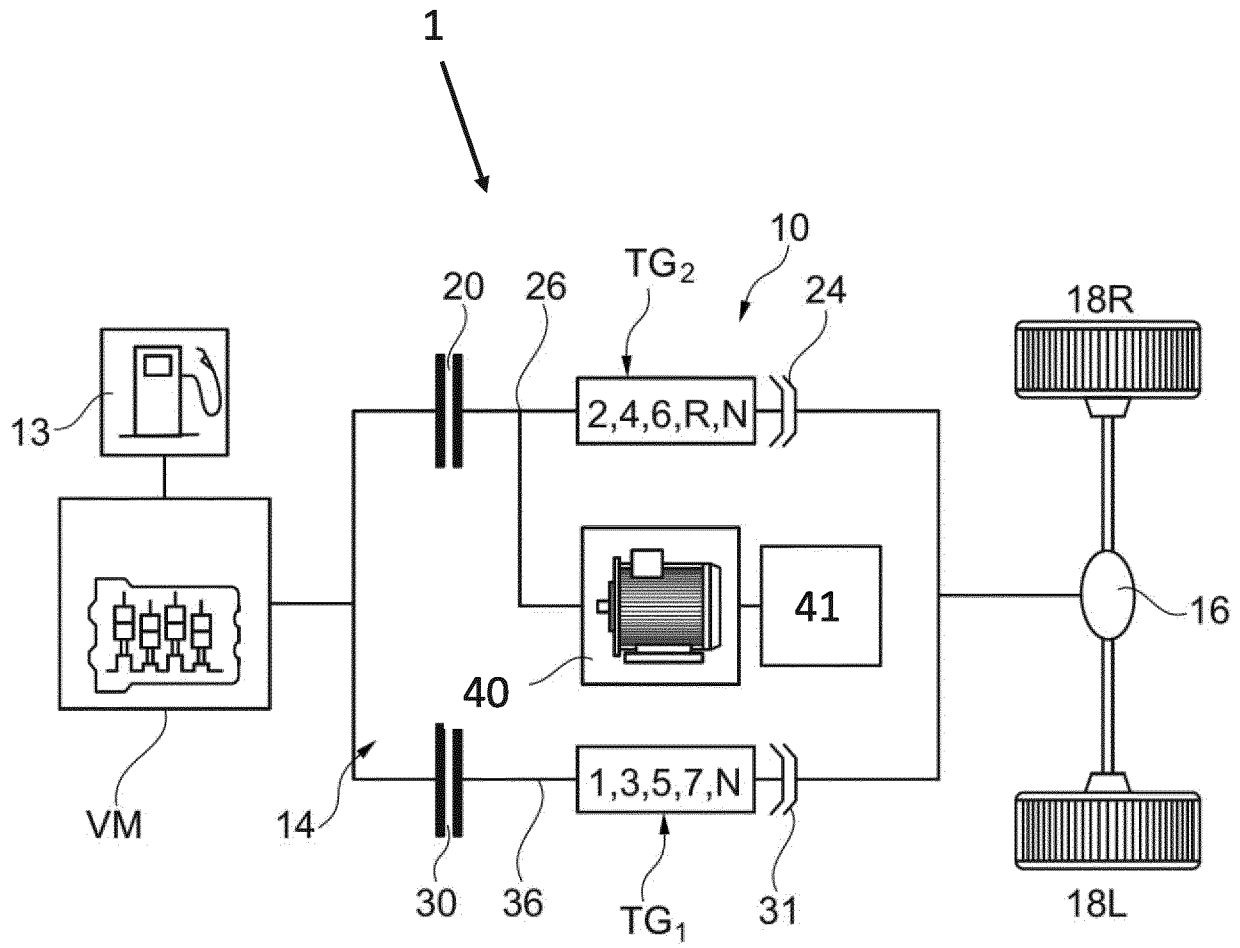


Fig. 1

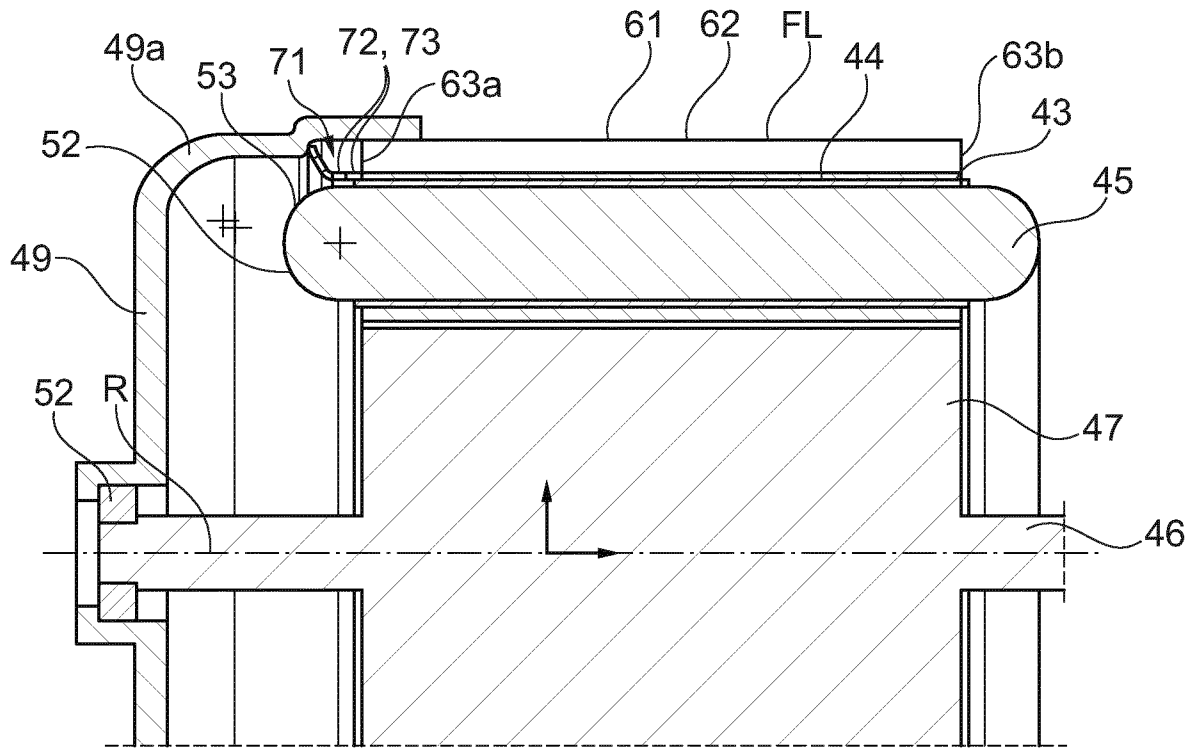


Fig. 2

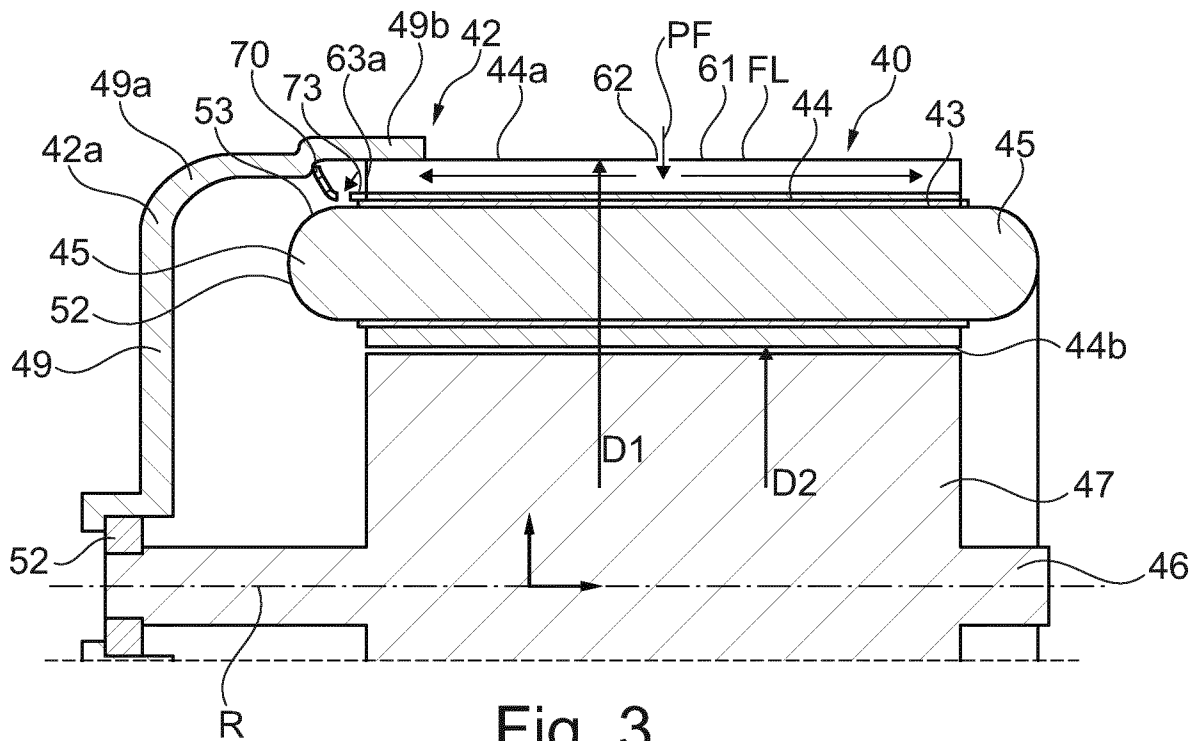


Fig. 3

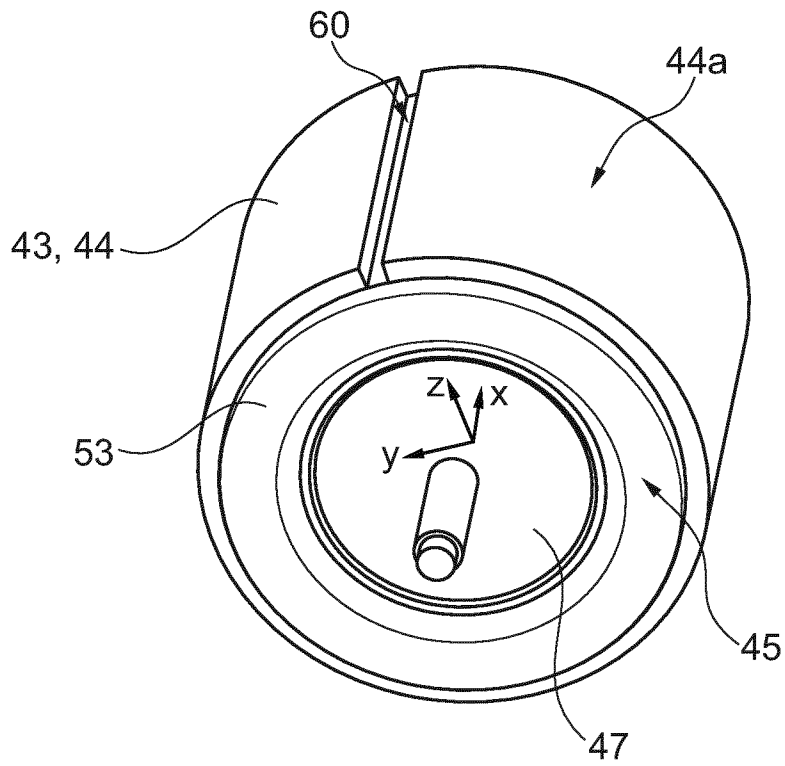


Fig. 4

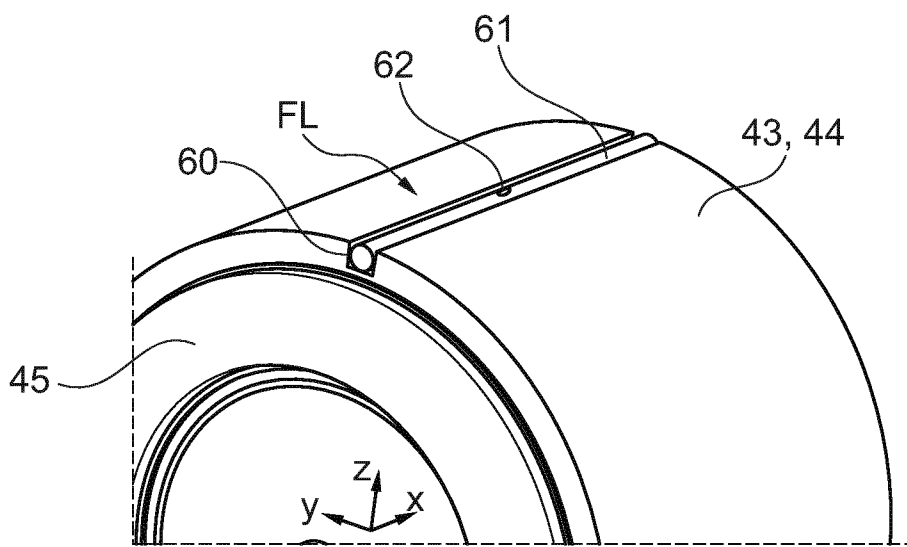


Fig. 5



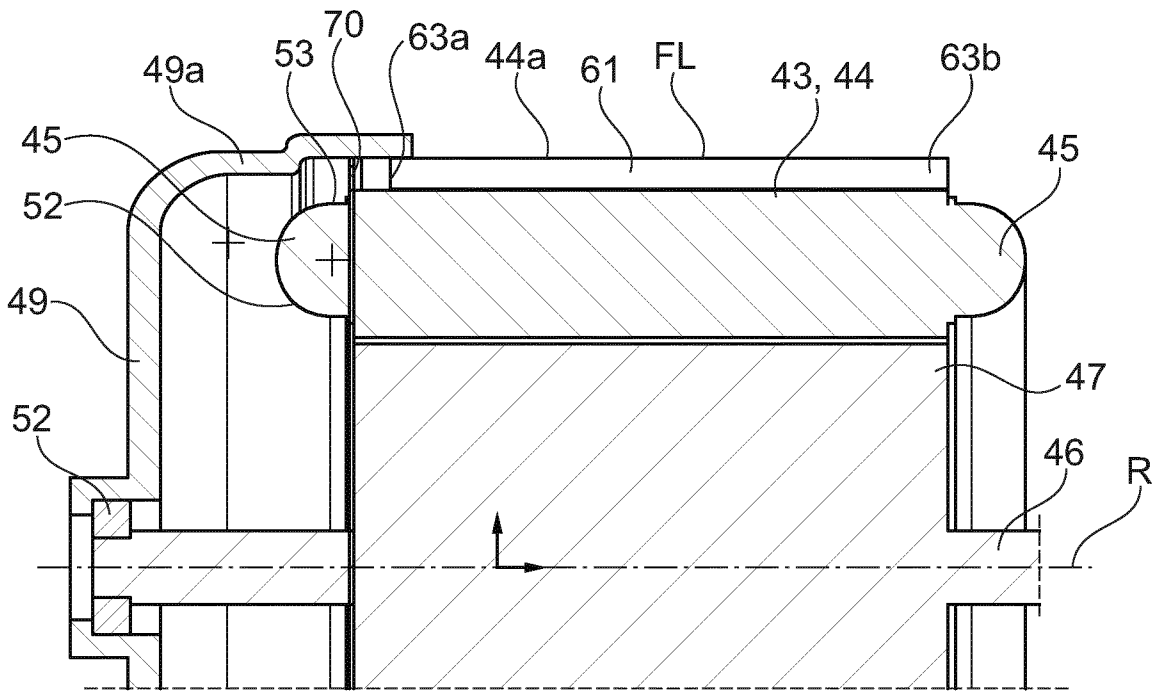


Fig. 8

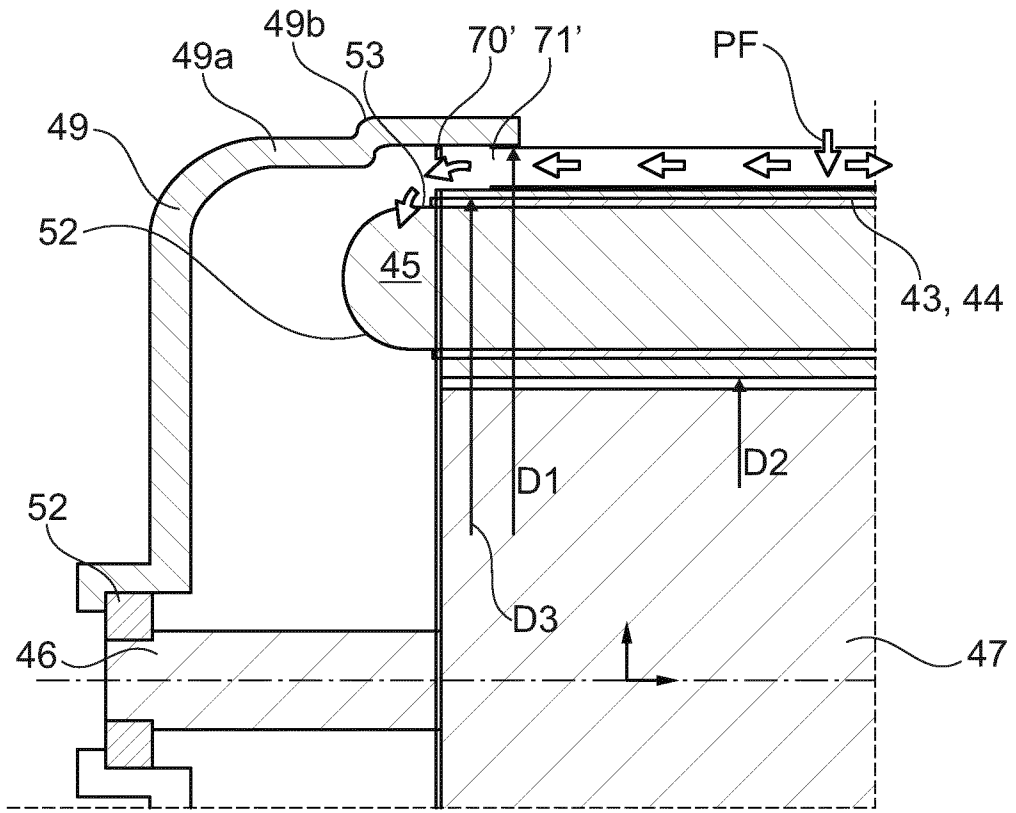


Fig. 9

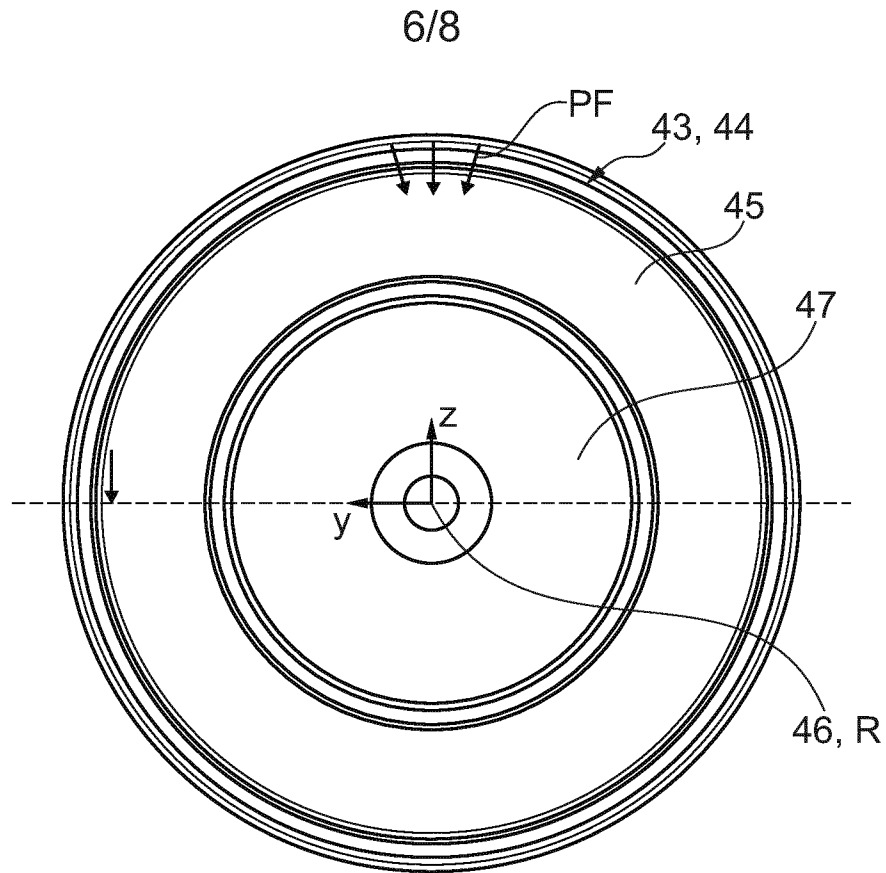


Fig. 10

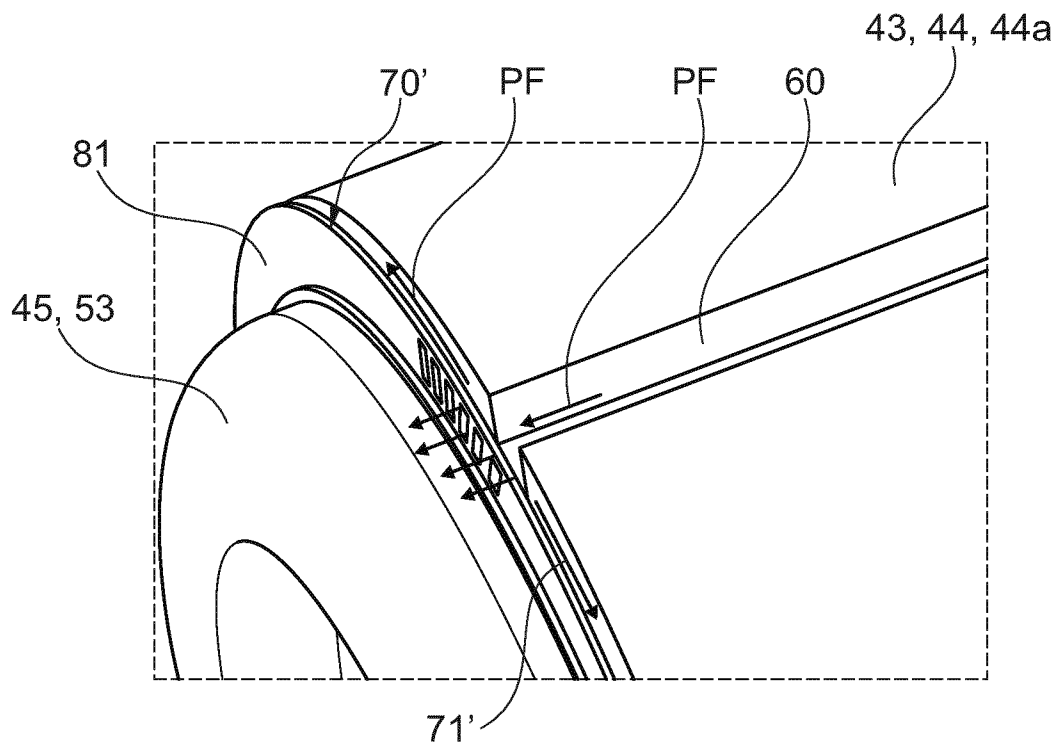


Fig. 11

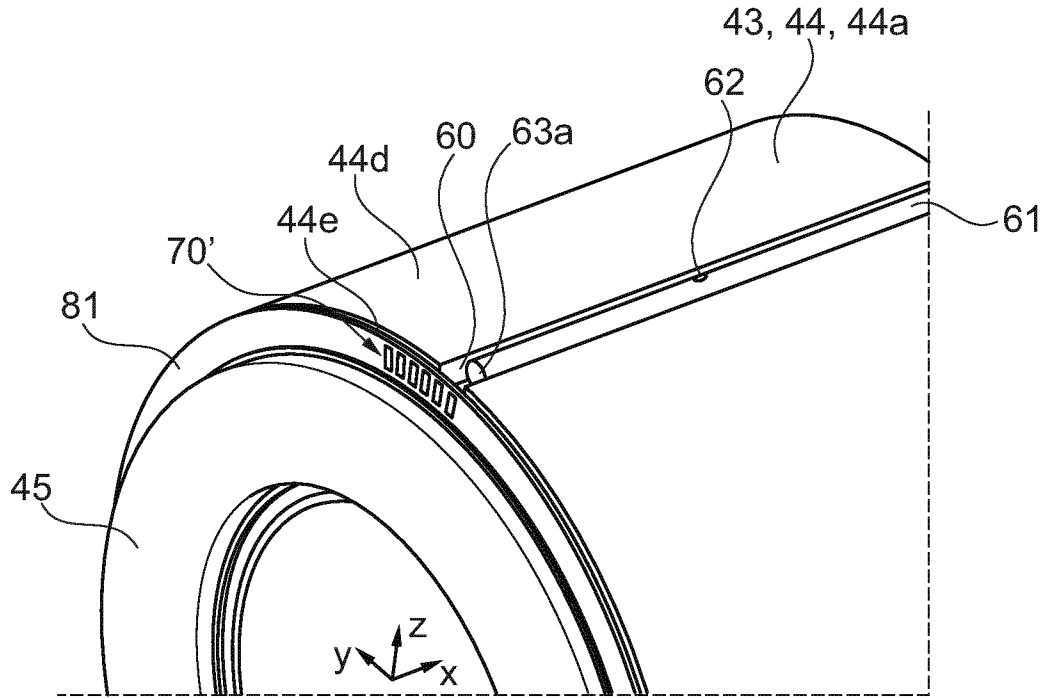


Fig. 12

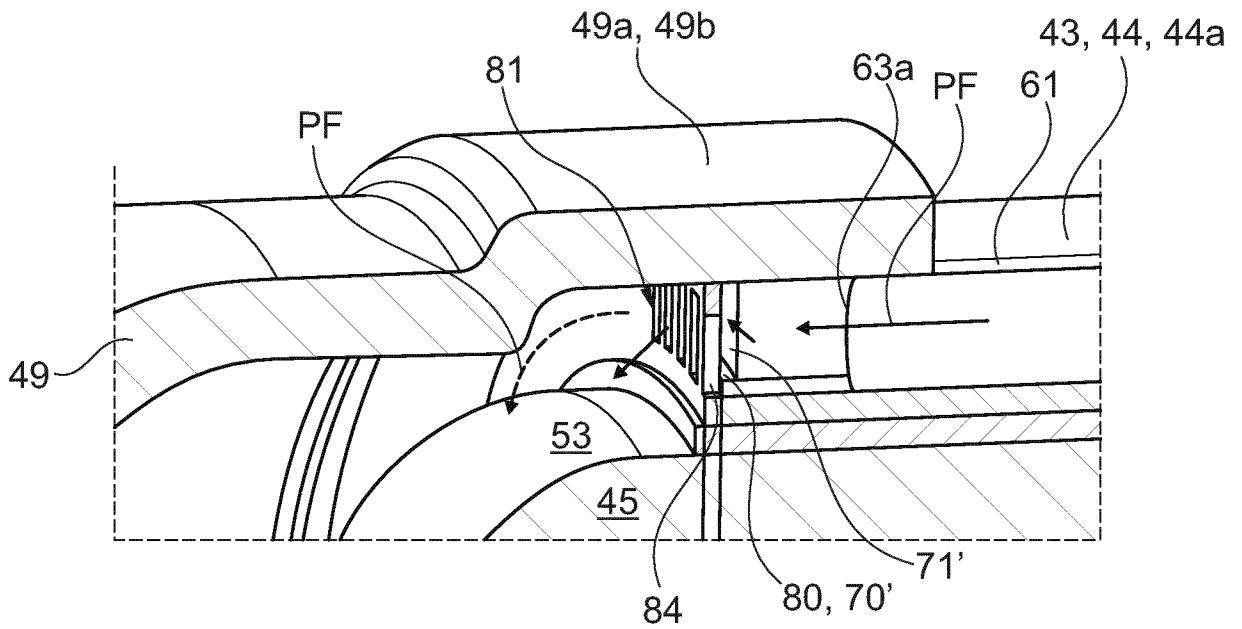


Fig. 13

8/8

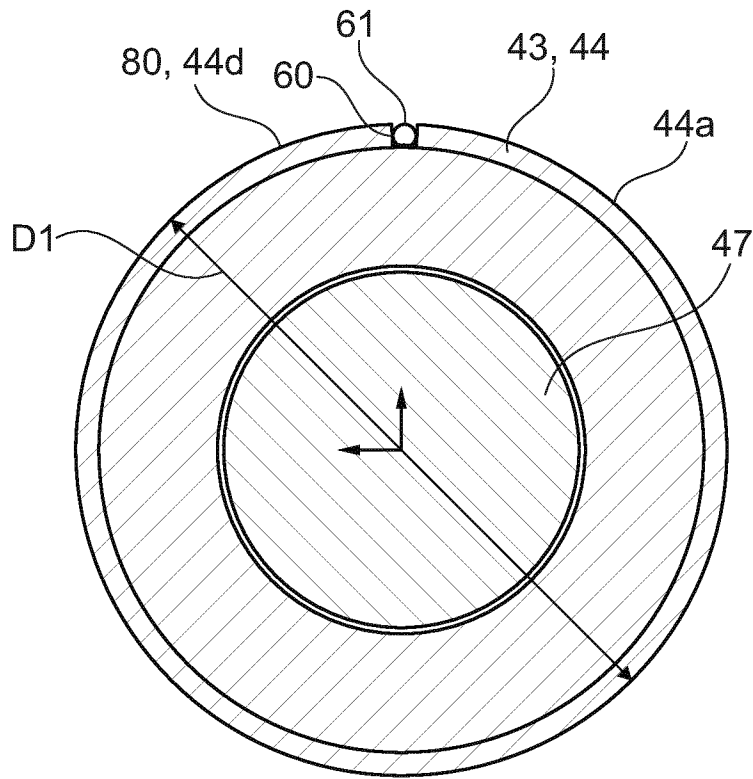


Fig. 14

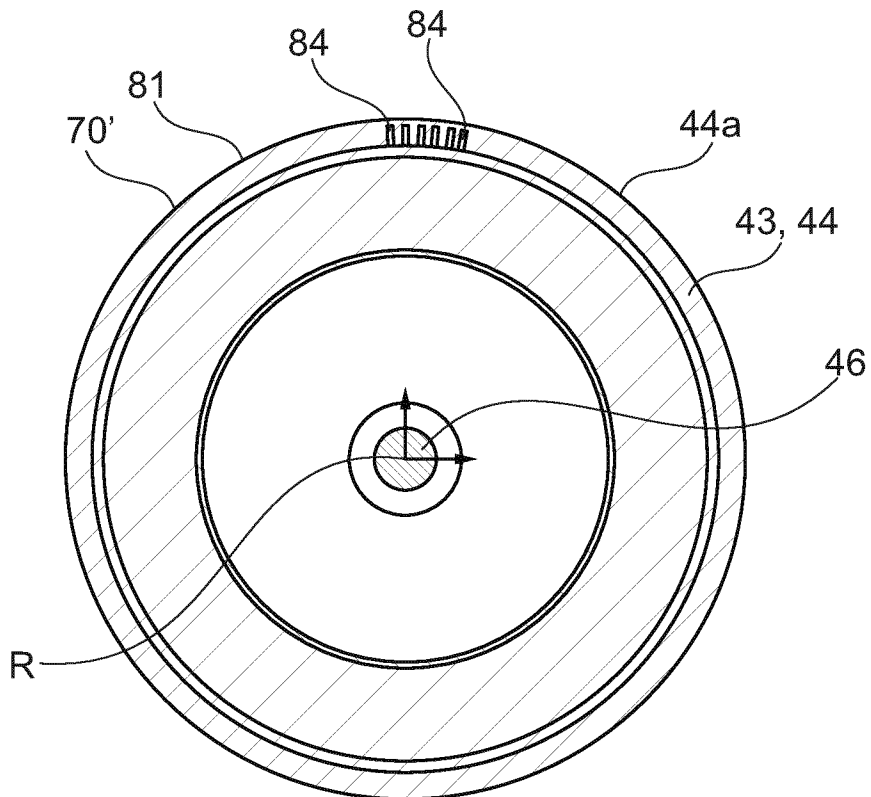


Fig. 15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/077151

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H02K 1/20</i> (2006.01)i; <i>H02K 9/19</i> (2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>  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		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2019006914 A1 (GRAVES SCOTT MICHAEL [US] ET AL) 03 January 2019 (2019-01-03) cited in the application paragraph [0027]; figure 3 paragraph [0032]	1-6
A	DE 102012022452 B4 (GETRAG GETRIEBE UND ZAHNRADFABRIK HERMANN HAGENMEYER GMBH & CIE KG [DE]) 05 April 2018 (2018-04-05) cited in the application paragraph [0068] - paragraph [0077]; figure 1 paragraph [0087] - paragraph [0088]	1-6
A	EP 1600253 A2 (MEYER ROLF [CH]) 30 November 2005 (2005-11-30) paragraph [0022] - paragraph [0026]; figure 2	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search <b>14 December 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>13 January 2021</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Sollinger, Martin</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/EP2020/077151</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019006914	A1	03 January 2019	US	2019003526	A1	03 January 2019
				US	2019003570	A1	03 January 2019
				US	2019003572	A1	03 January 2019
				US	2019006914	A1	03 January 2019
				US	2019006923	A1	03 January 2019
-----							
DE	102012022452	B4	05 April 2018	NONE			
-----							
EP	1600253	A2	30 November 2005	DE	102004022301	A1	01 December 2005
				EP	1600253	A2	30 November 2005
-----							

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K1/20 H02K9/19 ADD.		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2019/006914 A1 (GRAVES SCOTT MICHAEL [US] ET AL) 3. Januar 2019 (2019-01-03) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0027]; Abbildung 3 Absatz [0032] -----	1-6
A	DE 10 2012 022452 B4 (GETRAG GETRIEBE UND ZAHNRADFABRIK HERMANN HAGENMEYER GMBH & CIE KG [DE] 5. April 2018 (2018-04-05) in der Anmeldung erwähnt Absatz [0068] - Absatz [0077]; Abbildung 1 Absatz [0087] - Absatz [0088] -----	1-6
A	EP 1 600 253 A2 (MEYER ROLF [CH]) 30. November 2005 (2005-11-30) Absatz [0022] - Absatz [0026]; Abbildung 2 -----	1-6
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
14. Dezember 2020		13/01/2021
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  Sollinger, Martin

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/077151

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019006914 A1	03-01-2019	US 2019003526 A1	03-01-2019
		US 2019003570 A1	03-01-2019
		US 2019003572 A1	03-01-2019
		US 2019006914 A1	03-01-2019
		US 2019006923 A1	03-01-2019
-----			
DE 102012022452 B4	05-04-2018	KEINE	
-----			
EP 1600253 A2	30-11-2005	DE 102004022301 A1	01-12-2005
		EP 1600253 A2	30-11-2005
-----			