(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
8. September 2017 (08.09.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/148690 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 1/16 (2006.01) *H02K 3/30* (2006.01)
H02K 3/50 (2006.01) *H02K 5/15* (2006.01)
H02K 7/00 (2006.01) *H02K 15/00* (2006.01)
H02K 9/22 (2006.01) *H02K 15/10* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/053178

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Februar 2017 (13.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 203 372.7 2. März 2016 (02.03.2016) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **FRÖHLICH, Holger**; Fagottstrasse 15, 13127 Berlin (DE). **KRAUSE, Robert**; Prenzlauer Allee 145 A, 10409 Berlin (DE). **CHARLES, David**; Kaiserin-Augusta-Allee 1, 10553 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

(54) Title: ELECTRIC MACHINE AND ASSOCIATED PRODUCTION METHOD

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE MASCHINE UND ZUGEHÖRIGES HERSTELLUNGSVERFAHREN

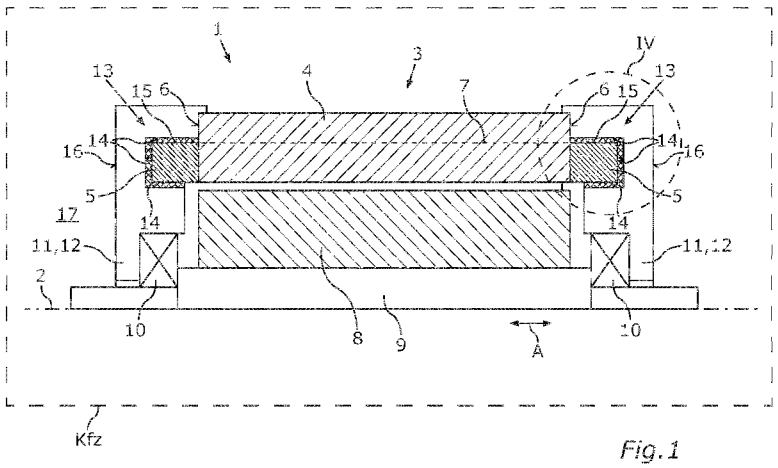


Fig.1

(57) Abstract: The invention relates to an electric machine (1), in particular for a motor vehicle, comprising a stator (3) having a laminated core (4), from which winding heads (5) of an electrical winding (7) protrude at at least one axial end (6), wherein, at the at least one axial end (6), an annular holding region (13) is provided by a housing (12) and/or an associated end shield (11), in which holding region the winding heads (5) are arranged. Cooling of the winding heads should be provided. According to the invention, at least one electrically insulating, permanently elastic material (15) is arranged between the winding heads (5) and an inner wall (14) of the holding region (13), which material touches the winding heads (5) and the inner wall (14) and thermally couples the winding heads and the inner wall and has a thermal conductivity of greater than 1 W/mK for this purpose.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/148690 A1

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine (1), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, aufweisend einen Stator (3) mit einem Blechpaket (4), aus welchem an zumindest einem axialen Ende (6) jeweils Wickelköpfe (5) einer elektrischen Wicklung (7) herausragen, wobei an dem zumindest einen axialen Ende (6) jeweils durch ein Gehäuse (12) und/oder einen jeweiligen Lagerschild (11) ein ringförmiger Aufnahmebereich (13) bereitgestellt ist, in welchem die Wickelköpfe (5) angeordnet sind. Es soll eine Wickelkopfkühlung bereitgestellt werden. Die Erfindung sieht vor, dass zwischen den Wickelköpfen (5) und einer Innenwandung (14) des Aufnahmebereichs (13) zumindest ein elektrisch isolierendes, dauerelastisches Material (15) angeordnet ist, das die Wickelköpfe (5) und die Innenwandung (14) berührt und diese thermisch koppelt und hierzu einen Wärmeleitkoeffizienten größer als 1 W/mK aufweist.

Beschreibung

Elektrische Maschine und zugehöriges Herstellungsverfahren

Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, die insbesondere für ein Kraftfahrzeug vorgesehen sein kann. Bei der elektrischen Maschine weist ein Stator ein Blechpaket auf, aus welchem an zumindest einem axialen Ende Wickelköpfe einer elektrischen Wicklung herausragen. Diese Wickelköpfe sind in einem ringförmigen Aufnahmebereich angeordnet, der in einem Gehäuse und/oder einer Lagerschale der elektrischen Maschine bereitgestellt sein kann. Zu der Erfindung gehört auch ein Kraftfahrzeug mit der elektrischen Maschine. Schließlich gehört zu der Erfindung auch ein Verfahren, um die elektrische Maschine herzustellen.

Eine elektrische Maschine kann in einem Kraftfahrzeug beispielsweise als Bordnetzgenerator bereitgestellt sein, der durch einen Verbrennungsmotor des Kraftfahrzeugs angetrieben werden kann und hierdurch elektrische Leistung für das Bordnetz erzeugt. Bei elektrischen Maschinen ist ein leistungsbegrenzender Faktor die Qualität der Verlustwärmeabfuhr. Eine spezielle Zone, bei welcher die Abfuhr von Verlustwärme problematisch ist, stellen die Stator-Wickelköpfe dar. Gelingt es, gezielt aus dieser Zone Wärme an die Umgebung abzuleiten, kann die Leistung der elektrischen Maschine bei gleichbleibendem Bauvolumen gesteigert werden.

Für eine Wärmeabfuhr aus den Wickelköpfen in ein Gehäuse oder ein Lagerschild der elektrischen Maschine ist bekannt, Mittel zur thermischen Ankopplung der Wickelköpfe an das Maschinengehäuse beziehungsweise das Lagerschild bereitzustellen. Dies ist beispielsweise aus der DE 199 43 446 A1 bekannt. Darin ist beschrieben, dass die Wickelköpfe in einen ringförmigen Aufnahmebereich eines Gehäuses gesteckt sind, der mit einer Vergussmasse ausgegossen ist. Die Vergussmasse dient zusätzlich als mechanische Befestigung der Wickelköpfe in dem Gehäuse. Dazu weist der Aufnahmebereich Hinterschnitte auf, in welche die

Vergussmasse beim Vergießen fließt und hierdurch nach dem Aushärten einen Formschluss mit dem Gehäuse bildet.

Nachteilig beim Vorsehen einer solchen aushärtenden Vergussmasse ist, dass sich im Betrieb der elektrischen Maschine aufgrund von Vibrationen und unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten Haarrisse in mechanisch hochbelasteten Bereichen bilden können. Hierdurch wird die Wärmeleitfähigkeit und Festigkeit der Vergussmasse vermindert. Die Druckschrift schlägt deshalb vor, Fasermaterialien in die Vergussmasse einzubringen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Wickelköpfe eines Stators einer elektrischen Maschine zuverlässig thermisch an ein Gehäuse und/oder eine Lagerschale der elektrischen Maschine anzubinden.

Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich durch die Merkmale der abhängigen Patentansprüche, die folgende Beschreibung sowie die Figuren.

Durch die Erfindung ist eine elektrische Maschine, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, bereitgestellt. In an sich bekannter Weise weist die elektrische Maschine einen Stator mit einem Blechpaket auf, aus welchem an zumindest einem axialen Ende jeweils Wickelköpfe einer elektrischen Wicklung herausragen. Mit anderen Worten sind an einer Stirnseite oder beiden Stirnseiten des Blechpakets Wickelköpfe vorhanden, die frei aus dem Blechpaket herausstehen. Sie stehen damit nicht in Berührung mit dem Material des Blechpakets, also Weicheisen, über welches ansonsten in den Wickelköpfen entstehende Verlustwärme abgeführt werden könnte. An dem zumindest einen axialen Ende ist jeweils durch ein Gehäuse und/oder einen jeweiligen Lagerschild ein ringförmiger Aufnahmebereich bereitgestellt, in welchem die Wickelköpfe angeordnet sind. Es kann also eine Ringnut oder ein ringförmiger Spalt vorgesehen sein, in welchen die Wickelköpfe hineinstehen oder hineingesteckt sind.

Um nun aus den Wickelköpfen Verlustwärme zuverlässig abführen zu können, ist zwischen den Wickelköpfen und einer Innenwandung des Aufnahmebereichs zumindest ein elektrisch isolierendes, dauerelastisches Material angeordnet. Mit anderen Worten befindet sich das dauerelastische Material zusammen mit den Wickelköpfen in dem Aufnahmebereich. Mit elektrisch isolierend ist insbesondere ein spezifischer Widerstand größer als 10^5 Ωm gemeint. Das Material berührt die Wickelköpfe und die Innenwandung und koppelt diese thermisch. Hierzu weist das Material einen Wärmeleitkoeffizienten größer als 1 W/mK auf. Mit anderen Worten ist also zwischen den Wickelköpfen und der Innenwandung eine Wärmeleitbrücke aus einem Festkörper gebildet. Das wärmeleitende Material ist dabei dauerelastisch ausgestaltet.

Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass die Wärmeleitfähigkeit der beschriebenen Anordnung auch bei Vibrationen und/oder einer relativen Bewegung der Wickelköpfe bezüglich der Innenwandung des Aufnahmebereichs zuverlässig erhalten bleibt. Das Material kann aufgrund seiner Dauerelastizität nicht brechen und hierdurch aufgrund von Haarrissen seine Wärmeleiteigenschaft einbüßen.

Zu der Erfindung gehören auch vorteilhafte Weiterbildungen, durch deren Merkmale sich zusätzliche Vorteile ergeben.

Durch eine Weiterbildung ist das beschriebene dauerelastische Material durch ein aufsetzbares oder einsetzbares Formteil vorgeformt bereitgestellt. Bei dieser Weiterbildung ist das dauerelastische Material ganz oder teilweise durch einen als Formteil ausgestalteten Festkörper bereitgestellt, der auf die Wickelköpfe aufgesteckt oder an die Wickelköpfe angelegt ist. So kann also beispielsweise ein Formteil aus einem Elastomer vorgesehen sein.

Eine Weiterbildung hierzu sieht vor, dass das Formteil mittels einer Massenfertigung in wenigen Herstellungsschritten aus einem Halbzeug herstellbar ist. Bei dieser Weiterbildung ist das Formteil als ein flexibler Streifen ausgestaltet, der in einem

ausgerollten Zustand Aussparungen aufweist, welche derart ausgestaltet sind, dass der Streifen beim Anlegen an die Wickelköpfe eine in Umlaufrichtung oder Umfangsrichtung geschlossene, faltenlose Form aufweist. Das Formteil kann also beispielsweise aus einer Meterware als Streifen ausgeschnitten oder abgeschnitten werden und dann die Aussparungen gestanzt und/oder geschnitten werden. Krümmt oder biegt man dann den Streifen zum Anpassen an die Form der Wickelkopfanordnung, so schließen sich die Aussparungen und es ergibt sich eine geschlossene Form, beispielsweise eine Topfform oder ein Ring, der an die Wickelköpfe angelegt oder auf diese aufgesteckt werden kann.

Eine besonders geeignete Form der Aussparungen ist gemäß einer Weiterbildung gegeben, bei welcher die Aussparungen eine Dreiecksform oder eine Rautenform aufweisen. Diese lässt sich mit Schneidwerkzeugen und/oder Stanzwerkzeugen prozesssicher in einem Massenherstellungsverfahren bereitstellen.

Zusätzlich oder anstelle eines Formteils ist gemäß einer Weiterbildung vorgesehen, dass das dauerelastische Material ganz oder teilweise durch eine plastisch verformbare Masse bereitgestellt ist. In dem Aufnahmebereich für die Wickelköpfe ist als wärmeleitendes Material dann eine zähelastische und/oder fließfähige Masse vorgesehen. Es handelt sich also nicht, wie im Stand der Technik bekannt, um einen ausgehärteten Vergusskörper beispielsweise aus Kunstharz. Die Verwendung der verformbaren Masse weist den Vorteil auf, dass sich das Material an die Form der Wickelköpfe und/oder der Innenwandung anpasst oder anschmiegt.

Gemäß einer Weiterbildung ist das Material selbsthaftend ausgestaltet. Hierdurch ergeben sich zwei Vorteile. Zum einen ist die Montage der elektrischen Maschine vereinfacht, da das Material selbständig an den Wickelköpfen und/oder der Innenwandung des Aufnahmebereichs haftet und somit nicht gehalten werden muss, während die Wickelköpfe in den Aufnahmebereich eingeführt werden. Ein weiterer Vorteil ergibt sich während des

Betriebs der elektrischen Maschine, da sich das Material nicht von der Innenwandung und/oder den Wickelköpfen ablösen und sich hierdurch ein Luftspalt, welcher den Wärmetransport aus den Wickelköpfen in die Innenwandung hinein beeinträchtigen würde, ausbilden kann.

Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft bei in Massenproduktion herzustellenden und dadurch in der Herstellung möglichst preiswert auszugestaltenden elektrischen Maschinen. Ein solcher Maschinentyp ist ein Bordnetzgenerator für ein Kraftfahrzeug. Ein solcher Bordnetzgenerator wird auch als Lichtmaschine bezeichnet. Der Bordnetzgenerator kann auch als Starter-Generator vorgesehen sein. Entsprechend sieht eine Weiterbildung vor, dass die elektrische Maschine als ein solcher Bordnetzgenerator ausgestaltet ist.

Die Erfindung umfasst auch ein Kraftfahrzeug, welches eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine aufweist. Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug ist insbesondere als Kraftwagen, beispielsweise als Personenkraftwagen oder Lastkraftwagen oder Nutzkraftwagen (Nutzfahrzeug), ausgestaltet.

Zu der Erfindung gehört auch ein Verfahren zu Herstellen einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine. Durch das Verfahren ergibt sich eine zuverlässige thermische Kopplung von Wickelköpfen einer elektrischen Wicklung eines Stators der elektrischen Maschine mit einer Innenwandung eines Aufnahmebereichs, wie er in einem Gehäuse und/oder einem Lagerschild der elektrischen Maschine vorgesehen sein kann. Bei dem Verfahren werden ein Stator mit einem Blechpaket, aus welchem an zumindest einem axialen Ende jeweils Wickelköpfe einer elektrischen Wicklung herausragen, sowie für das zumindest eine axiale Ende jeweils ein in einem Gehäuse und/oder einem jeweiligen Lagerschild ausgebildeter, ringförmiger Aufnahmebereich für die Wickelköpfe des jeweiligen axialen Endes bereitgestellt. Ausgehend hiervon erfolgt das Bereitstellen eines elektrisch isolierenden, dauerelastischen Materials an den

Wickelköpfen und/oder in dem jeweiligen Aufnahmebereich. Dann erfolgt an dem zumindest einen axialen Ende das Einführen der Wickelköpfe in den Aufnahmebereich, wobei hierbei das dauerelastische Material mit einem Anpressdruck beaufschlagt wird. Hierdurch sitzt also das elastische Material fest in dem Aufnahmebereich zwischen den Wickelköpfen und der Innenwandung des Aufnahmebereichs. Es drückt dabei sowohl gegen die Wickelköpfe als auch gegen die Innenwandung. Hierdurch ist eine zuverlässige thermische Ankopplung des Materials an diese beiden Elemente erreicht.

Um das Material bereitzustellen, sieht eine Weiterbildung des Verfahrens vor, dass das Material ganz oder teilweise als ein Streifen mit Aussparungen bereitgestellt wird und der Streifen vor dem Einführen der Wickelköpfe in den Aufnahmebereich zuvor an die Wickelköpfe angelegt oder in den Aufnahmebereich eingelegt wird, sodass der Streifen nach dem Einführen zumindest einen an den Wickelköpfen anliegenden Ring bildet. Mittels des Streifens wird also die Wärmeleitbrücke als vorgeformtes Teil an den Wickelköpfen angelegt oder in den Aufnahmebereich eingelegt. Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass der Montageprozess trocken erfolgen kann, also keine viskose Masse zu verteilen ist, die ungewollt auch in freizuhaltende Bereiche der elektrischen Maschine eindringen könnte.

Eine Weiterbildung sieht allerdings vor, dass das Material ganz oder teilweise als pastöse Masse bereitgestellt wird, also als Paste. Das Material weist also eine viskoplastische Eigenschaft auf, kann also als Paste plastisch verformt werden und hierbei durch seine Viskosität verschmiert werden. Da es dabei elastisch ist, stellt es eine elastisch-plastische Masse dar.

Um den Wärmetransport noch weiter zu verbessern, sieht eine Weiterbildung vor, dass die pastöse Masse vor dem Einführen und/oder durch das Einführen der Wickelköpfe in den Aufnahmebereich teilweise in Zwischenräume zwischen die Wickelköpfe verteilt wird. Hierdurch wird das wärmeleitfähige Material auch zwischen den Wickelköpfen angeordnet. Damit kann auch aus den

Zwischenräumen über das wärmeleitfähige Material Abwärme oder Verlustwärme aus den Wickelköpfen abgeführt und durch das Material hindurch zur Innenwandung des Aufnahmebereichs geleitet werden. Ziel ist eine hohe Benetzung und/oder ein hoher Füllungsgrad. Das Einführen des Materials in die Zwischenräume zwischen den Wickelköpfen sollte somit eine optimale Benetzung anstreben.

Um ein unerwünschtes Zerfließen oder Verteilen der Masse zu vermeiden, sieht eine Weiterbildung vor, dass sich eine Viskosität der Masse beim Einführen abhängig von einer Scherrate in der Masse einstellt. Mit anderen Worten ist die Masse eine formstabile Paste, deren Viskosität abnimmt, wenn Scherkräfte auf die Masse wirken. Ein entsprechendes Material, das eine Viskosität aufweist, die abhängig von der Scherrate ist, kann durch entsprechende, im Stand der Technik bekannte Zusatzstoffe bereitgestellt werden.

Eine weitere Ausbildung sieht vor, dass zumindest ein Teil des Materials in Form von zumindest einem Zuschnitt oder zumindest einer Matte in verarbeitungsfertiger und/oder vorimprägnierter bzw. vorgetränkter Form (sog. Prepregs) oder in einem anderem Beta-Zustand aufgebracht und durch Applikation von Temperatur und/oder einer anderen Umgebungsbedingung (z.B. Luftfeuchte) und/oder durch zumindest einen anderen phasenunspezifischen Aktivator in den Endzustand überführt wird (z.B. durch chemische Reaktion, Aufquellen oder Einlagerung).

Zu der Erfindung gehören auch Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens, die Merkmale aufweisen, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Weiterbildungen der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine beschrieben worden sind. Aus diesem Grund sind die entsprechenden Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens hier nicht noch einmal beschrieben.

Im Folgenden ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Hierzu zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine im Längsschnitt, bei welcher in einem Bereich zwischen Wickelköpfen und einer Innenwandung eines Aufnahmebereichs zumindest ein dauerelastisches Material angeordnet ist, das die Wickelköpfe und die Innenwandung berührt und diese thermisch koppelt,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Stators der elektrischen Maschine von Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht,

Fig. 3 eine Darstellung des Stators von Fig. 2 in einer perspektivischen Ansicht, wobei dargestellt ist, wie Wickelköpfe des Stators aus axialen Enden eines Blechpakets herausragen,

Fig. 4 eine Darstellung einer Anordnung der Wickelköpfe in einem Aufnahmebereich eines Gehäuses oder Lagerschildes der elektrischen Maschine von Fig. 1,

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Streifens aus einem dauerelastischen Material,

Fig. 6 eine schematische Darstellung des Streifens von Fig. 5, der zu einem Ring geformt oder gebogen ist,

Fig. 7 eine schematische Darstellung eines Streifens aus einem elastischen Material mit dreieckigen Aussparungen,

Fig. 8 eine schematische Darstellung des Streifens von Fig. 7, der zu einem Doppelring zum Abdecken der Wickelköpfe geformt ist,

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Streifens mit rautenförmigen Aussparungen,

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Streifens, der zu einem Dreifachring oder Topf zum Abdecken der Wickelköpfe gebogen ist,

Fig. 11 eine schematische Darstellung der elektrischen Maschine zur Veranschaulichung eines Montageschrittes, bei welchem das dauerelastische Material als pastöse Masse bereitgestellt ist,

Fig. 12 eine schematische Darstellung der elektrischen Maschine während der Herstellung nach dem Durchführen des Montageschrittes von Fig. 11, und

Fig. 13 eine schematische Darstellung eines weiteren Montageschrittes der elektrischen Maschine, wobei die pastöse Masse zwischen den Wickelköpfen angeordnet wird.

Bei dem im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispiel handelt es sich um eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung. Bei dem Ausführungsbeispiel stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsform jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren ist die beschriebene Ausführungsform auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine elektrische Maschine 1, bei der es sich beispielsweise um einen Generator oder einen Starter-Generator für ein Kraftfahrzeug handeln kann. Die elektrische Maschine 1 kann somit in einem Kraftfahrzeug Kfz bereitgestellt sein.

Eine Rotationsachse 2 stellt eine Symmetrieachse der nur hälftig dargestellten elektrischen Maschine 1 dar. Die Ausrichtung der Rotationsachse 2 ergibt den Verlauf einer axialen Richtung A. Gezeigt sind ein Stator 3 mit einem Blechpaket 4 und Wickelköpfen 5, die an einer jeweiligen Stirnseite oder an einem jeweiligen axialen Ende 6 des Blechpakets 4 aus diesem herausragen. Die Wickelköpfe 5 sind Bestandteil einer elektrischen Wicklung 7 des Stators 3.

In dem Stator 3 ist ein Rotor 8 angeordnet, der in dem Stator 3 über eine Welle 9 mittels Lagern 10 um die Rotationsachse 2 drehbar gelagert sein kann. Die Wälzlager 10 können in Lagerschilden 11 gehalten sein, welche jeweils als voneinander verschiedene Bauteile bereitgestellt sein können oder integral in einem Gehäuse 12 ausgebildet sein können. Jedes Lagerschild 11 kann im Bereich der Wickelköpfe 5 jeweils einen Aufnahmebereich 13 aufweisen, in welchem die Wickelköpfe 5 angeordnet sein können. Hierdurch können die Wickelköpfe 5 von einer Innenwandung 14 des Aufnahmebereichs 13 umgeben sein. Ein Material der Innenwandung 14, insbesondere ein Material des Lagerschildes 11 im Aufnahmebereich 13 ist thermisch leitfähig, indem es beispielsweise aus einem Metall gebildet ist.

Über das Lagerschild 11 oder allgemein das Gehäuse 12 wird bei der elektrischen Maschine eine Kühlung der Wickelköpfe 5 erreicht. Hierzu sind die Wickelköpfe 5 mit der Innenwandung 14 der Aufnahmebereiche 13 thermisch durch ein elektrisch isolierendes, dauerelastisches Material 15 gekoppelt. Das dauerelastische Material 15 berührt sowohl die Innenwandungen 14 als auch die Wickelköpfe 5 und ist thermisch derart leitfähig, dass es einen Wärmeleitkoeffizienten größer als 1 W/mK aufweist. Aus den Wickelköpfen 5 über das Material 15 in die Innenwandungen 14 geführte Wärme kann dann beispielsweise an einer Außenseite 16 der Lagerschilde 11 oder des Gehäuses 12 in eine Umgebung 17 der elektrischen Maschine 1, beispielsweise in die Luft, passiv abgegeben oder über einen Kühlkreislauf aktiv abgeführt werden.

Fig. 2 zeigt in schematisierter Form den Stator 3 in Alleinstellung. Während die elektrische Wicklung 7 im Inneren des Blechpakets 4 (siehe Fig. 1) über das Blechpaket 4 gekühlt werden kann, ragen die Wickelköpfe 5 aus den Stirnseiten oder axialen Enden 6 heraus und sind somit per se mit keinem thermisch ausreichend leitfähigen Material in Berührung.

Fig. 3 zeigt die Wickelköpfe 5 im Detail. Die Wickelköpfe 5 können beispielsweise jeweils gebildet sein, indem zwei Ringe oder Schichten 18, 19 aus jeweils mehreren elektrisch leitfähigen Stäben 20, 21 gebildet sind und jeweils zwei Stäbe 20, 21 einer jeden Schicht 18, 19 elektrisch miteinander verbunden, beispielsweise verschweißt sind. Dies ergibt eine an sich aus dem Stand der Technik bekannte Zweischichtwicklung. In Fig. 3 sind der Übersichtlichkeit halber jeweils nur zwei der Stäbe mit einem Bezugszeichen versehen. Jeder der Stäbe 20, 21 kann beispielsweise aus Kupfer oder Aluminium gebildet sein. Der dargestellte Wicklungstyp ist hier nur beispielshaft, um die Funktionsweise der Erfindung zu erläutern. Die elektrische Maschine 1 kann auch auf einem anderen Wicklungstyp basieren, z.B. einer Mehrstrang- oder einer Runddrahtwicklung.

Da jeder aus einem Stab 20 und einem Stab 21 gebildete Wickelkopf von den übrigen Wickelköpfen beabstandet angeordnet ist, ist eine thermische Anbindung der Wickelköpfe 5 an die Innenwandung 14 des Aufnahmebereichs 13 dahingehend auszugestalten, dass eine Berührung des Materials 15 mit jedem der Wickelköpfe 5 sichergestellt ist.

Fig. 4 zeigt hierzu einen Ausschnitt IV aus der Darstellung der elektrischen Maschine 1 in Fig. 1. Dargestellt ist, wie durch das Material 15 in dem Aufnahmebereich 13 ein radial außenliegender Außenring 22 und ein axial frontal oder stirnseitig an den Wickelköpfen 5 angeordneter axialer Frontring 23 und optional ein radial innen an den Wickelköpfen 5 anliegender Innenring 24 gebildet sein kann.

Das Material 15 ist dauerelastisch und kann beispielsweise durch ein Formteil bereitgestellt sein, das durch einen Festkörper gebildet ist.

Fig. 5 zeigt hierzu, wie das Formteil aus einem Streifen 25 bereitgestellt werden kann. Der Streifen kann beispielsweise aus einem Polymer oder einem Naturstoff, z.B. Kautschuk, gebildet sein. Der Streifen kann massiv oder als Gewebe oder Filz oder Schwamm bereitgestellt sein. Der Streifen kann getränkt sein.

Fig. 6 stellt dar, wie aus dem Streifen 25 durch Anlegen desselben an die Wickelköpfe 5 der Außenring 22 oder der Innenring 24 gebildet werden kann. Es kann auch sein, dass der Streifen 25 in den Aufnahmebereich 13 eingelegt wird und hierdurch die Form des in Fig. 6 dargestellten Rings annimmt. Das Material 15 ist bevorzugt selbsthaftend, sodass die Ringform durch Haftung an den Wickelköpfen 5 beziehungsweise der Innenwandung 14 erhalten bleibt.

In Fig. 7 ist ein Streifen 25 mit dreieckigen Aussparungen 26 dargestellt. Die Aussparungen 26 können beispielsweise durch Schneiden und/oder Stanzen bereitgestellt werden. Von den Aussparungen 26 sind der Übersichtlichkeit halber nur einige mit einem Bezugszeichen versehen.

Fig. 8 zeigt, wie aus dem Streifen 25 gemäß Fig. 7 durch Anlegen desselben an die Wickelköpfe 5 oder durch Einlegen in den Aufnahmebereich 13 in einem Arbeitsschritt der Außenring 22 und der Frontring 23 gebildet werden können. Der Frontring 23 ist durch Vorsehen der Aussparungen 26 faltenlos, das heißt es gibt keine Aufwerfungen des Materials 25 durch Krümmen des Streifens 25 zu dem in Fig. 8 dargestellten Frontring 23. Der so gebildete Frontring 23 stellt also eine in Umlaufrichtung geschlossene, faltenlose Form dar.

Fig. 9 veranschaulicht, wie bei einem Streifen 25 rautenförmige Aussparungen 27 vorgesehen werden können. Von den Aussparungen

27 sind in Fig. 9 der Übersichtlichkeit halber nur einige mit einem Bezugszeichen versehen.

Fig. 10 zeigt, wie aus einem Streifen 25 durch Anlegen an die Wickelköpfe 5 oder durch Einlegen in den Aufnahmebereich 13 in einem Arbeitsschritt der Außenring 22, der Frontring 23 und der Innenring 24 gebildet werden können. Hierdurch ist also eine Topfform oder ein Dreifachring gebildet. Der dabei gebildete Frontring 23 und Innenring 24 stellen eine in Umlaufrichtung geschlossene, faltenlose Form dar. Die Topfform kann auf die Wickelköpfe 5 aufgesteckt werden oder in den Aufnahmebereich 13 eingelegt werden.

Fig. 11 veranschaulicht ein Herstellungsverfahren, bei welchem anstelle eines Festkörpers wie dem Streifen 25 eine Paste oder viskose oder pastöse Masse 28 als Material 15 verwendet wird. Diese kann in dem Aufnahmebereich 13 bereitgestellt werden und anschließend die Wickelköpfe 5 des Stators 3 durch Bewegen entlang einer Montagerichtung 29 in den Aufnahmebereich 13 eingeführt werden. Die Montagerichtung 29 entspricht der axialen Richtung A.

Fig. 12 zeigt den Zustand nach Beendigung des Montageschrittes von Fig. 11. Die pastöse Masse 28 kann durch das Beaufschlagen des Materials 25 mit dem Anpressdruck beim Einführen der Wickelköpfe 5 in den Aufnahmebereich 13 zwischen den Wickelköpfen 5 und der Innenwandung 14 verteilt werden, wodurch sich wieder ein Außenring 22, ein Frontring 23 und ein Innenring 24 aus der pastösen Masse 28 bilden können.

Fig. 13 veranschaulicht, wie vor der beschriebenen Montage gemäß Fig. 11 eine zusätzliche Wärmeleitfähigkeitsverbesserung erreicht werden kann, indem in Zwischenräume 30 zwischen den einzelnen Wickelköpfen 5, also zwischen den Paaren aus elektrisch verbundenen Stäben 20, 21 die pastöse Masse 28 angeordnet wird. Hierdurch ist auch eine Wärmeabfuhr aus den Zwischenräumen 30 über das Material 15 in Form der pastösen Masse 28 ermöglicht.

Nach der Montage kann die pastöse Masse 28 derart aushärten, dass sie zu dem dauerelastischen Material 15 wird.

Die elektrische Maschine 1 ist somit dahingehend ausgestaltet, dass zum einen eine gute thermische Anbindung der Wickelköpfe 5 an das Maschinengehäuse 12 realisiert ist, die Gefahr von Teilentladungen über die Wickelköpfe zu den Innenwandungen 14 begrenzt und eine einfache und sichere Montage gewährleistet ist. Gelöst wird dies durch den Einsatz eines elastischen, elektrisch isolierenden Materials 15.

Als ein besonders geeignetes Material 15 haben sich solche Materialien erwiesen, die als sogenannte „Gap-Filler" erhältlich sind. Sie ermöglichen den thermischen Kontakt zwischen dem zumeist flüssigkeitsgekühltem Gehäuse 12 bzw. Lagerschild 11 und den Wickelköpfen 5 des Statorblechpakets 4. Das Gehäuse 12 lässt sich als effizienter Kühlkörper beziehungsweise Wärmeableiter nutzen, wenn es über ein solches Material 15 mit den Wickelköpfen 5 des Stators 3 gekoppelt ist. Gap-Filler bieten einen effizienten Wärmetransport über große Bauteilabstände hinweg - selbst und gerade bei unebenen Oberflächen, die keine hohen Anpressdrücke vertragen. Bei der Montage können Gap-Filler größere Bauteiltoleranzen, Unebenheiten und unterschiedliche Spaltmaße ausgleichen und lassen sich mehrfach wieder positionieren. Gap-Filler eignen sich für einen Betriebstemperaturbereich von -55 °C bis +200 °C. Durch ihre Elastizität wirken sie selbst als Federelemente und erzeugen den Kontaktdruck.

Wegen der Wärmeleitfähigkeit, ergibt sich auch der Vorteil, dass durch diese passive Wärmeabfuhr bei kleinen Temperaturdifferenzen entsprechend hohe Leistungsdichten und eine hohe Lebensdauer durch niedrigere Betriebstemperaturen der elektrischen Maschine 1 ermöglicht werden. Außerdem ist diese Art der Wärmeabfuhr kostengünstig, da sie passiv ist, d.h. keine Luftkühlung für die Wickelköpfe 5 erforderlich macht, und weil sie zudem auch wartungsfrei ist.

Da außerdem das Wärmekontaktelement aus einem Gap-Filler extrem weich und formanpassungsfähig ist und den zwischen den benachbarten nasenartigen Windungsschlaufen aus dem Stäbepaar 21, 21 des jeweiligen Wickelkopfes ausgebildeten Zwischenraum 30 ausfüllt, vorzugsweise möglichst weit hinein ragt, ist ein entsprechend guter Wärmeübergang zwischen den Windungsschlaufen des Wickelkopfes und dem Wärmekontaktelement zu erreichen.

Da ein Wärmekontaktelement aus einem Gap-Filler eine hohe Durchschlagsfestigkeit besitzt und elektrisch isolierend ist, sind unerwünschte elektrische Überschläge oder Teilentladungen an den Wickelköpfen 5 auszuschließen. Durch ihre Komprimierbarkeit und die exzellente Formanpassung füllen sie vollständig und dauerhaft die Spalten aus. Als elastische Materialien üben Gap-Filler selbst einen Druck auf die Grenzflächen aus. Dadurch werden die thermische Anbindung für Spaltmaße im Millimeterbereich und bei geringem Druck optimiert und Lufteinschlüsse vermieden. Der Druck ist abhängig vom spezifischen elastisch-plastischen Verhalten des Materials.

Durch Selbsthaftung eignen sie sich für die einfache Vormontage.

a.) Vorteile des Konzeptes:

- eine homogene Anbindung des Wickelkopfes zur Wärmesenke durch das Ausgleichen größerer Unebenheiten,
- eine gute thermische Leitfähigkeit zur Wärmesenke,
- hohe elektrische Durchschlagsfestigkeit (25000 V),
- Dauerbetriebstemperaturbereich (-55°C bis +200°C),
- Möglichkeit zum Verkürzen des Wickelkopfeinbauraumes, um das Volumen der Luftstrecke zum Gehäuse, da die Wickelköpfe 5 näher an der Innenwandung 14 angeordnet werden können als im Falle einer Luftstrecke,

- erhöhter Schutz der Wickelkopfe 5 bei Stößen und Vibrationen

b.) Eigenschaften des Materials 15:

- weich (elastisch) und formanpassungsfähig,
- Wärmeleitfähigkeiten sogar bis 14 W/mk möglich,
- Weiter Dickenbereich von 0,5 mm bis 10 mm,
- Wirkung bei sehr geringem oder Null Druck,
- Vibrationsdämpfend,
- Einfache Vormontage durch Selbsthaftung
- Schwer entflammbar
- auch silikonfrei

c.) Mögliche Ausführungen:
- Matten
- Lose Formteile und dosierbar

Die wärmetechnische Kontaktierung der zu kühlenden Statorwickelköpfe 5 mit der Innenwandung 14 bzw. die Herstellung des Wärmeübergangs zwischen Wickelkopf und dem Gehäuse, kann dabei auf unterschiedliche Weise erfolgen:

1. durch Formteile (Fig. 5 bis Fig. 10)

Mit Gap-Filler-Formteilen füllt man, nach dem Einlegen des Zuschnittes oder Streifens 25 in das Gehäuse 12 und während der Montage des Stators 3 in das Gehäuse 12, die Luftspalten thermisch leitend aber elektrisch isolierend zwischen den wärmen Bauteilen und dem Kühlkörper oder Gehäuse 12 (Fig. 5 bis Fig. 10). Verschiedene Shore-Härten und Dicken ermöglichen die optimale Lösung. Mit Gap-Filler erreicht man eine nahezu stressfreie, thermisch leitende aber elektrisch isolierende Verbindung zwischen den warmen Bauteilen und dem Kühlkörper oder dem Gehäuse 12.

Der Gap-Filler ist ein dosierbares und leistungsfähiges Wärmeleitmaterial mit einer hohen Wärmeleitfähigkeit. Der Filler bietet eine Verarbeitungsdauer von bis zu vier Stunden. Bei der Dosierung und Montage ergibt sich somit eine wesentlich höhere Flexibilität.

2. flüssig dosierbar (Fig. 11 bis Fig. 13)

Ein Gap-Filler als flüssiges 2-Komponentenmaterial eignet sich zum Auffüllen komplizierter Designs, bleibt nach dem Aufbringen an Ort und Stelle und behält seine Form (Fig. 11 bis Fig. 13). Er bietet eine geringe natürliche Haftung und eignet sich für Anwendungen welche während der Montage gefügt werden. Die Aushärtezeit beträgt 24 Stunden bei Raumtemperatur oder 30 Minuten bei 100 °C. Im Gegensatz zu vorgeformten Gap-Fillern ermöglichen flüssig dosierbare Materialien eine beliebige Dicke und erübrigen somit eine spezielle Pad-Dicke oder gestanzte Formen in einzelnen Anwendungen.

Flüssig spendbare 2-Komponenten-Materialien verfügen über gute Wärmeleiteigenschaften. Sie eignen sich hervorragend für unebene Topografien. Das Aufbringen schnell härtender (Cure-in-Place) Gap-Filler wird zur maßgeblichen Technik beim Einsatz von Wärmemanagement-Materialien im Bereich elektronischer Baugruppen.

Insgesamt zeigt das Beispiel, wie durch die Erfindung eine elektrische Maschine mit Wickelkopfkühlung bereitgestellt werden kann.

Bezugszeichenliste

1	Elektrische Maschine
2	Rotationsachse
3	Stator
4	Blechpaket
5	Wickelköpfe
6	Axiales Ende
7	Elektrische Wicklung
8	Rotor
9	Welle
10	Lager
11	Lagerschild
12	Gehäuse
13	Aufnahmebereich
14	Innenwandung
15	Elastisches Material
16	Außenwandung
17	Umgebung
18	Schicht einer Zweischichtwicklung
19	Schicht einer Zweischichtwicklung
20	Stab
21	Stab
22	Außenring
23	Frontring
24	Innenring
25	Streifen
26	Dreieckige Aussparungen
27	Rautenförmige Aussparungen
28	Pastöse Masse
29	Montagerichtung
30	Zwischenraum
A	Axiale Richtung
Kfz	Kraftfahrzeug

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine (1), aufweisend einen Stator (3) mit einem Blechpaket (4), aus welchem an zumindest einem axialen Ende (6) jeweils Wickelköpfe (5) einer elektrischen Wicklung (7) herausragen, wobei an dem zumindest einen axialen Ende (6) jeweils durch ein Gehäuse (12) und/oder einen jeweiligen Lagerschild (11) ein ringförmiger Aufnahmebereich (13) bereitgestellt ist, in welchem die Wickelköpfe (5) angeordnet sind, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass zwischen den Wickelköpfen (5) und einer Innenwandung (14) des Aufnahmebereichs (13) zumindest ein elektrisch isolierendes, dauerelastisches Material (15) angeordnet ist, das die Wickelköpfe (5) und die Innenwandung (14) berührt und diese thermisch koppelt und hierzu einen Wärmeleitkoeffizienten größer als 1 W/mK aufweist.

2. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 1, wobei das dauerelastische Material (15) ganz oder teilweise durch einen als Formteil ausgestalteten Festkörper (25) bereitgestellt ist, der auf die Wickelköpfe (5) aufgesteckt oder an die Wickelköpfe (5) angelegt ist.

3. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 2, wobei das Formteil (25) als ein flexibler Streifen (25) ausgestaltet ist, der in einem ausgerollten Zustand Aussparungen (26, 27) aufweist, welche derart ausgestaltet sind, dass der Streifen (27) beim Anlegen an die Wickelköpfe (5) eine in Umlaufrichtung geschlossene, faltenlose Form (23, 24) aufweist.

4. Elektrische Maschine (1) nach Anspruch 3, wobei die Aussparungen (26, 27) eine Dreiecksform oder eine Rautenform aufweisen.

5. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das dauerelastische Material (15) ganz oder teilweise durch eine plastisch verformbare Masse (28) bereitgestellt ist.

6. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Material (15) selbsthaftend ist.

7. Elektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrische Maschine (1) als ein Bordnetzgenerator ausgestaltet ist.

8. Kraftfahrzeug (Kfz) mit einer elektrischen Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

9. Verfahren zum Herstellen einer elektrischen Maschine (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei ein Stator (3) mit einem Blechpaket (4), aus welchem an zumindest einem axialen Ende (6) jeweils Wickelköpfe (5) einer elektrischen Wicklung (7) herausragen, sowie für das zumindest eine axialen Ende (6) jeweils ein in einem Gehäuse (12) und/oder einem jeweiligen Lagerschild (11) ausgebildeter, ringförmiger Aufnahmebereich (13) für die Wickelköpfe (5) des jeweiligen axialen Endes (6) bereitgestellt werden,
gekennzeichnet durch die Schritte:
- Bereitstellen eines elektrisch isolierenden, dauerelastischen Materials (15) an den Wickelköpfen (5) und/oder in dem jeweiligen Aufnahmebereich (13) und
- an dem zumindest einen axialen Ende (6) Einführen der Wickelköpfe (5) in den Aufnahmebereich (13) und hierbei Beaufschlagen des dauerelastischen Materials (15) mit einem Anpressdruck.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei das Material (15) ganz oder teilweise als ein Streifen (25) mit Aussparungen (26, 27) bereitgestellt wird und der Streifen (25) vor dem Einführen an die Wickelköpfe (5) angelegt oder in den Aufnahmebereich (13) eingelegt wird, so dass der Streifen (25) nach dem Einführen zumindest einen an den Wickelköpfen (5) anliegenden Ring (22, 23, 24) bildet.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, wobei zumindest ein Teil des Materials in Form von zumindest einem Zuschnitt oder zu-

mindest einer Matte in verarbeitungsfertiger und/oder vorimprägnierter und/oder vorgetränkter Form oder in einem anderem Beta-Zustand aufgebracht und durch Applikation von Temperatur und/oder einer anderen Umgebungsbedingung, insbesondere Luftfeuchte, und/oder durch zumindest einen anderen phasenunspezifischen Aktivator, insbesondere durch chemische Reaktion und/oder Aufquellen und/oder Einlagerung, in einen Endzustand überführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei das Material (15) ganz oder teilweise als pastöse Masse (28) bereitgestellt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die pastöse Masse (28) vor dem Einführen und/oder durch das Einführen auch in Zwischenräume (30) zwischen die Wickelköpfe (5) verteilt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei sich eine Viskosität der Masse (28) beim Einführen abhängig von einer Scherrate in der Masse (28) einstellt.

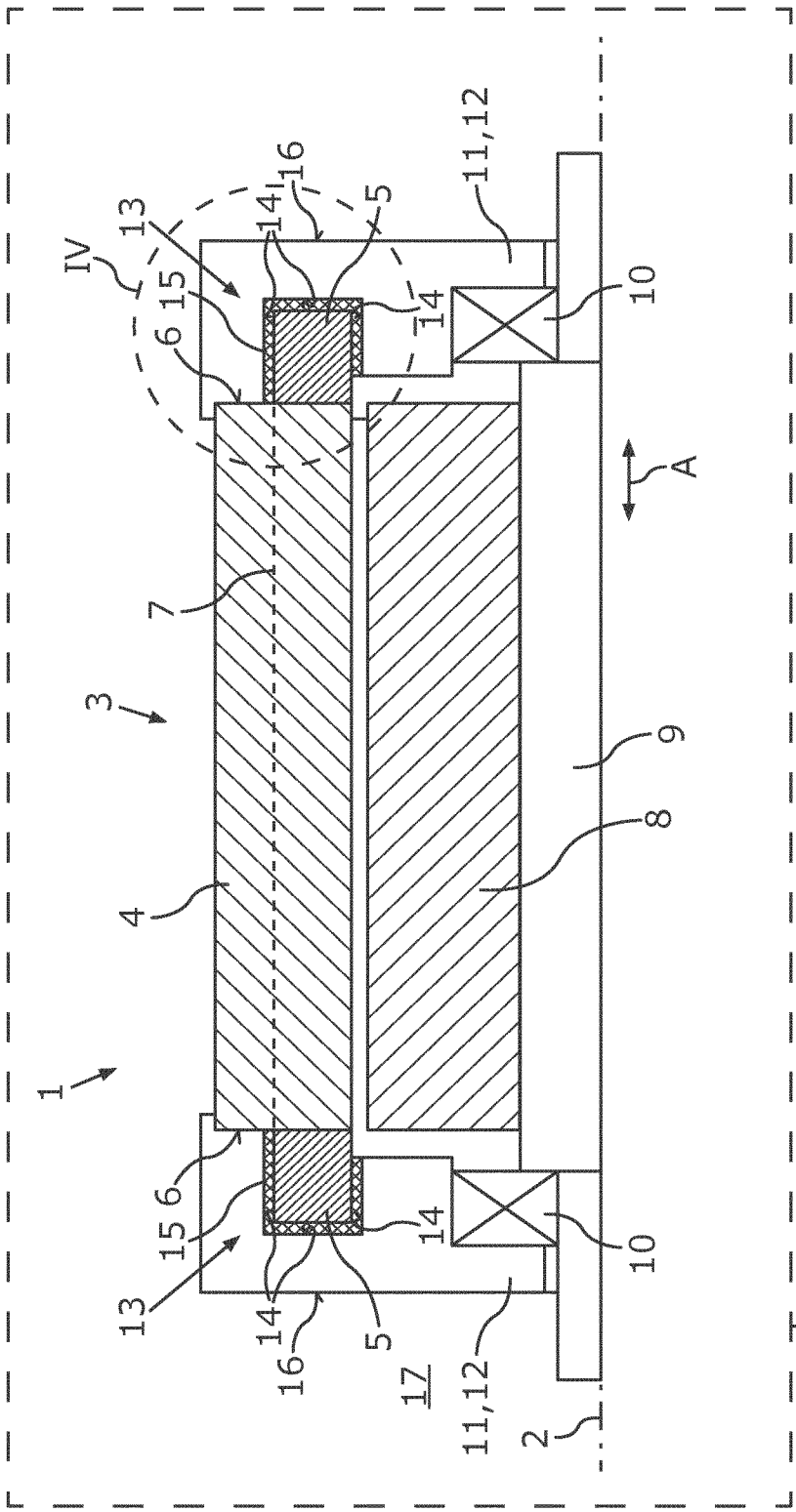

IV
13
14
16
5
11,12
15
6
14
10
A
7
3
9
8
4
1
6
15
14
10
13
14
16
5
17
11,12
2
Kfz

Fig.1

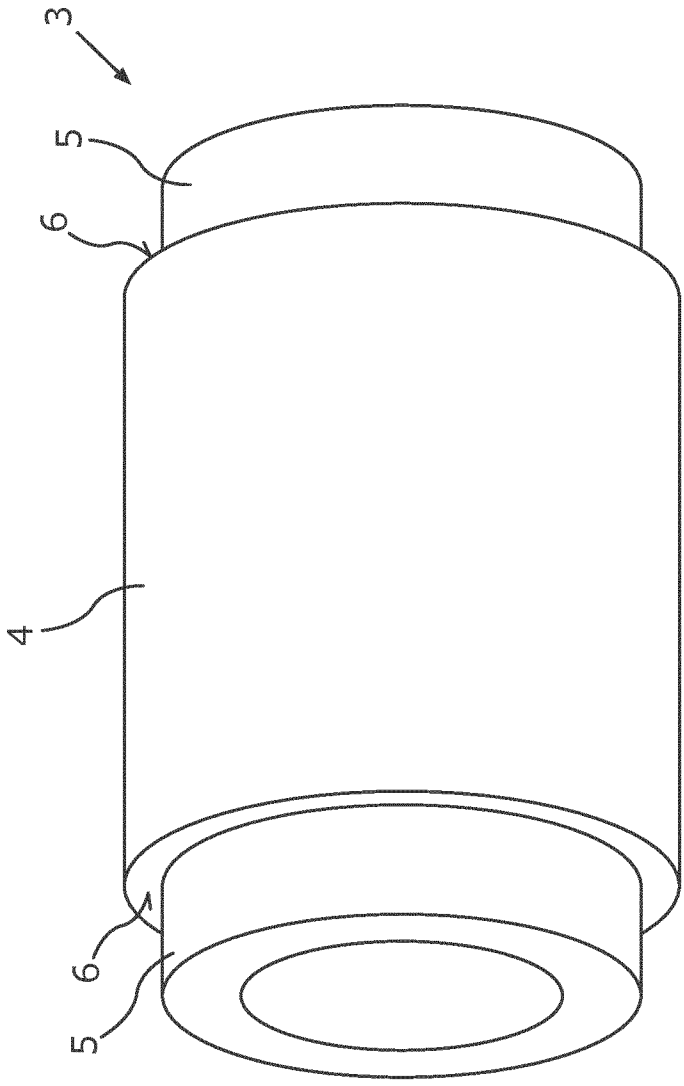


Fig.2

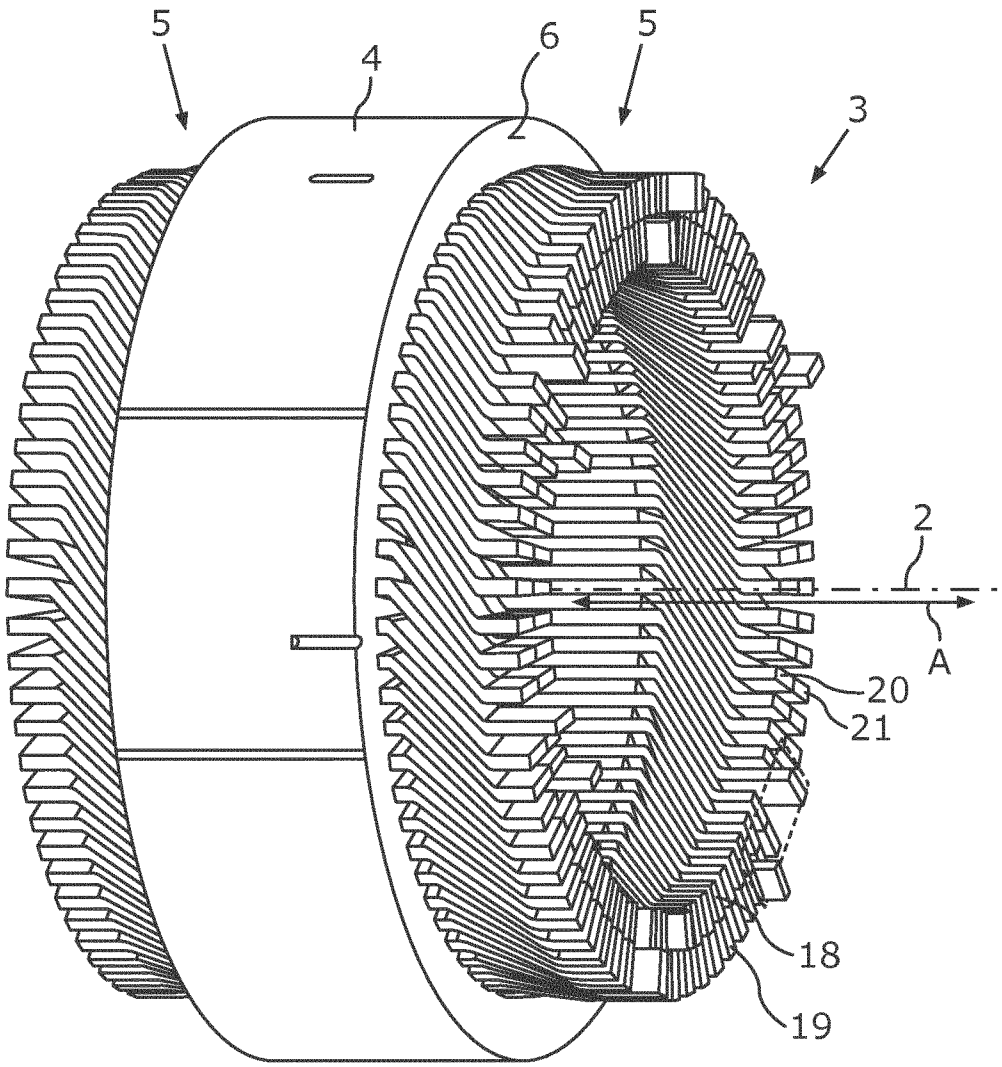


Fig.3

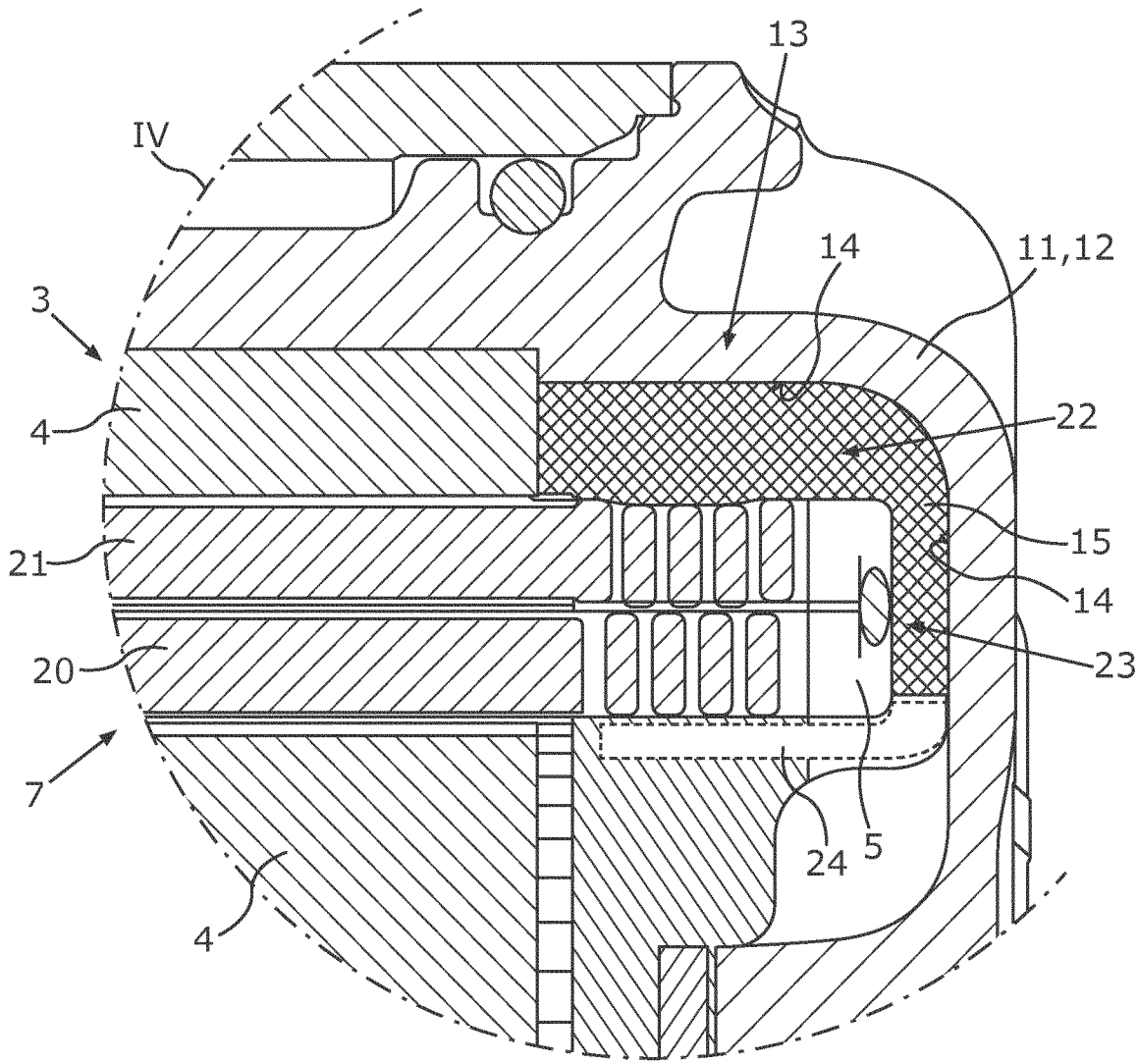


Fig.4

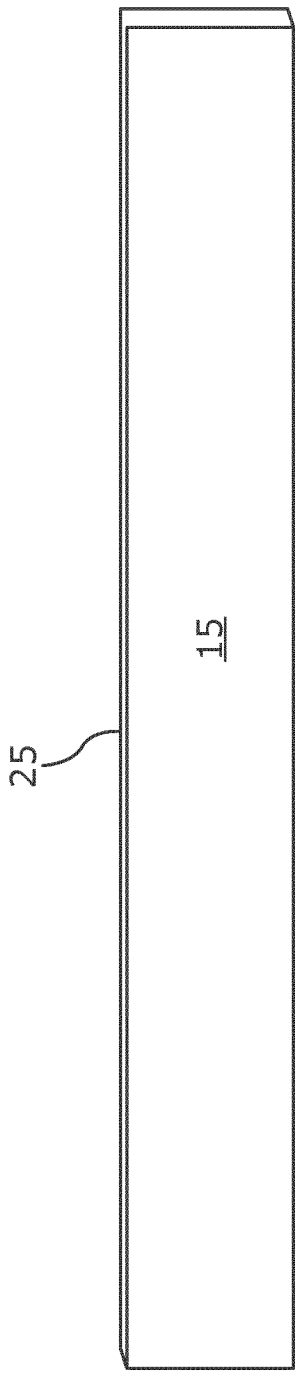


Fig.5

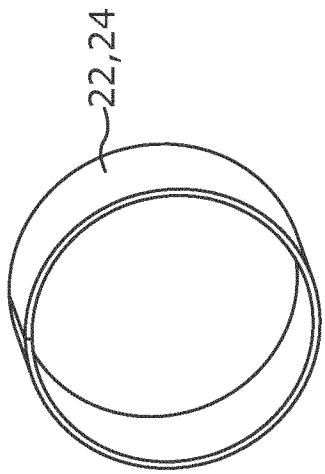


Fig.6

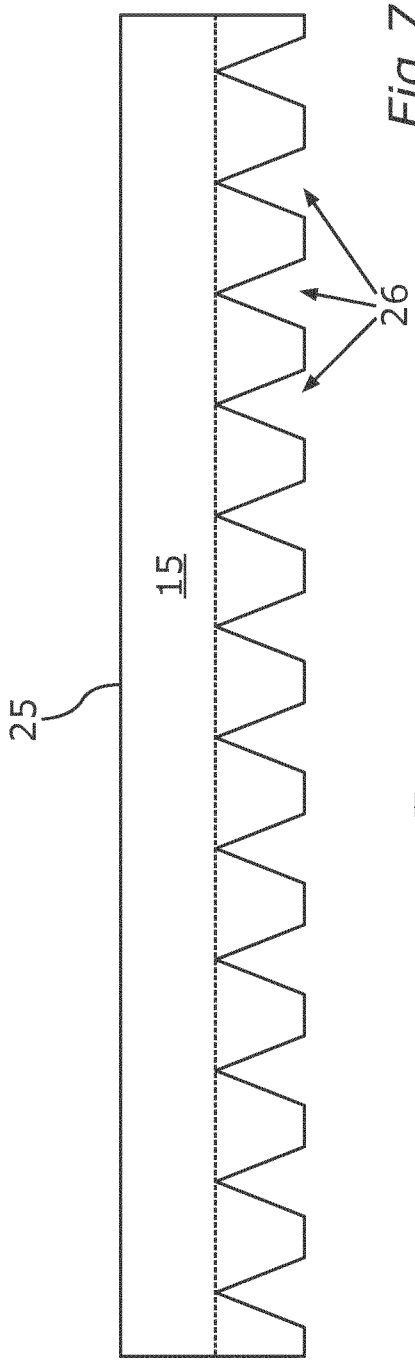


Fig.7

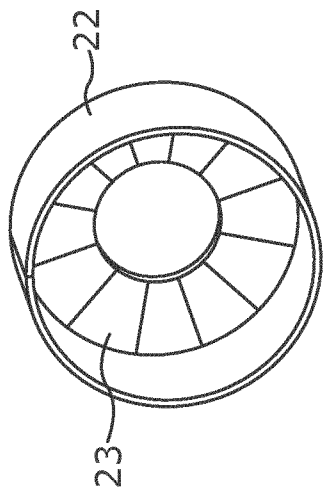


Fig.8

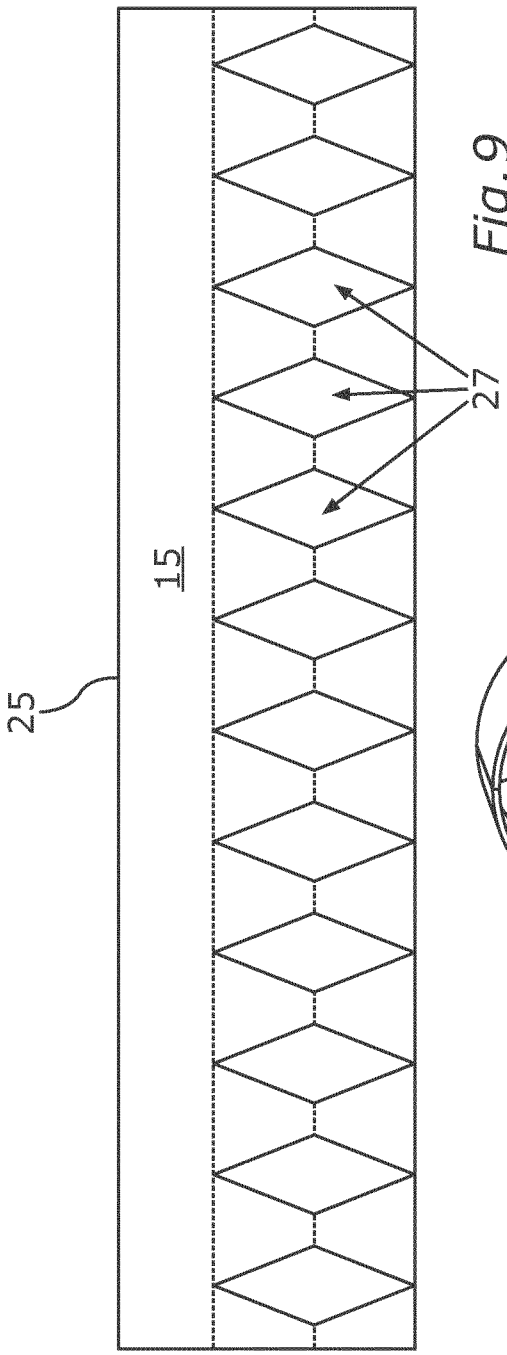


Fig.9

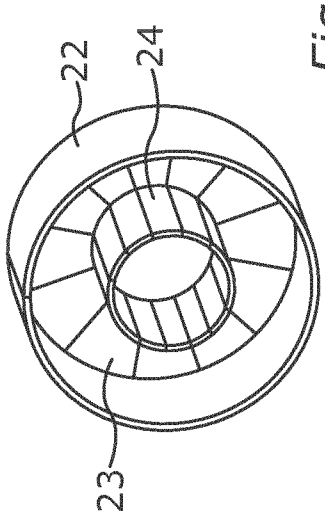


Fig.10

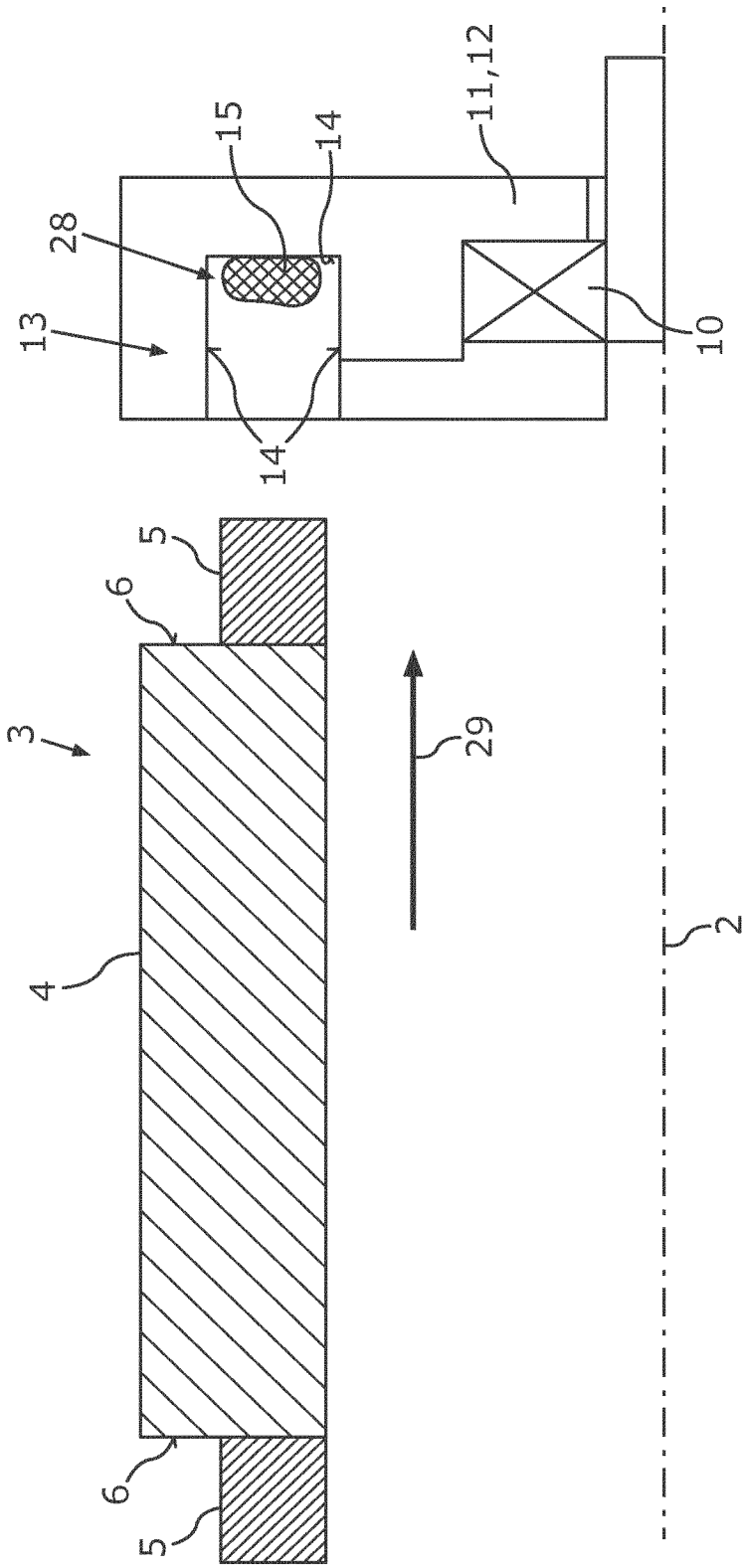


Fig.11

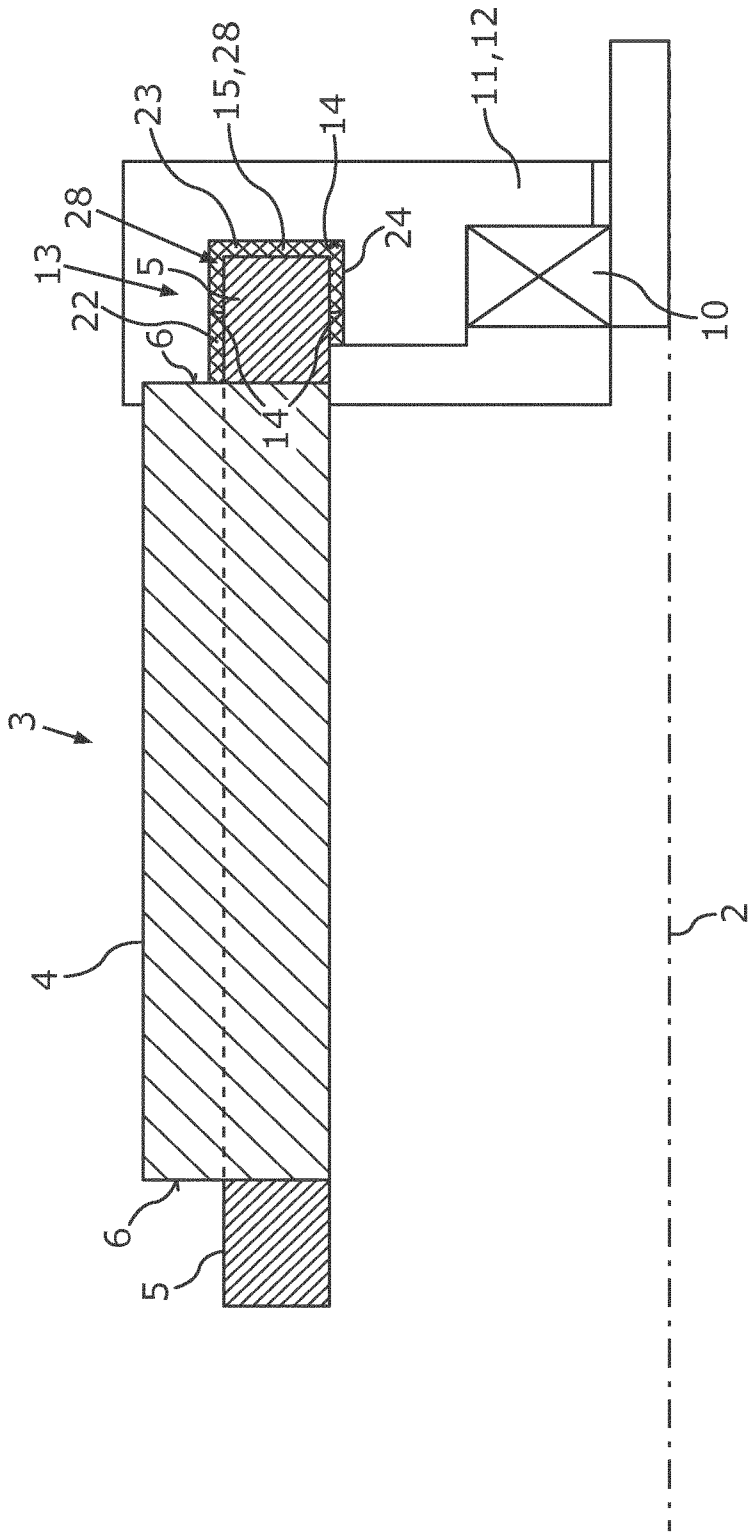


Fig.12

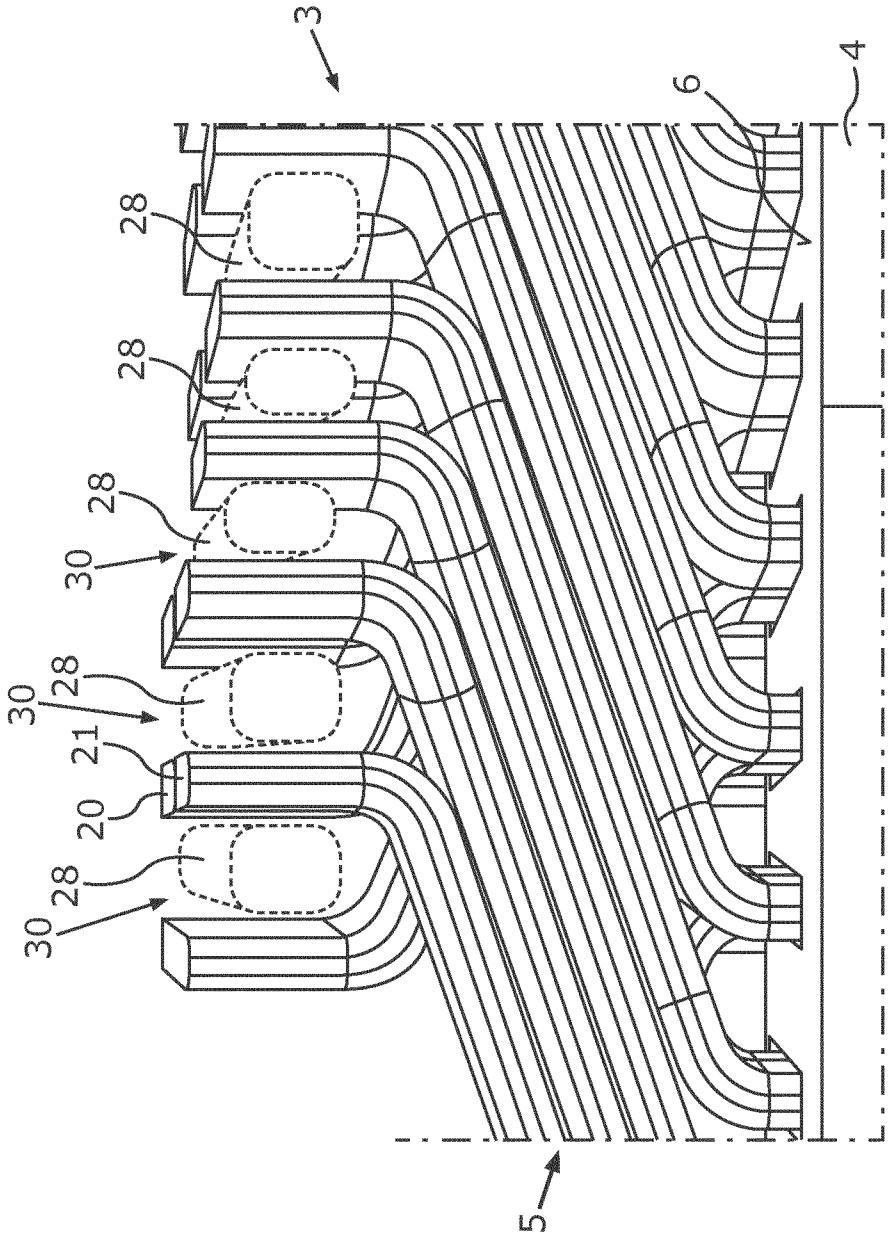


Fig.13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02K1/16 H02K3/50 H02K7/00 H02K9/22 H02K3/30
H02K5/15 H02K15/00 H02K15/10
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K

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 39 42 768 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17 January 1991 (1991-01-17) abstract column 1, line 36 - column 2, line 20 page 3, line 5 - page 3, line 51 figures 1,2	1-14
X	DE 10 2004 026453 A1 (LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE]) 30 December 2004 (2004-12-30) abstract paragraph [0140] - paragraph [0150] claim 11 figures 1-5,25,47	1-14

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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	Date of mailing of the international search report
6 April 2017	18/04/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Molnar, Sabinus

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/053178

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 47 559 A1 (MANNESMANN SACHS AG [DE]) 27 November 1997 (1997-11-27) abstract column 2, line 54 - column 3, line 46 figures 2,3 -----	1-14
X	US 2004/194287 A1 (BOURQUI GERALD [CH] ET AL) 7 October 2004 (2004-10-07) abstract paragraph [0049] - paragraph [0066] paragraph [0073] - paragraph [0076] figures 1-3 -----	1,2,5-9, 11-14

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/053178

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3942768 A1	17-01-1991	DE 3942768 A1	17-01-1991
		FR 2649557 A1	11-01-1991
		US 5053658 A	01-10-1991
DE 102004026453 A1	30-12-2004	NONE	
DE 19647559 A1	27-11-1997	NONE	
US 2004194287 A1	07-10-2004	AT 492058 T	15-01-2011
		AU 2065602 A	06-05-2002
		CN 1394377 A	29-01-2003
		CN 1866679 A	22-11-2006
		EP 1273086 A1	08-01-2003
		ES 2358011 T3	04-05-2011
		JP 4091422 B2	28-05-2008
		JP 4637888 B2	23-02-2011
		JP 2004512796 A	22-04-2004
		JP 2008061498 A	13-03-2008
		US 2003001440 A1	02-01-2003
		US 2004194287 A1	07-10-2004
		US 2008005888 A1	10-01-2008
		WO 0235685 A1	02-05-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/053178

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02K1/16 H02K3/50 H02K7/00 H02K9/22 H02K3/30
H02K5/15 H02K15/00 H02K15/10
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, 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 39 42 768 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 17. Januar 1991 (1991-01-17) Zusammenfassung Spalte 1, Zeile 36 - Spalte 2, Zeile 20 Seite 3, Zeile 5 - Seite 3, Zeile 51 Abbildungen 1,2 -----	1-14
X	DE 10 2004 026453 A1 (LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE]) 30. Dezember 2004 (2004-12-30) Zusammenfassung Absatz [0140] - Absatz [0150] Anspruch 11 Abbildungen 1-5,25,47 -----	1-14
	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6. April 2017	18/04/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Molnar, Sabinus

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/053178

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 196 47 559 A1 (MANNESMANN SACHS AG [DE]) 27. November 1997 (1997-11-27) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 54 - Spalte 3, Zeile 46 Abbildungen 2,3 -----	1-14
X	US 2004/194287 A1 (BOURQUI GERALD [CH] ET AL) 7. Oktober 2004 (2004-10-07) Zusammenfassung Absatz [0049] - Absatz [0066] Absatz [0073] - Absatz [0076] Abbildungen 1-3 -----	1,2,5-9, 11-14

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/053178

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3942768 A1	17-01-1991	DE 3942768 A1	17-01-1991
		FR 2649557 A1	11-01-1991
		US 5053658 A	01-10-1991
DE 102004026453 A1	30-12-2004	KEINE	
DE 19647559 A1	27-11-1997	KEINE	
US 2004194287 A1	07-10-2004	AT 492058 T	15-01-2011
		AU 2065602 A	06-05-2002
		CN 1394377 A	29-01-2003
		CN 1866679 A	22-11-2006
		EP 1273086 A1	08-01-2003
		ES 2358011 T3	04-05-2011
		JP 4091422 B2	28-05-2008
		JP 4637888 B2	23-02-2011
		JP 2004512796 A	22-04-2004
		JP 2008061498 A	13-03-2008
		US 2003001440 A1	02-01-2003
		US 2004194287 A1	07-10-2004
		US 2008005888 A1	10-01-2008
		WO 0235685 A1	02-05-2002