

(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
27. Juni 2024 (27.06.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/132013 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 3/487 (2006.01) *H02K 3/34* (2006.01)
H02K 3/50 (2006.01) *H02K 15/00* (2006.01)
H02K 15/12 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2023/100893

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. November 2023 (20.11.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 133 849.5
19. Dezember 2022 (19.12.2022) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **HAAS, Wolfgang**; Hardkopfweg 7, 77815 Bühl (DE). **HOFFMANN, Jan**; Sofienstr 56, 76461 Muggensturm (DE). **DOLLANSKY, Johannes**; Büchelbachstr. 15, 77830 Bühlertal (DE). **MARSETZ, Michael**; Epernayer Straße 16, 76275 Ettlingen (DE). **LAMM, Michael**; Oberdorfstr. 51, 77880 Sasbach (DE). **SEIFERMANN, Jürgen**; Im Grün 6, 77883 Ottenhöfen (DE). **DOLL, Tobias**; Eisenbahnstraße 17, 77871 Renchen (DE). **WAGENBLATT, Moritz**; Bergstraße 43, 66996 Erfweiler (DE). **LANG, Volker**; Hesselfeld 4, 77886 Lauf (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,

(54) Title: STATOR AND METHOD FOR PRODUCING A STATOR

(54) Bezeichnung: STATOR UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES STATORS

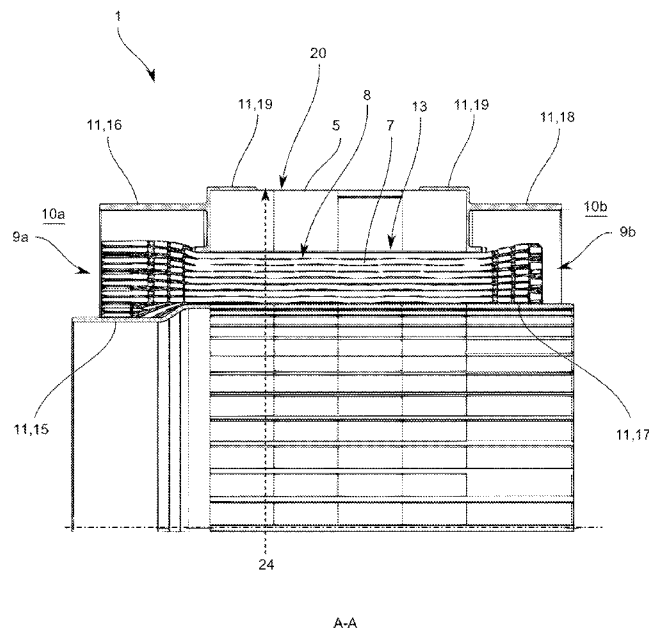


Fig. 3

(57) **Abstract:** The invention relates to a stator (1) of an electric machine (2), in particular for a drive train (3) of a motor vehicle (4), comprising a stator body (5) having a plurality of stator grooves (6) extending axially through the stator body (5), in which stator grooves a stator winding (8) consisting of a plurality of electrical conductors (7) is received, which stator winding exits on both end faces (10a, 10b) of the stator body (5), forming a winding head (9a, 9b) in each case, wherein in or on the stator body (5) at least one plastic injection-moulding element (11) is injection-moulded in or on the stator body (5).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Stator (1) einer elektrischen Maschine (2), insbesondere für einen Antriebsstrang (3) eines Kraftfahrzeugs (4), umfassend einen Statorkörper (5) mit einer Mehrzahl von sich axial durch den Statorkörper (5) erstrecken-



WO 2024/132013 A1

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

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

den Statornuten (6) in welchen eine aus einer Mehrzahl an elektrischen Leitern (7) bestehende Statorwicklung (8) aufgenommen ist, welche unter Bildung von jeweils einem Wickelkopf (9a, 9b) an den beiden Stirnseiten (10a, 10b) des Statorkörpers (5) austritt, wobei in oder an dem Statorkörper (5) wenigstens ein Kunststoffspritzgusselement (11) in oder an dem Statorkörper (5) angespritzt ist.

Stator und Verfahren zur Herstellung eines Stators

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stator einer elektrischen Maschine, insbesondere für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, umfassend einen
5 Statorkörper mit einer Mehrzahl von sich axial durch den Statorkörper erstreckenden Statornuten in welchen eine aus einer Mehrzahl an elektrischen Leitern bestehende Statorwicklung aufgenommen ist, welche unter Bildung von jeweils einem Wickelkopf an den beiden Stirnseiten des Statorkörpers austritt. Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zur Herstellung eines Stators.

10

Bei Kraftfahrzeugen werden für den Antrieb verstärkt Elektromotoren eingesetzt, um Alternativen zu Verbrennungsmotoren zu schaffen, die fossile Brennstoffe benötigen. Um die Alltagstauglichkeit der Elektroantriebe zu verbessern und zudem den Benutzern den gewohnten Fahrkomfort bieten zu können, sind bereits
15 erhebliche Anstrengungen unternommen worden.

Eine ausführliche Darstellung zu einem Elektroantrieb ergibt sich aus einem Artikel der Zeitschrift ATZ 63. Jahrgang, 05/20 6, Seiten 360-365 von Erik Schneider, Frank Fickl, Bernd Cebulski und Jens Liebold mit dem Titel: Hochintegrativ und
20 Flexibel Elektrische Antriebseinheit für E-Fahrzeuge. In diesem Artikel wird eine Antriebseinheit für eine Achse eines Fahrzeugs beschrieben, welche einen E-Motor umfasst, der konzentrisch zu einem Kegelraddifferenzial angeordnet ist. Derartige Antriebseinheiten werden auch als E-Achsen bezeichnet.

25 Neben den rein elektrisch betriebenen Antriebssträngen sind auch hybride Antriebsstränge bekannt. Derartige Antriebsstränge eines Hybridfahrzeuges umfassen üblicherweise eine Kombination aus einer Brennkraftmaschine und einem Elektromotor, und ermöglichen - beispielsweise in Ballungsgebieten - eine rein elektrische Betriebsweise bei gleichzeitiger ausreichender Reichweite und
30 Verfügbarkeit gerade bei Überlandfahrten. Zudem besteht die Möglichkeit, in bestimmten Betriebssituationen gleichzeitig durch die Brennkraftmaschine und den Elektromotor anzutreiben.

Für die Entwicklung von elektrischen Maschinen, insbesondere von elektrischen Maschinen für die oben erwähnten hybrid oder vollelektrisch betreibbaren Kraftfahrzeuge oder auch für Radnabenantriebe, sind grundsätzlich verschiedene Wicklungstechnologien für einen Stator einer elektrischen Maschine bekannt.

5

Bei elektrischen Maschinen, die einen Stator mit einem hohlzylindrischen Stator aufweisen, also als Innenläufermaschine ausgebildet sind, und die für eine Anwendung als Traktionsantrieb eines Kraftfahrzeugs konfiguriert sind, weisen oftmals eine Statorwicklung mit einem rechteckigen Querschnitt auf, um den eine hohe Leistungsdichte zu erreichen. Bei elektrischen Maschinen, welche für den Antrieb von Kraftfahrzeugen vorgesehen sind, werden die Statorwicklungen daher typischerweise als I-Pin oder Hairpin-Wicklungen ausgebildet. Hierbei werden beispielsweise im Wesentlichen I- oder U-förmige Drahtsegmente von einer Stirnseite des Stators aus in die Statornuten eingebracht und dann an einer gegenüberliegenden Stirnseite des Stators umgeformt und beispielsweise durch Schweißen verbunden.

10

15

20

25

Bei der Fertigung derartiger Statoren treten verschiedenste Herausforderungen auf, die Statoren günstig und betriebssicher herzustellen. Einige wesentliche und auch kostenintensive Fertigungsschritte sind beispielsweise die elektrische Isolation der Wicklung von den Nuten des Stators mittels Isolierpapier, die Fixierung der Einzelbleche oder Blechpakete des Stators mittels Fügens durch Clinchen, Kleben durch Backlack oder durch Schweißen, die Verformung der Hairpins einer Hairpinwicklung mittels eines Biegewerkzeugs oder der Verschluss der Statornuten mittels eines Nutverschlusskeils.

30

Die Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen Stator bereitzustellen, der hinsichtlich seiner Fertigung optimiert ist und besonders günstig herstellbar ist. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung ein verbessertes Fertigungsverfahren für einen Stator zu realisieren.

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Stator einer elektrischen Maschine, insbesondere für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, umfassend einen Statorkörper mit einer Mehrzahl von sich axial durch den Statorkörper

erstreckenden Statornuten in welchen eine aus einer Mehrzahl an elektrischen Leitern bestehende Statorwicklung aufgenommen ist, welche unter Bildung von jeweils einem Wickelkopf an den beiden Stirnseiten des Statorkörpers austritt, wobei in oder an dem Statorkörper wenigstens ein Kunststoffspritzgusselement in
5 oder an dem Statorkörper angespritzt ist.

Hierdurch wird der Vorteil erzielt, dass durch ein angespritztes Kunststoffspritzgusselement eine Reihe von verschiedenen Funktionen in einem mittels Spritzgusses hergestelltem Bauteil bereitstellbar sind. Diese Funktionen des
10 Kunststoffspritzgusselements können beispielsweise ausgewählt werden aus der Gruppe der Fixier-Funktionen, Verschluss-Funktionen, Isolations-Funktionen und/oder Abdichtungs-Funktionen.

Besonders bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, dass eine Mehrzahl an
15 Einzelblechen oder Blechpaketen des Statorkörpers mittels des Kunststoffspritzgusselements zueinander positionsfixiert ist. Hierdurch kann insbesondere auf eine Fixierung/Stabilisierung/Paketierung durch Backlack, Clinche und/oder Schweißungen verzichtet werden, da diese durch das Kunststoffspritzgusselement realisiert ist.

20 Als Kunststoff zur Ausformung des Kunststoffspritzgusselements könnte z.B. ein Duroplast, wie beispielsweise ein Epoxidharz, verwendet werden, aber auch andere Kunststoffe sind grundsätzlich denkbar. Bevorzugt ist das Kunststoffspritzgusselement aus einem Kunststoff geformt. Grundsätzlich ist es
25 auch denkbar, dass das Kunststoffspritzgusselement auch aus mehreren, voneinander verschiedenen Kunststoffen gebildet sein kann, beispielsweise mittels eines Bi-Injektions-Spritzgussverfahrens.

Ein Kunststoffspritzgusselement ist bevorzugt einstückig ausgebildet. Es ist jedoch
30 auch denkbar, dass das Kunststoffspritzgusselement mehrteilig ausgebildet ist, wobei es dann weiter bevorzugt ist, dass die mehreren Teile des Kunststoffspritzgusselements aus dem gleichen Kunststoff geformt sind.

Grundsätzlich ist es denkbar, dass mehrere Kunststoffspritzgusselemente in oder an dem Stator vorhanden sind.

5 Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung ist es, dass das Kunststoffspritzgusselement in oder an dem Statorkörper angespritzt ist. Dies bedeutet, dass das Kunststoffspritzgusselement in oder an dem Statorkörper während des Spritzgussprozesses ausgebildet wurde und nicht nachträglich als separates Bauteil in oder an dem Stator angeordnet wurde.

10 Der erfindungsgemäße Stator ist zur Verwendung in einer elektrischen Maschine vorgesehen. Die elektrische Maschine dient zur Umwandlung elektrischer Energie in mechanische Energie und/oder umgekehrt, und sie umfasst in der Regel den als Stator, Ständer oder Anker bezeichneten ortsfesten Teil sowie einen als Rotor oder Läufer bezeichneten und gegenüber dem ortsfesten Teil beweglich, insbesondere
15 drehbar, angeordneten Teil. Insbesondere ist die elektrische Maschine so dimensioniert, dass Fahrzeuggeschwindigkeiten größer als 50 km/h, vorzugsweise größer als 80 km/h und insbesondere größer als 100 km/h erreicht werden können. Besonders bevorzugt weist der Elektromotor eine Leistung größer als 30 kW, vorzugsweise größer als 50 kW und insbesondere größer als 70 kW auf. Es ist des
20 Weiteren bevorzugt, dass die elektrische Maschine Drehzahlen größer als 5.000 U/min, besonders bevorzugt größer als 10.000 U/min, ganz besonders bevorzugt größer als 12.500 U/min bereitstellt.

Der Stator kann insbesondere durch eine Leistungselektronik, die gelegentlich auch
25 als Inverter bezeichnet wird, bestrombar sein. Die Leistungselektronik ist bevorzugt ein Verbund verschiedener Komponenten, welche einen Strom an Stator steuern oder regeln, bevorzugt inklusive hierzu benötigter peripherer Bauteile wie Kühlelemente oder Netzteile. Insbesondere enthält die Leistungselektronik ein oder mehrere Leistungselektronikbauteile, welche zur Steuerung oder Regelung eines
30 Stroms eingerichtet sind. Dabei handelt es sich besonders bevorzugt um einen oder mehrere Leistungsschalter, z.B. Leistungstransistoren. Besonders bevorzugt weist die Leistungselektronik mehr als zwei, besonders bevorzugt drei voneinander getrennte Phasen bzw. Strompfade mit mindestens je einem eigenen Leistungselektronikbauteil auf. Die Leistungselektronik ist bevorzugt ausgelegt, pro

Phase eine Leistung mit einer Spitzenleistung, bevorzugt Dauerleistung, von mindestens 10 W, bevorzugt mindestens 100 W besonders bevorzugt mindestens 1000 W zu steuern oder regeln. Die Leistungselektronik ist bevorzugt über einen HV-Terminal (HV=Hochvolt) mit der Statorwicklung des Stators verbunden.

5

Als Kraftfahrzeuge im Sinne dieser Anmeldung gelten Landfahrzeuge, die durch Maschinenkraft bewegt werden, ohne an Bahngleise gebunden zu sein. Ein Kraftfahrzeug kann beispielsweise ausgewählt sein aus der Gruppe der Personenkraftwagen (PKW), Lastkraftwagen (LKW), Kleinkrafträder, Leichtkraftfahrzeuge, Krafträder, Kraftomnibusse (KOM) oder Zugmaschinen.

10

Der erfindungsgemäße Stator kann bevorzugt für eine Radialflussmaschine konfiguriert sein. Der Stator einer Radialflussmaschine ist üblicherweise zylindrisch bzw. zylinderringförmig aufgebaut und besteht in der Regel aus einem Statorkörper, der durch gegeneinander elektrisch isolierten und geschichtet aufgebauten und zu Blechpaketen paketierte Elektrobleche gebildet ist. Durch diesen Aufbau werden die durch das Statorfeld verursachten Wirbelströme im Stator geringgehalten. Über den Umfang verteilt, sind in das Elektroblech parallel zur Rotorwelle verlaufend angeordnet Statornuten eingelassen, welche die Statorwicklung bzw. Teile der Statorwicklung aufnehmen. In Abhängigkeit von der Konstruktion zur Oberfläche hin, können die Nuten mit Verschlusselementen, wie Verschlusskeilen oder Deckeln oder dergleichen verschlossen sein, um ein Herauslösen der Statorwicklung zu verhindern.

15

20

25

30

Der Statorkörper ist bevorzugt einteilig ausgebildet. Ein einteiliger Statorkörper zeichnet sich dadurch aus, dass der gesamte Statorkörper umfänglich gesehen einteilig ausgebildet ist. Der Statorkörper ist dabei in der Regel aus einer Vielzahl von gestapelten laminierten Elektroblechen gebildet, wobei jedes der Elektrobleche zu einem Kreisring geschlossen ausgebildet ist. Die Einzelbleche können in dem Statorkörper beispielsweise durch Verklebung, Verschweißung oder Verschraubung zusammengehalten werden.

In dem Statorkörper sind bevorzugt die Statorzähne des Stators ausgebildet. Als Statorzähne werden Bestandteile des Statorkörpers bezeichnet, die als umfänglich

beabstandete, zahnartig radial nach innen (Innenläufer) oder radial nach außen (Außenläufer) gerichtete Teile des Statorkörpers ausgebildet sind und zwischen deren freien Enden und einem Rotorkörper ein Luftspalt für das Magnetfeld und für die rotative Bewegung des Rotors gebildet ist. Als Luftspalt wird der zwischen dem

5 Rotor und dem Stator existierende unmagnetische Spalt bezeichnet. Bei einer Radialflussmaschine ist das beispielsweise ein im Wesentlichen kreisringförmiger Spalt mit einer radialen Breite, die dem Abstand zwischen Rotorkörper und Statorkörper entspricht.

10 In den Statornuten des erfindungsgemäßen Stators ist eine Statorwicklung eingelassen. Eine Statorwicklung umfasst elektrisch leitfähige Leiter, deren Längenerstreckung wesentlich größer ist als ihr Durchmesser. Die Statorwicklung kann grundsätzlich jede beliebige Querschnittsform aufweisen. Bevorzugt sind rechteckige Querschnittsformen, da sich mit diesen hohe Packungs- und folglich

15 Leistungsdichten erzielen lassen. Ganz besonders bevorzugt ist eine Statorwicklung aus Kupfer gebildet.

Bevorzugt ist die Wicklung als eine I-Pin oder Hairpin-Wicklung ausgebildet.

20 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängig formulierten Ansprüchen angegeben. Die in den abhängig formulierten Ansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale sind in technologisch sinnvoller Weise miteinander kombinierbar und können weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Ansprüchen angegebenen Merkmale in der

25 Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Statornuten jeweils sich im Querschnitt in radialer Richtung erstreckende

30 Nutseitenwände und einen Nutgrund aufweisen, wobei das Kunststoffspritzgusselement die Nutseitenwände und den Nutgrund vollständig überdeckt. Der Vorteil dieser Ausgestaltung liegt darin, dass durch die Beschichtung der Seitenwände und des Nutgrunds mit einem Kunststoff, auf die Verwendung eines separaten Isolationspapiers verzichtet werden kann. Es versteht

sich, dass der Kunststoff hierzu elektrisch isolierende Eigenschaften aufweist. Es ist des Weiteren in diesem Zusammenhang bevorzugt, dass das Kunststoffspritzgusselement an den Nutseitenwänden und dem Nutgrund eine im Wesentlichen gleichförmige Schichtdicke aufweist. Durch die vollständige Überdeckung der Seitenwände und des Nutgrunds ist es ferner möglich, eine Flüssigkeitsabdichtung zwischen den Statornuten und dem Statorkörper auszubilden, so dass der Stator hierdurch auch über eine fluidische Kühlung der Statornuten verfügen kann. Ferner kann durch die Ausbildung des Kunststoffspritzgusselements an den Nutseitenwänden und dem Nutgrund eine Fixierung der Statorbleche bzw. der Statorblechpakete unterstützt werden.

Es kann gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterentwicklung der Erfindung auch vorgesehen sein, dass die Statornuten jeweils eine sich im Querschnitt in radialer Richtung erstreckende Nutöffnung aufweisen, wobei das Kunststoffspritzgusselement die Nutöffnung verschließt. Es kann hierdurch erreicht werden, dass die Statornuten radial nach innen durch das Kunststoffspritzgusselement verschlossen und beispielsweise auf die sonst üblichen die Nutverschlusskeile verzichtet werden können. Hierbei ist es ganz besonders bevorzugt, dass das Kunststoffspritzgusselement, das die Nutseitenwände und den Nutgrund bedeckt als auch das Kunststoffspritzgusselement, das die Nutöffnung verschließt, einstückig, bevorzugt monolithisch ausgeformt sind.

Des Weiteren kann es gemäß einer ebenfalls vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen sein, dass das Kunststoffspritzgusselement einen ersten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper herauserstreckenden Zylinderringabschnitt aufweist, welcher radial unterhalb des ersten Wickelkopfes verläuft, und/oder das Kunststoffspritzgusselement einen zweiten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper herauserstreckenden Zylinderringabschnitt aufweist, welcher radial oberhalb des ersten Wickelkopfes verläuft, und/oder das Kunststoffspritzgusselement einen dritten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper herauserstreckenden Zylinderringabschnitt aufweist, welcher radial unterhalb des zweiten Wickelkopfes verläuft und/oder das Kunststoffspritzgusselement einen vierten sich in axialer Richtung aus dem

Statorkörper herauserstreckenden Zylinderringabschnitt aufweist, welcher radial oberhalb des zweiten Wickelkopfes verläuft.

5 Durch einen oder mehrere der Zylinderringabschnitte lassen sich verschiedene Räume und Zonen in oder an dem Stator definieren, welche unterschiedliche Funktionen aufweisen können. So wäre es beispielsweise denkbar, mittels des ersten Zylinderringabschnitts eine Trennung zwischen einem Nassraum und einem Trockenraum zu definieren.

10 Es ist in diesem Zusammenhang besonders bevorzugt, dass der erste Zylinderringabschnitt und/oder der zweite Zylinderringabschnitt und/oder der dritte Zylinderringabschnitt und/oder der vierte Zylinderringabschnitt einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem Kunststoffspritzgusselement, dass die Nutseitenwände und den Nutgrund bedeckt ausgeformt sind/ist.

15

Es ist in diesem Zusammenhang ferner besonders bevorzugt, dass der erste Zylinderringabschnitt und/oder der zweite Zylinderringabschnitt und/oder der dritte Zylinderringabschnitt und/oder der vierte Zylinderringabschnitt einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem Kunststoffspritzgusselement, dass die Nutöffnung verschließt, ausgeformt sind/ist.

20

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung kann es vorgesehen sein, dass das Kunststoffspritzgusselement einen ersten Anbindungsabschnitt aufweist, der eine äußere Mantelfläche des Statorkörpers zumindest abschnittsweise überdeckt. Hierdurch lässt sich insbesondere eine thermische Abkopplung des Statorkörpers von einer Anbindungsstruktur, wie beispielsweise einem Motorgehäuse oder einem Statorträger, realisieren. Dies kann insbesondere dann wünschenswert sein, wenn die Wärme aus dem Stator nicht über dessen äußere Mantelfläche auf thermisch sensible angrenzende Strukturen oder Bauteile abgegeben werden soll oder kann, sondern beispielsweise gezielt über eine fluidische Kühlung, wie insbesondere mittels eines Kühllöls. Hierbei kann der Anbindungsabschnitt bevorzugt kraft- und/oder formschlüssig zwischen dem Statorkörper und einer Anbindungsstruktur ausgeführt sein.

30

In diesem Zusammenhang ist es ferner bevorzugt, dass der Anbindungsabschnitt einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem ersten Zylinderringabschnitt und/oder dem zweiten Zylinderringabschnitt und/oder dem dritten Zylinderringabschnitt und/oder dem vierten Zylinderringabschnitt des Kunststoffspritzgusselements
5 ausgeformt ist.

Es ist des Weiteren bevorzugt, dass der Anbindungsabschnitt einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem Kunststoffspritzgusselement, dass die Nutseitenwände und den Nutgrund bedeckt ausgeformt ist.

10

Auch kann es bevorzugt sein, dass der Anbindungsabschnitt einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem Kunststoffspritzgusselement, dass die Nutöffnung verschließt, ausgeformt ist.

15 Des Weiteren kann die Erfindung auch dahingehend weiterentwickelt sein, dass in Umfangsrichtung zwischen jeweils zwei benachbarten Statornuten jeweils ein sich in axialer Richtung durch den Statorkörper erstreckender Statorzahn ausgebildet ist, und das Kunststoffspritzgusselement jeweils eine Stirnfläche eines oder mehrerer Statorzähne überdeckt. Hierdurch kann insbesondere die Nutisolation verbessert
20 werden. In einer ebenfalls bevorzugten Ausgestaltungsvariante der Erfindung kann auch vorgesehen sein, dass das Kunststoffspritzgusselement eine axial aus der Stirnfläche herausragende Kontur aufweist, welche als Formwerkzeug während des Twistens des entsprechenden Wickelkopfs dient. Hierdurch kann erreicht werden, dass an der Stirnfläche des Statorkörpers die Geometrie des
25 Kunststoffspritzgusselements so ausgeführt ist, dass z.B. die Hairpins einer Hairpinwicklung direkt über diese Geometrie gebogen werden können und kein zusätzliches Werkzeug mehr notwendig ist. Dieses Biegen der Leiter der Statorwicklung im Wickelkopfbereich außerhalb des Statorkörpers wird auch als Verschränken oder Twisten bezeichnet.

30

In diesem Zusammenhang ist es ferner bevorzugt, dass die Kontur einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem ersten Zylinderringabschnitt und/oder dem zweiten Zylinderringabschnitt und/oder dem dritten Zylinderringabschnitt und/oder dem vierten Zylinderringabschnitt des Kunststoffspritzgusselements ausgeformt ist.

Es ist des Weiteren bevorzugt, dass die Kontur einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem Kunststoffspritzgusselement, dass die Nutseitenwände und den Nutgrund bedeckt, ausgeformt ist.

5

Auch kann es bevorzugt sein, dass die Kontur einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem Kunststoffspritzgusselement, dass die Nutöffnung verschließt, ausgeformt ist.

10 Ferner kann es ebenfalls bevorzugt sein, dass die Kontur einstückig, bevorzugt monolithisch mit dem Kunststoffspritzgusselement, dass den Anbindungsabschnitt bildet, ausgeformt ist.

Auch kann es vorteilhaft sein, die Erfindung dahingehend weiterzuentwickeln, dass
15 der zweite sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper herauserstreckende Zylinderringabschnitt radial oberhalb des ersten Wickelkopfes und radial unterhalb des Außendurchmessers des Statorkörpers verläuft, und/oder der vierte sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper herauserstreckende Zylinderringabschnitt radial oberhalb des zweiten Wickelkopfes und radial unterhalb des
20 Außendurchmessers des Statorkörpers verläuft. Hierdurch kann beispielsweise eine thermische Abkopplung eines Nassraums zu einer Anbindungsstruktur, wie beispielsweise eines Motorgehäuses, erfolgen, um thermisch sensible Bereiche um den Stator entsprechend vor einer ungewollten thermischen Belastung zu schützen.

25 Gemäß einer weiteren zu bevorzugenden Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes kann vorgesehen sein, dass an dem ersten Zylinderringabschnitt und/oder dem zweiten Zylinderringabschnitt und/oder dem dritten Zylinderringabschnitt und/oder dem vierten Zylinderringabschnitt jeweils
30 den jeweiligen Zylinderringabschnitt aufweist. Hierdurch kann eine weiter optimierte Systemintegration und ein weiterer Verzicht auf separate Bauteile erreicht werden.

Die Aufgabe der Erfindung kann auch gelöst werden durch ein Verfahren zur Herstellung eines Stators einer elektrischen Maschine, insbesondere für einen

Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Stators nach einem der Ansprüche 1-9, umfassend die folgenden Schritte:

- 5 • Bereitstellung eines Stators mit einem Statorkörper mit einer Mehrzahl von sich axial durch den Statorkörper erstreckenden Statornuten in welchen eine aus einer Mehrzahl an elektrischen Leitern bestehende Statorwicklung positionierbar ist,
- 10 • Einlegen des Stators in ein Spritzgusswerkzeug einer Spritzgussmaschine,
- Anspritzen wenigstens eines Kunststoffspritzgusselements in oder an dem Statorkörper,
- 15 • Entnahme des Stators aus dem Spritzgusswerkzeug.

15

Ein Wesentlicher Aspekt der Erfindung ist somit die Vereinfachung von Fertigungsprozessen und das Zusammenführen mehrerer Funktionen von bislang separaten Bauteilen eines Stators in einem oder mehreren
20 Kunststoffspritzgusselementen, die in einem Spritzgussprozess geformt werden.

20

Es versteht sich, dass die einzelnen beschriebenen Funktionen und deren baulichen Elemente einzeln oder in einer beliebigen Kombination miteinander kombiniert werden können. So wäre es beispielsweise möglich, dass das
25 Kunststoffspritzgusselement nur die Nutisolation mittels Kunststoff umgesetzt, aber ohne die Kontur zum Biegen der Hairpins.

25

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Figuren ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens näher erläutert werden.

30

Es zeigt:

Figur 1 ein Kraftfahrzeug mit einer elektrischen Maschine in einer schematischen Blockschaltansicht,

- Figur 2 eine elektrische Maschine in einer schematischen Querschnittsansicht,
- 5 Figur 3 einen bewickelten Stator in einer ersten Axialschnittdarstellung,
- Figur 4 den aus Figur 3 bekannten bewickelten Stator in einer ersten perspektivischen Axialschnittansicht,
- 10 Figur 5 einen nicht bewickelten Stator in einer zweiten Axialschnittdarstellung,
- Figur 6 den aus Figur 5 bekannten, nicht bewickelten Stator in einer zweiten perspektivischen Axialschnittansicht,
- 15
- Figur 7 eine erste Ausführungsform eines Nutverschlusses in einer Detail-Querschnittsdarstellung,
- 20 Figur 8 eine zweite Ausführungsform eines Nutverschlusses in einer Detail-Querschnittsdarstellung,
- Figur 9 eine Detailansicht aus radialer Richtung auf den Wickelkopf des Stators mit einer an den Statorzähnen ausgebildeten, sich in axialer Richtung erstreckenden Kontur zur Verschränkung der elektrischen Leiter,
- 25
- Figur 10 eine Detailansicht aus radialer Richtung auf den nicht bewickelten Wickelkopfbereich des Stators mit einer an den Statorzähnen ausgebildeten, sich in axialer Richtung erstreckenden Kontur zur Verschränkung der elektrischen Leiter,
- 30

Figur 11 eine perspektivische Detaildarstellung auf den nicht bewickelten Wickelkopfbereich des Stators mit einer an den Statorzähnen ausgebildeten, sich in axialer Richtung erstreckenden Kontur zur Verschränkung der elektrischen Leiter.

5

Die Figur 2 zeigt einen Stator 1 einer elektrischen Maschine 2, insbesondere für einen Antriebsstrang 3 eines Kraftfahrzeugs 4, wie es auch in der Figur 1 skizziert ist.

10

Wie man aus der Zusammenschau der Figuren 1 und 3 erkennt, umfasst der Stator 1 einen Statorkörper 5 mit einer Mehrzahl von sich axial durch den Statorkörper 5 erstreckenden Statornuten 6, in welchen eine aus einer Mehrzahl an elektrischen Leitern 7 bestehende Statorwicklung 8 aufgenommen ist, die unter Bildung von jeweils einem Wickelkopf 9a,9b an den beiden Stirnseiten 10a,10b des Statorkörpers 5 austritt. Der Stator 1 ist für eine innenlaufende Radialflussmaschine konfiguriert und weist einen entsprechend hohlzylindrischen Statorkörper 5 auf, in dem der Rotor 26 drehbar gelagert aufgenommen ist.

15

20 In oder an dem Statorkörper 5 ist wenigstens ein Kunststoffspritzgusselement 11 in oder an dem Statorkörper 5 angespritzt.

Aus den Figuren 7-8 ist ersichtlich, dass die Statornuten 6 jeweils sich im Querschnitt in radialer Richtung erstreckende Nutseitenwände 12 und einen

25

Nutgrund 13 aufweisen, wobei das Kunststoffspritzgusselement 11 die Nutseitenwände 12 und den Nutgrund 13 vollständig überdeckt. Die Statornuten 6 weisen ferner jeweils eine sich im Querschnitt in radialer Richtung erstreckende Nutöffnung 14 auf, wobei das Kunststoffspritzgusselement 11 die Nutöffnung 14 verschließt. In der Figur 7 ist eine Ausführungsform gezeigt, die durch ein in die

30

Nutöffnung 14 einfahrendes Werkzeug 25 gebildet wurde, so dass die Nutöffnung 14 im radial oberen Bereich der Nutöffnung 14 verschlossen ist. Die hat den Vorteil dass das Werkzeug 25 in radial inneren Abschnitt der Nutöffnung 14 geführt werden kann. Die Figur 8 zeigt eine alternative Ausgestaltung, bei der die Nutöffnung 14 vollständig mit Kunststoff gefüllt ist, wodurch konstruktiv einfachere Werkzeuge

verwendet werden können.

Wie in den Figuren 3-6 dargestellt, besitzt das Kunststoffspritzgusselement 11 einen ersten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper 5 herauserstreckenden Zylinderringabschnitt 15, welcher radial unterhalb des ersten Wickelkopfes 9a verläuft. Das Kunststoffspritzgusselement 11 verfügt in der gezeigten Ausführungsform auch über einen zweiten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper 5 herauserstreckenden Zylinderringabschnitt 16, welcher radial oberhalb des ersten Wickelkopfes 9a verläuft. Hierdurch wird der erste Wickelkopf 9a von einem Ringraum eingefasst, der durch den ersten Zylinderringabschnitt 15 und den zweiten Zylinderringabschnitt 16 definiert wird. Hierbei ist es möglich, dass die Zylinderringabschnitte 15,16 zweistückig ausgebildet sind und keine körperliche Verbindung zueinander besitzen, jedoch in dem gleichen Spritzgussprozess an den Statorkörper 5 angespritzt wurden. Hierbei sind die Zylinderringabschnitte 15,16 aus dem gleichen Kunststoff geformt.

Ein Kunststoffspritzgusselement 11 besitzt des Weiteren einen dritten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper 5 herauserstreckenden Zylinderringabschnitt 17, welcher radial unterhalb des zweiten Wickelkopfes 9b verläuft und einen vierten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper 5 herauserstreckenden Zylinderringabschnitt 18, welcher radial oberhalb des zweiten Wickelkopfes 9b verläuft. Hierdurch wird auch der zweite Wickelkopf 9b von einem Ringraum eingefasst, der durch den dritten Zylinderringabschnitt 17 und den vierten Zylinderringabschnitt 18 definiert wird. Hierbei ist es ebenfalls möglich, dass die Zylinderringabschnitte 17,18 zweistückig ausgebildet sind und keine körperliche Verbindung zueinander besitzen, jedoch in dem gleichen Spritzgussprozess an den Statorkörper 5 angespritzt wurden und die Zylinderringabschnitte 15,16 so aus dem gleichen Kunststoff geformt sind.

Auch ist in den Figuren 3-6 gezeigt, dass der zweite sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper 5 herauserstreckende Zylinderringabschnitt 16 radial oberhalb des ersten Wickelkopfes 9a und radial unterhalb des Außendurchmessers 24 des Statorkörpers 5 verläuft. Auch der der vierte sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper 5 herauserstreckende Zylinderringabschnitt 18 ist radial oberhalb des

zweiten Wickelkopfes 9b und radial unterhalb des Außendurchmessers 24 des Statorkörpers 5 ausgebildet. Hierdurch kann eine weitere thermische Entkopplung des Wickelkopfbereichs von einer nicht dargestellten Anbindungsstruktur erfolgen.

5 Die Figuren 3-6 zeigen des Weiteren, dass das Kunststoffspritzgusselement 11 einen ersten Anbindungsabschnitt 19 aufweist, der eine äußere Mantelfläche 20 des Statorkörpers 5 zumindest abschnittsweise überdeckt. Hierdurch kann eine thermische Entkopplung zu einer den Stator 1 aufnehmenden Anbindungsstruktur erreicht werden.

10

Aus einer Zusammenschau der Figur 2 mit den Figuren 9-11 wird ferner ersichtlich, dass in Umfangsrichtung zwischen jeweils zwei benachbarten Statornuten 6 jeweils ein sich in axialer Richtung durch den Statorkörper 5 erstreckender Statorzahn 21 ausgebildet ist, und das Kunststoffspritzgusselement 11 jeweils eine Stirnfläche 22
15 eines oder mehrerer Statorzähne 21 überdeckt. Dabei weist das Kunststoffspritzgusselement 11 eine axial aus der Stirnfläche 22 herausragende Kontur 23 auf, welche als Formwerkzeug während des Twistens des entsprechenden Wickelkopfs 9a,9b dient.

20 Die Erfindung ist nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beschränkt. Die vorstehende Beschreibung ist daher nicht als beschränkend, sondern als erläuternd anzusehen. Die nachfolgenden Patentansprüche sind so zu verstehen, dass ein genanntes Merkmal in zumindest einer Ausführungsform der Erfindung vorhanden ist. Dies schließt die Anwesenheit weiterer Merkmale nicht
25 aus. Sofern die Patentansprüche und die vorstehende Beschreibung 'erste' und 'zweite' Merkmal definieren, so dient diese Bezeichnung der Unterscheidung zweier gleichartiger Merkmale, ohne eine Rangfolge festzulegen.

Bezugszeichenliste

- 1 Stator
- 2 elektrische Maschine
- 5 3 Antriebsstrang
- 4 Kraftfahrzeug
- 5 Statorkörper
- 6 Statornuten
- 7 elektrische Leiter
- 10 8 Statorwicklung
- 9 Wickelkopf
- 10 Stirnseiten
- 11 Kunststoffspritzgusselement
- 12 Nutseitenwände
- 15 13 Nutgrund
- 14 Nutöffnung
- 15 Zylinderringabschnitt
- 16 Zylinderringabschnitt
- 17 Zylinderringabschnitt
- 20 18 Zylinderringabschnitt
- 19 Anbindungsabschnitt
- 20 Mantelfläche
- 21 Statorzahn
- 22 Stirnfläche
- 25 23 Kontur
- 24 Außendurchmesser
- 25 Werkzeug
- 26 Rotor

Ansprüche

1. Stator (1) einer elektrischen Maschine (2), insbesondere für einen
Antriebsstrang (3) eines Kraftfahrzeugs (4), umfassend einen Statorkörper (5)
5 mit einer Mehrzahl von sich axial durch den Statorkörper (5) erstreckenden
Statornuten (6) in welchen eine aus einer Mehrzahl an elektrischen Leitern (7)
bestehende Statorwicklung (8) aufgenommen ist, welche unter Bildung von
jeweils einem Wickelkopf (9a,9b) an den beiden Stirnseiten (10a,10b) des
Statorkörpers (5) austritt,

10

dadurch gekennzeichnet, dass

in oder an dem Statorkörper (5) wenigstens ein Kunststoffspritzgusselement (11)
in oder an dem Statorkörper (5) angespritzt ist.

15

2. Stator (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Statornuten (6) jeweils sich im Querschnitt in radialer Richtung erstreckende
Nutseitenwände (12) und einen Nutgrund (13) aufweisen, wobei das
20 Kunststoffspritzgusselement (11) die Nutseitenwände (12) und den Nutgrund
(13) vollständig überdeckt.

3. Stator (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Statornuten (6) jeweils eine sich im Querschnitt in radialer Richtung
erstreckende Nutöffnung (14) aufweisen, wobei das Kunststoffspritzgusselement
(11) die Nutöffnung (14) verschließt.

4. Stator (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
30 dadurch gekennzeichnet, dass
das Kunststoffspritzgusselement (11) einen ersten sich in axialer Richtung aus
dem Statorkörper (5) herauserstreckenden Zylinderringabschnitt (15) aufweist,
welcher radial unterhalb des ersten Wickelkopfes (9a) verläuft

und/oder

5 das Kunststoffspritzgusselement (11) einen zweiten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper (5) herauserstreckenden Zylinderringabschnitt (16) aufweist, welcher radial oberhalb des ersten Wickelkopfes (9a) verläuft,

und/oder

10 das Kunststoffspritzgusselement (11) einen dritten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper (5) herauserstreckenden Zylinderringabschnitt (17) aufweist, welcher radial unterhalb des zweiten Wickelkopfes (9b) verläuft

und/oder

15 das Kunststoffspritzgusselement (11) einen vierten sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper (5) herauserstreckenden Zylinderringabschnitt (18) aufweist, welcher radial oberhalb des zweiten Wickelkopfes (9b) verläuft.

5. Stator (1) nach einem der vorherigen Ansprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffspritzgusselement (11) einen ersten Anbindungsabschnitt (19) aufweist, der eine äußere Mantelfläche (20) des Statorkörpers (5) zumindest abschnittsweise überdeckt.

25 6. Stator (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Umfangsrichtung zwischen jeweils zwei benachbarten Statornuten (6) jeweils ein sich in axialer Richtung durch den Statorkörper (5) erstreckender Statorzahn (21) ausgebildet ist, und das Kunststoffspritzgusselement (11) jeweils eine
30 Stirnfläche (22) eines oder mehrerer Statorzähne (21) überdeckt.

7. Stator (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

das Kunststoffspritzgusselement (11) eine axial aus der Stirnfläche (22) herausragende Kontur (23) aufweist, welche als Formwerkzeug während des Twistens des entsprechenden Wickelkopfs (9a,9b) dient.

- 5 8. Stator (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 4-7,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweite sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper (5) herauserstreckende
Zylinderringabschnitt (16) radial oberhalb des ersten Wickelkopfes (9a) und
radial unterhalb des Außendurchmessers (24) des Statorkörpers (5) verläuft,

10

und/oder

- der vierte sich in axialer Richtung aus dem Statorkörper (5) herauserstreckende
Zylinderringabschnitt (18) radial oberhalb des zweiten Wickelkopfes (9b) und
15 radial unterhalb des Außendurchmessers (24) des Statorkörpers (5) verläuft,

9. Stator (1) nach einem der vorherigen Ansprüche 4-8,
dadurch gekennzeichnet, dass
an dem ersten Zylinderringabschnitt (15) und/oder dem zweiten
20 Zylinderringabschnitt (16) und/oder dem dritten Zylinderringabschnitt (17)
und/oder dem vierten Zylinderringabschnitt (18) jeweils wenigstens ein
Formschlussmittel zur Anbindung von wenigstens einem Bauteil an den
jeweiligen Zylinderringabschnitt (15,16,17,18) aufweist.

10. Verfahren zur Herstellung eines Stators (1) einer elektrischen Maschine (2),
insbesondere für einen Antriebsstrang (3) eines Kraftfahrzeugs (4),
insbesondere eines Stators (1) nach einem der Ansprüche 1-9, umfassend die
5 folgenden Schritte:

- Bereitstellung eines Stators (1) mit einem Statorkörper (5) mit einer Mehrzahl
von sich axial durch den Statorkörper (5) erstreckenden Statornuten (6) in
welchen eine aus einer Mehrzahl an elektrischen Leitern (7) bestehende
10 Statorwicklung (8) positionierbar ist,
- Einlegen des Stators (1) in ein Spritzgusswerkzeug einer
Spritzgussmaschine,
- 15 • Anspritzen wenigstens eines Kunststoffspritzgusselements (11) in oder an
dem Statorkörper (5).
- Entnahme des Stators (1) aus dem Spritzgusswerkzeug.

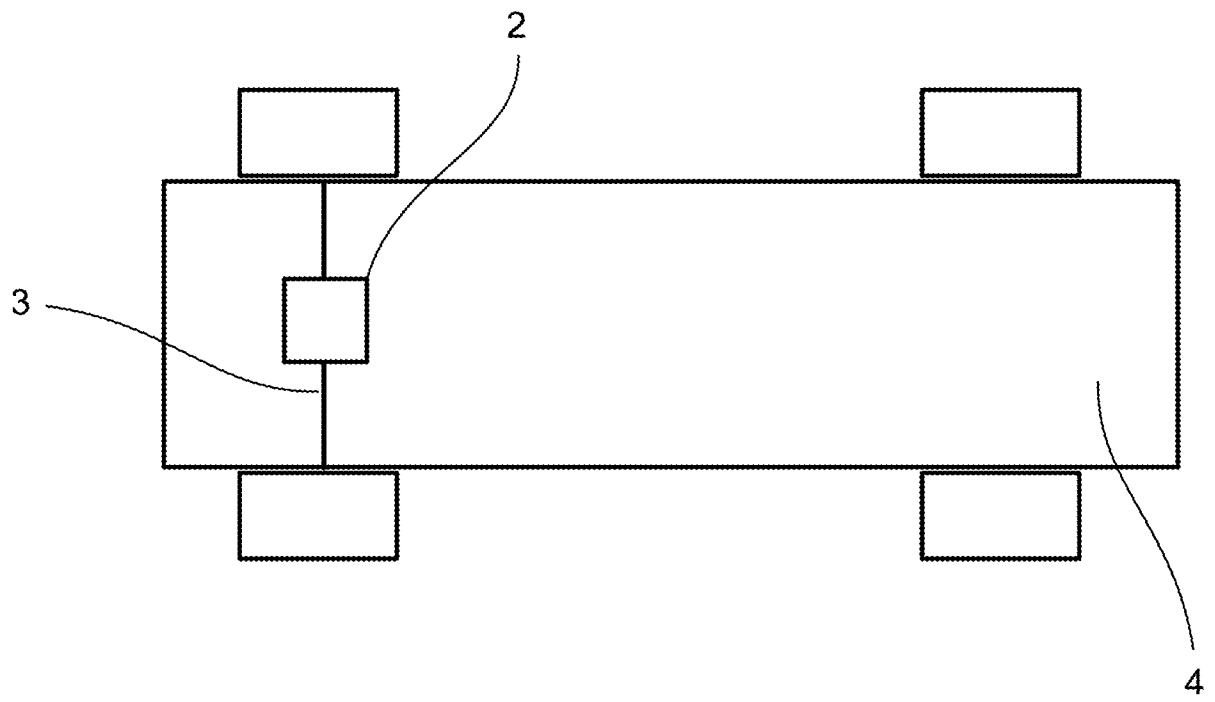


Fig. 1

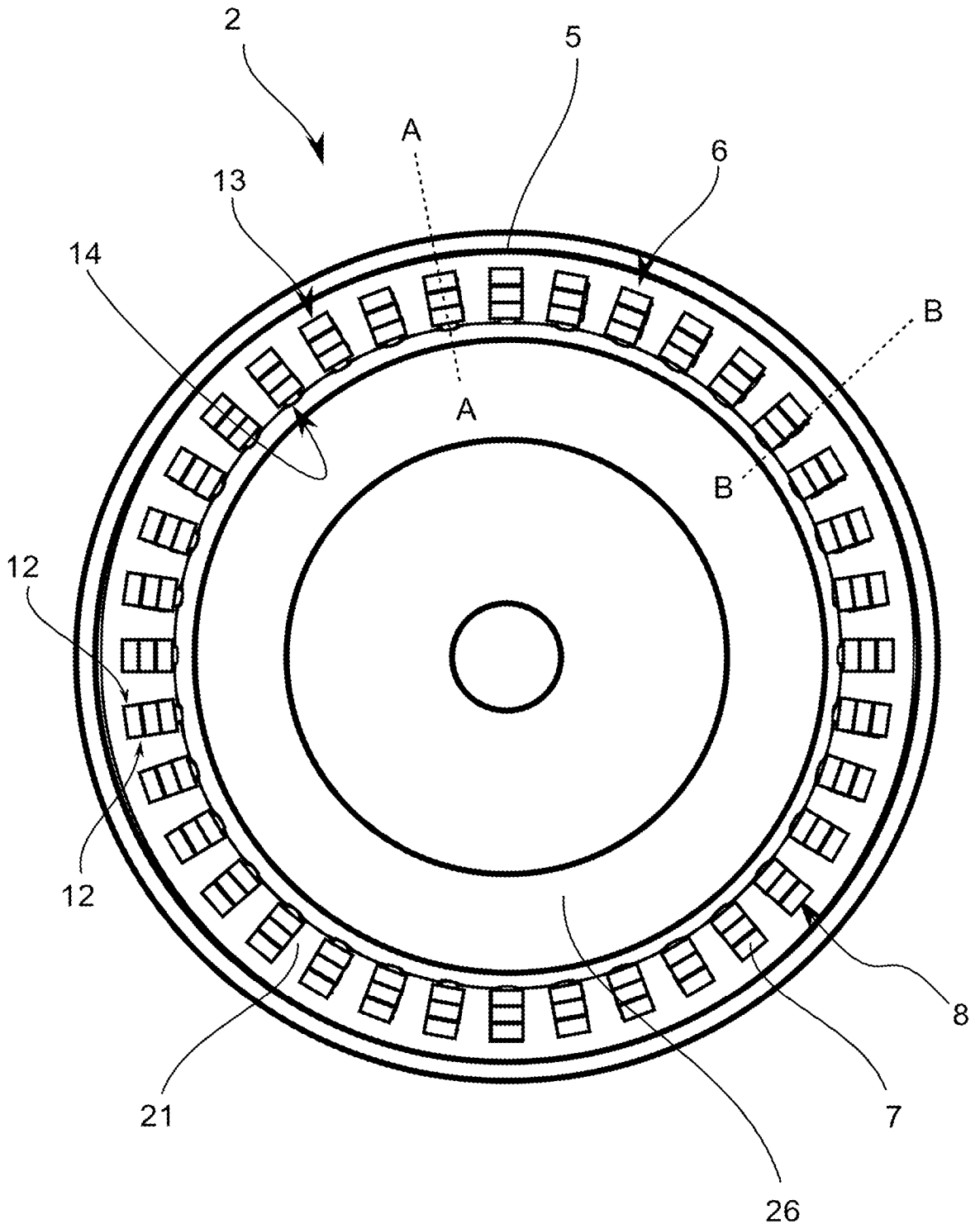


Fig. 2

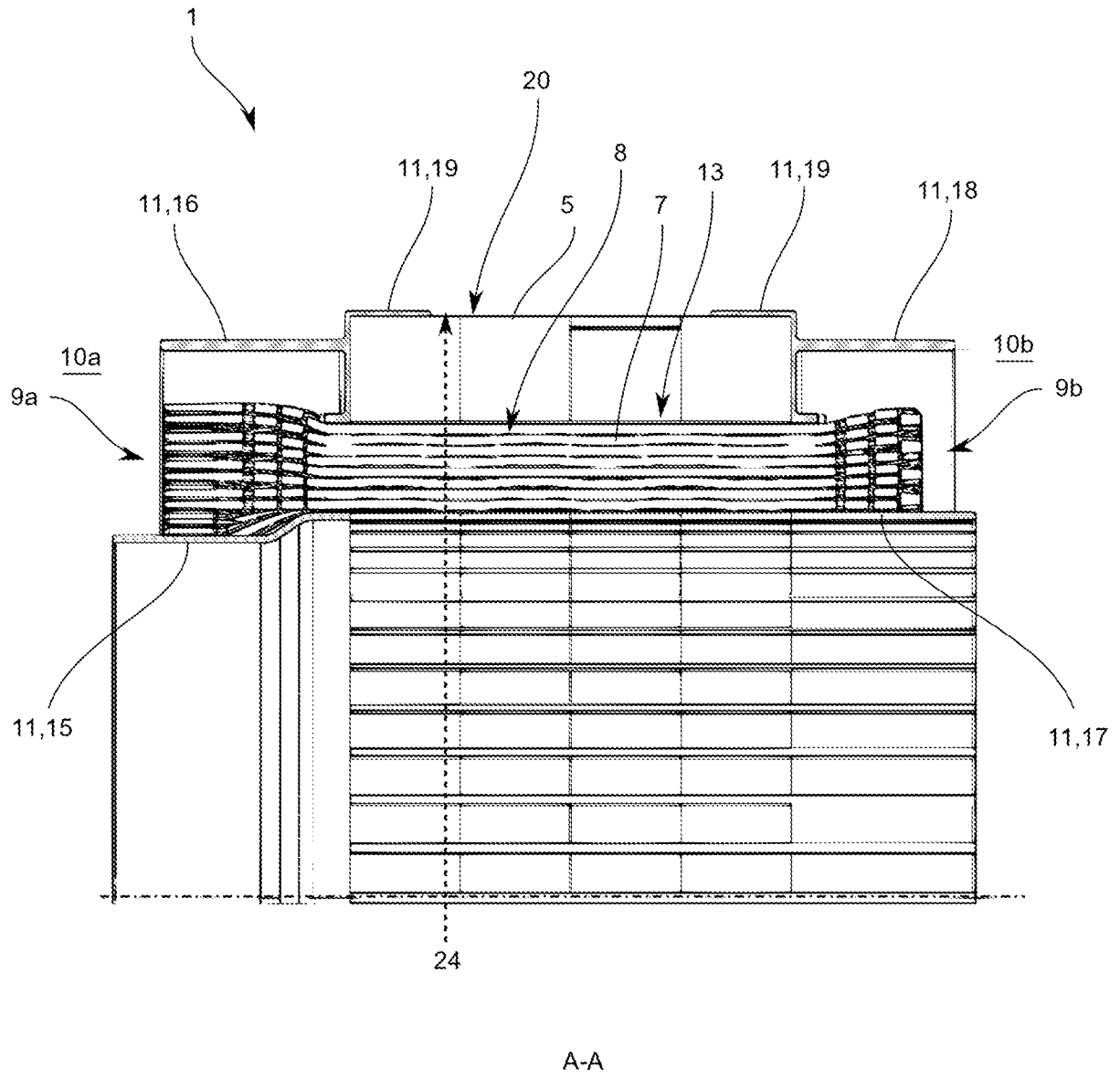


Fig. 3

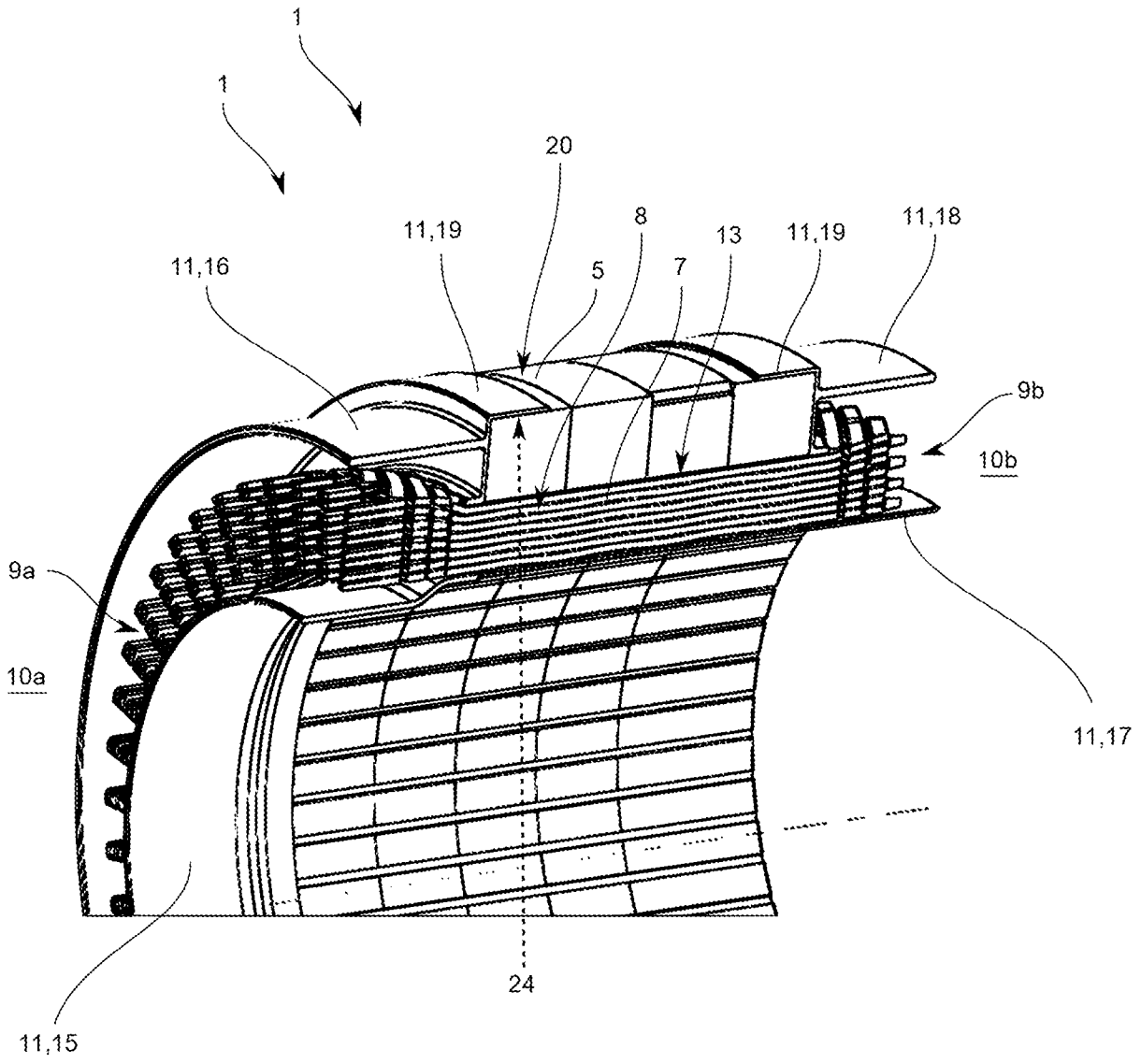
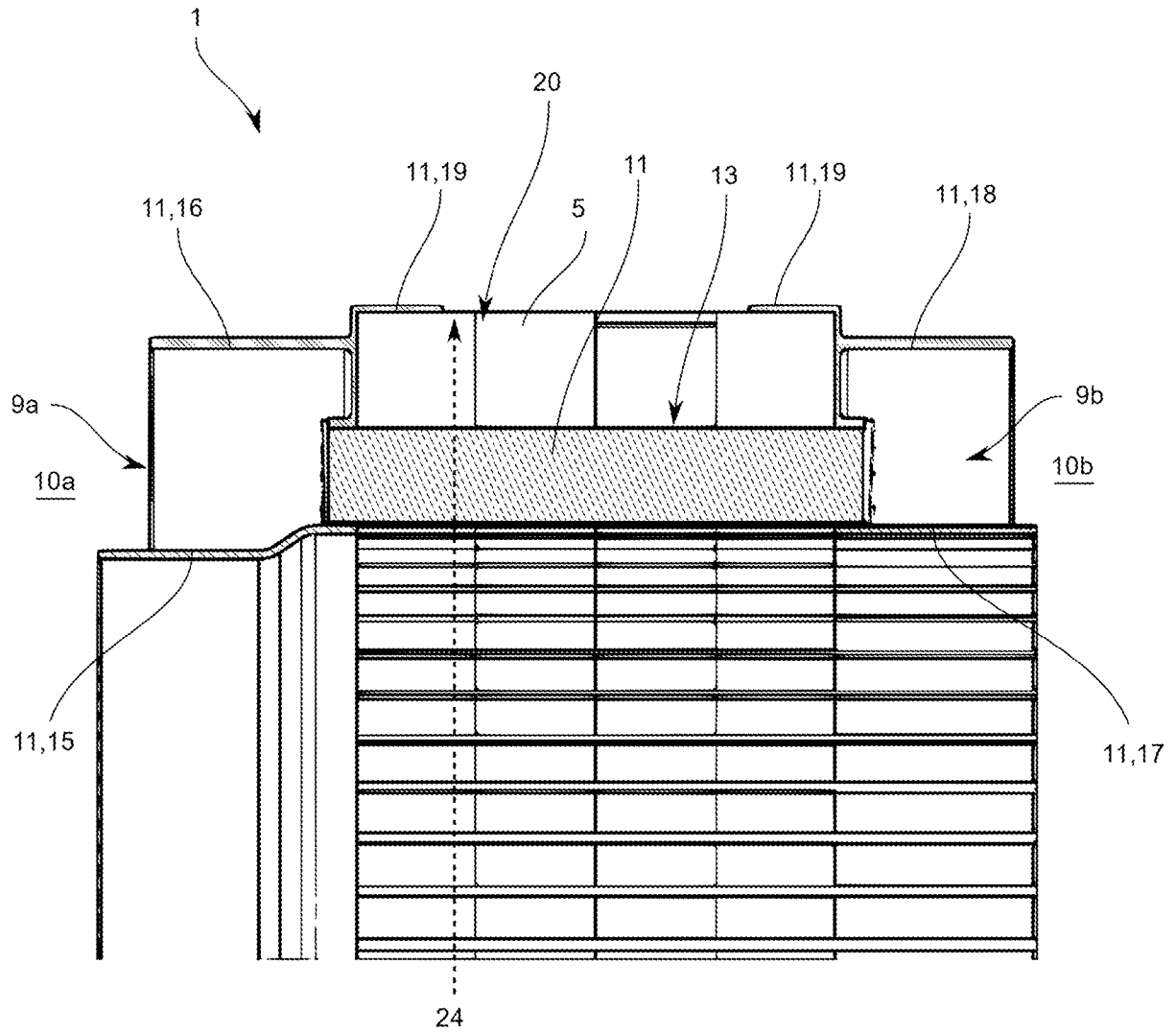


Fig. 4

5/11



B-B

Fig. 5

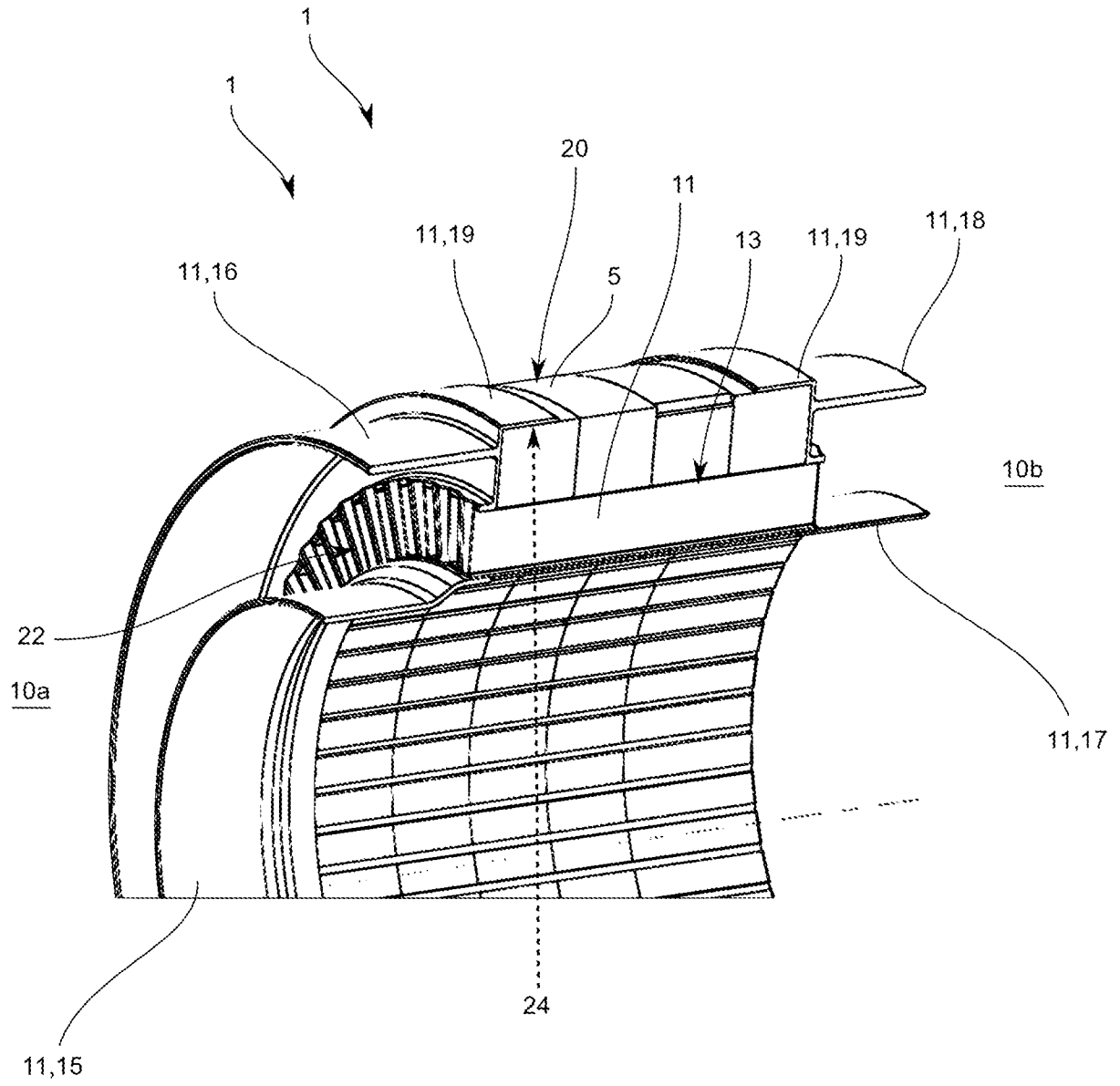


Fig. 6

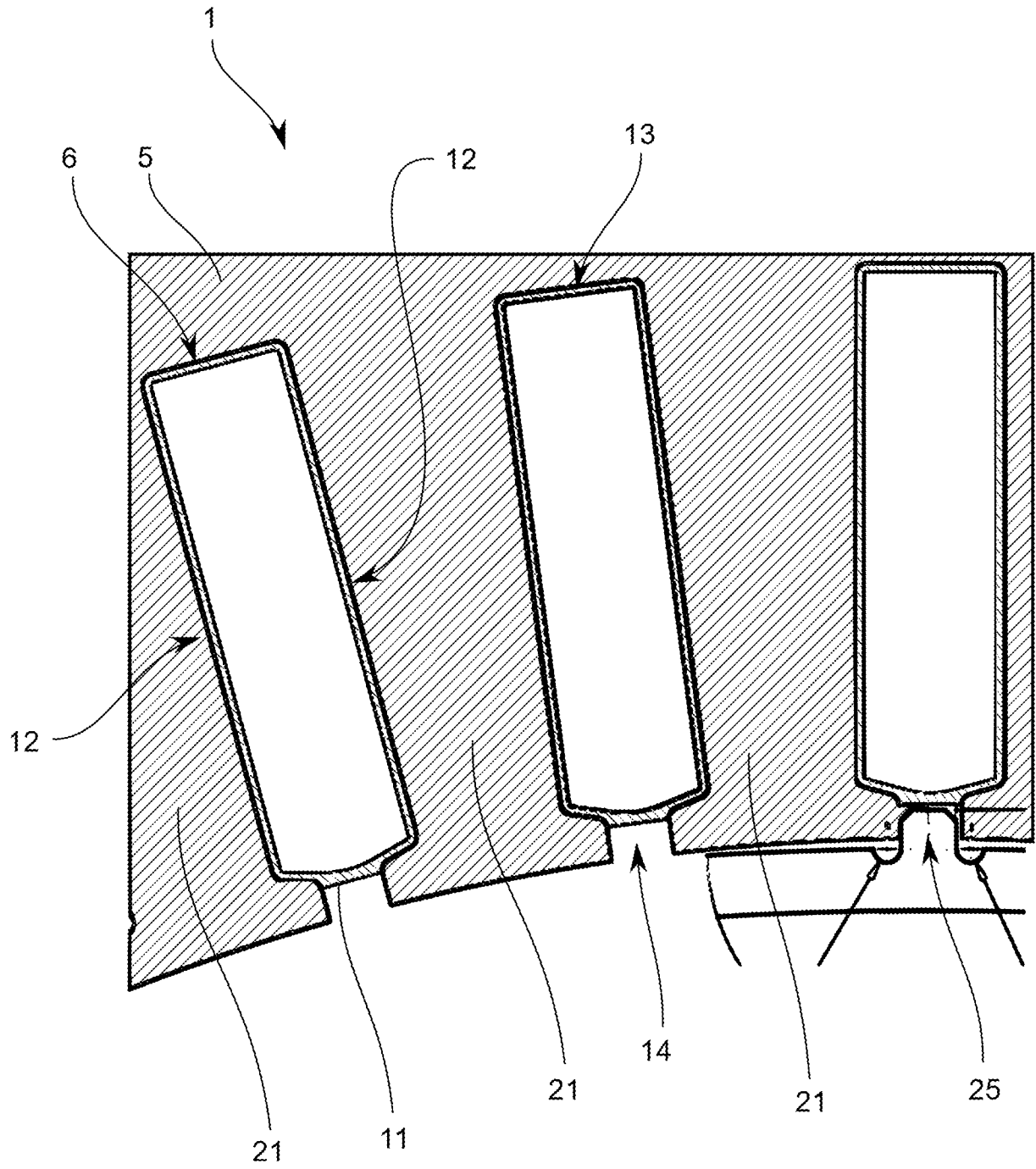


Fig. 7

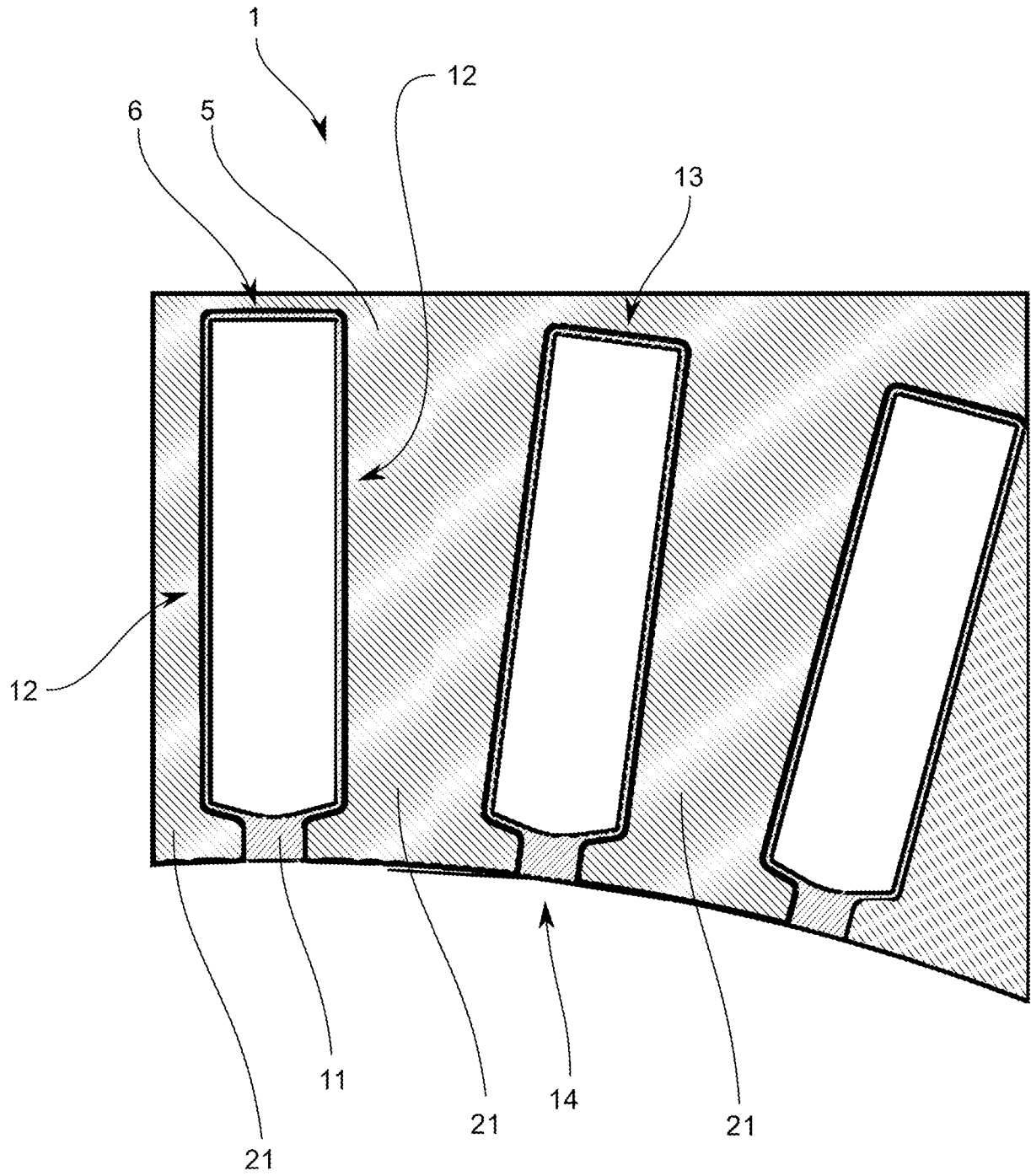


Fig. 8

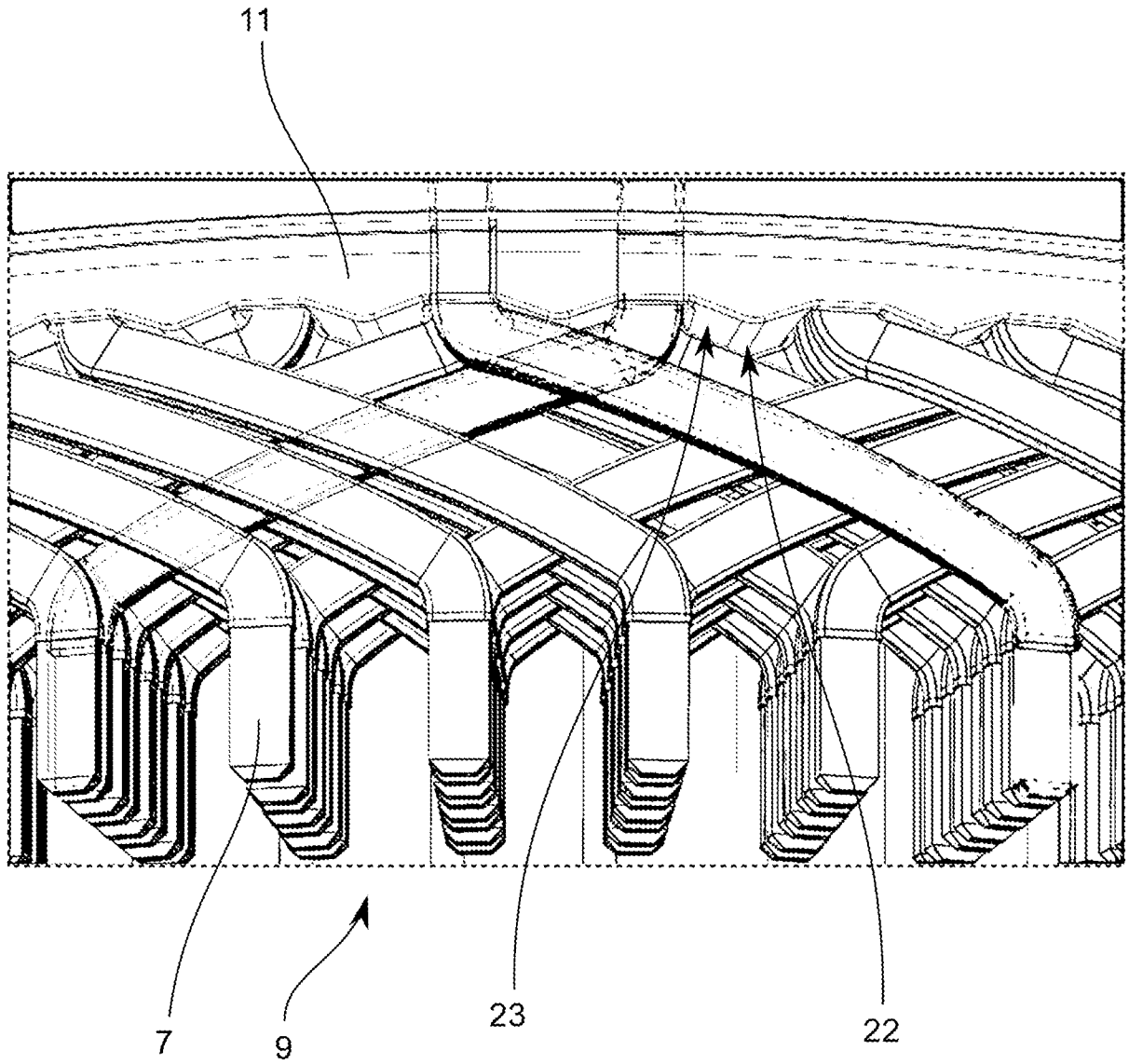


Fig. 9

10/11

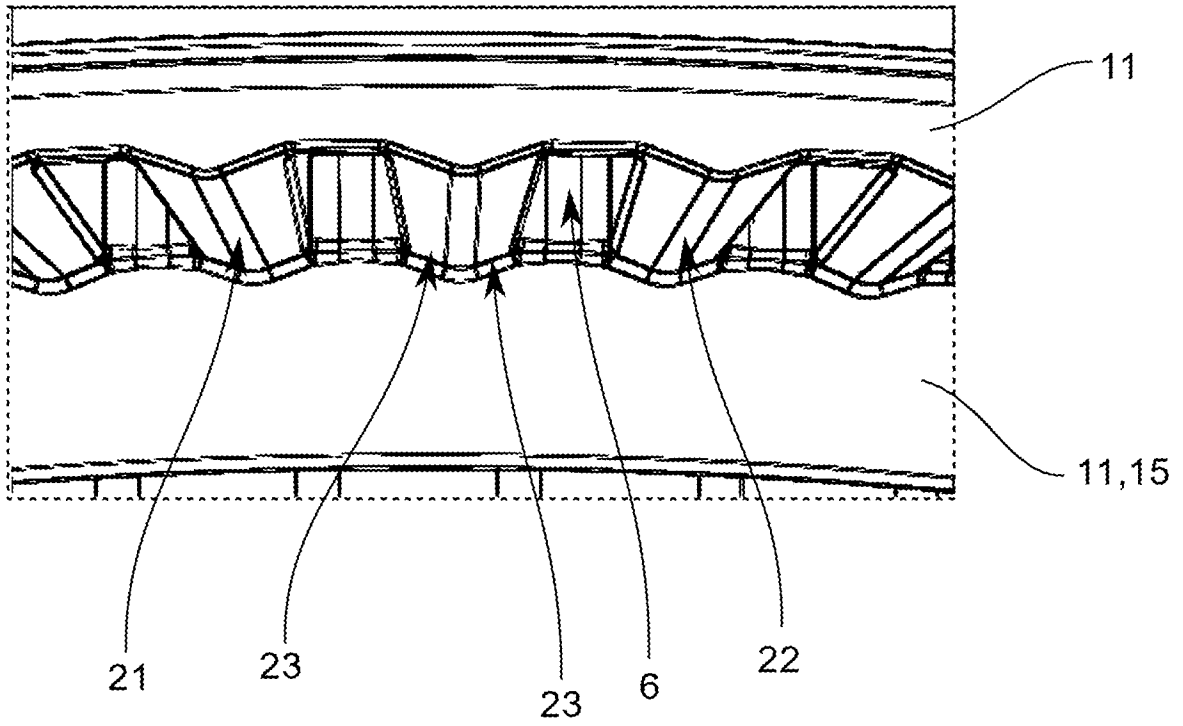


Fig. 10

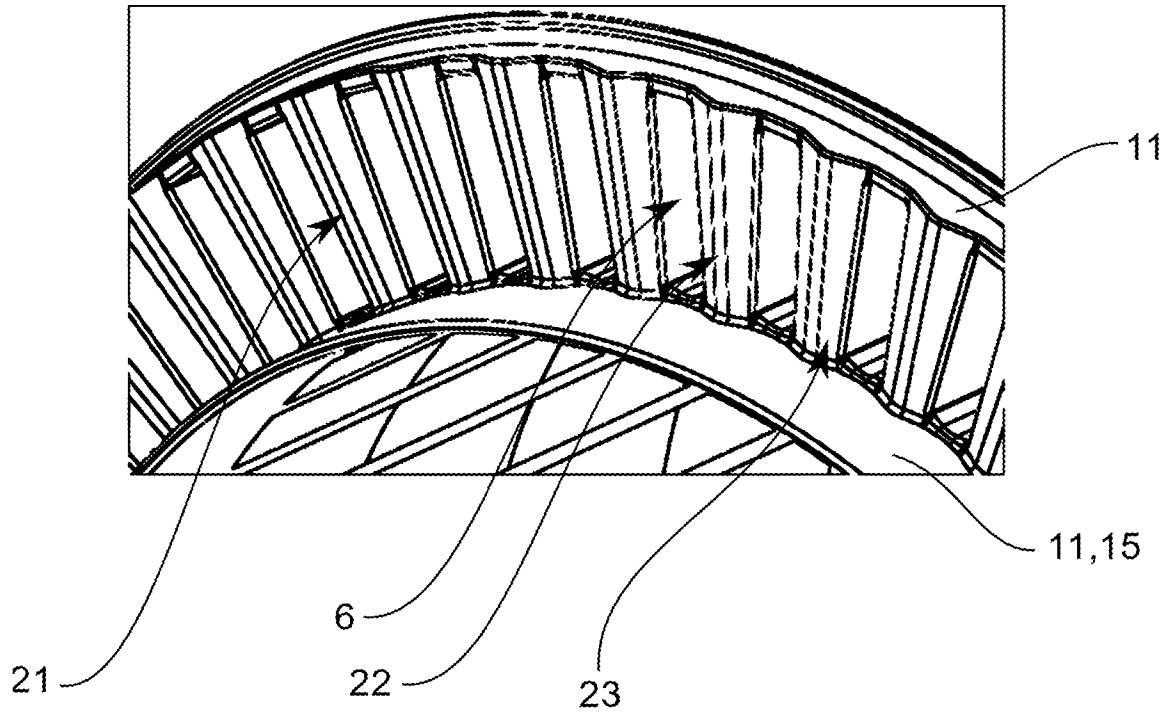


Fig. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2023/100893

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02K 3/487 (2006.01)i; H02K 3/50 (2006.01)i; H02K 15/12 (2006.01)i; H02K 3/34 (2006.01)i; H02K 15/00 (2006.01)n		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H02K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102017220123 A1 (AUDI AG [DE]) 16 May 2019 (2019-05-16) paragraph [0028]; figure 1	1-3, 10
X	US 5034643 A (TRIAN HERVE [FR]) 23 July 1991 (1991-07-23) figures 1-4 column 3, line 33 - line 62 column 4, line 1 - line 6 column 5, line 1 - line 17	1,2,4-10
X	DE 102021113691 A1 (PORSCHE AG [DE]) 01 December 2022 (2022-12-01) paragraphs [0014], [0034], [0035]; figures 1-6	1,4,6-10
X	CN 216451199 U (ZHEJIANG COENING MOTOR CO LTD) 06 May 2022 (2022-05-06) paragraph [0039]; figures 1-4	1,4,6-10
X	US 2022231560 A1 (LEONARDI FRANCO [US] ET AL) 21 July 2022 (2022-07-21) paragraph [0024]; figure 2	1-3,6,7,10
A	DE 102019124206 A1 (AUDI AG [DE]) 11 March 2021 (2021-03-11) paragraph [0038]; figure 3	7
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 05 February 2024		Date of mailing of the international search report 19 February 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Georgopoulos, P Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2023/100893

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102019207889 A1 (AUDI AG [DE]) 03 December 2020 (2020-12-03) figure 7	7
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/DE2023/100893

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102017220123	A1	16 May 2019	CN	109787390	A	21 May 2019
				DE	102017220123	A1	16 May 2019
				EP	3484021	A1	15 May 2019
				US	2019149023	A1	16 May 2019

US	5034643	A	23 July 1991	AT	E100248	T1	15 January 1994
				DE	69005912	T2	28 April 1994
				DK	0403317	T3	14 February 1994
				EP	0403317	A1	19 December 1990
				ES	2022048	A4	01 December 1991
				FR	2648634	A1	21 December 1990
				GR	910300129	T1	30 June 1992
				JP	H0327753	A	06 February 1991
				KR	910002072	A	31 January 1991
				US	5034643	A	23 July 1991

DE	102021113691	A1	01 December 2022	CN	115411894	A	29 November 2022
				DE	102021113691	A1	01 December 2022
				GB	2608503	A	04 January 2023
				JP	2022183051	A	08 December 2022
				KR	20220160485	A	06 December 2022
				US	2022385152	A1	01 December 2022

CN	216451199	U	06 May 2022	NONE			

US	2022231560	A1	21 July 2022	CN	114765390	A	19 July 2022
				DE	102022100759	A1	21 July 2022
				US	2022231560	A1	21 July 2022

DE	102019124206	A1	11 March 2021	CN	112564328	A	26 March 2021
				DE	102019124206	A1	11 March 2021
				US	2021075288	A1	11 March 2021

DE	102019207889	A1	03 December 2020	CN	113841322	A	24 December 2021
				DE	102019207889	A1	03 December 2020
				EP	3977603	A1	06 April 2022
				ES	2952274	T3	30 October 2023
				WO	2020239368	A1	03 December 2020

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2023/100893

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02K3/487 H02K3/50 H02K15/12 H02K3/34
 ADD. H02K15/00

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.
X	DE 10 2017 220123 A1 (AUDI AG [DE]) 16. Mai 2019 (2019-05-16) Absatz [0028]; Abbildung 1 -----	1-3, 10
X	US 5 034 643 A (TRIAN HERVE [FR]) 23. Juli 1991 (1991-07-23) Abbildungen 1-4 Spalte 3, Zeile 33 - Zeile 62 Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 6 Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 17 -----	1, 2, 4-10
X	DE 10 2021 113691 A1 (PORSCHE AG [DE]) 1. Dezember 2022 (2022-12-01) Absätze [0014], [0034], [0035]; Abbildungen 1-6 ----- -/--	1, 4, 6-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. Februar 2024

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

19/02/2024

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Georgopoulos, P

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	CN 216 451 199 U (ZHEJIANG COENING MOTOR CO LTD) 6. Mai 2022 (2022-05-06) Absatz [0039]; Abbildungen 1-4 -----	1, 4, 6-10
X	US 2022/231560 A1 (LEONARDI FRANCO [US] ET AL) 21. Juli 2022 (2022-07-21) Absatz [0024]; Abbildung 2 -----	1-3, 6, 7, 10
A	DE 10 2019 124206 A1 (AUDI AG [DE]) 11. März 2021 (2021-03-11) Absatz [0038]; Abbildung 3 -----	7
A	DE 10 2019 207889 A1 (AUDI AG [DE]) 3. Dezember 2020 (2020-12-03) Abbildung 7 -----	7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2023/100893

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017220123 A1	16-05-2019	CN 109787390 A	21-05-2019
		DE 102017220123 A1	16-05-2019
		EP 3484021 A1	15-05-2019
		US 2019149023 A1	16-05-2019

US 5034643 A	23-07-1991	AT E100248 T1	15-01-1994
		DE 69005912 T2	28-04-1994
		DK 0403317 T3	14-02-1994
		EP 0403317 A1	19-12-1990
		ES 2022048 A4	01-12-1991
		FR 2648634 A1	21-12-1990
		GR 910300129 T1	30-06-1992
		JP H0327753 A	06-02-1991
		KR 910002072 A	31-01-1991
		US 5034643 A	23-07-1991

DE 102021113691 A1	01-12-2022	CN 115411894 A	29-11-2022
		DE 102021113691 A1	01-12-2022
		GB 2608503 A	04-01-2023
		JP 2022183051 A	08-12-2022
		KR 20220160485 A	06-12-2022
		US 2022385152 A1	01-12-2022

CN 216451199 U	06-05-2022	KEINE	

US 2022231560 A1	21-07-2022	CN 114765390 A	19-07-2022
		DE 102022100759 A1	21-07-2022
		US 2022231560 A1	21-07-2022

DE 102019124206 A1	11-03-2021	CN 112564328 A	26-03-2021
		DE 102019124206 A1	11-03-2021
		US 2021075288 A1	11-03-2021

DE 102019207889 A1	03-12-2020	CN 113841322 A	24-12-2021
		DE 102019207889 A1	03-12-2020
		EP 3977603 A1	06-04-2022
		ES 2952274 T3	30-10-2023
		WO 2020239368 A1	03-12-2020
