

(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
23. Januar 2020 (23.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/016320 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 1/26 (2006.01) H02K 1/28 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)

09573 Dittmannsdorf (DE). **LEHMANN, Martin**; Dorf-
straße 11, 01855 Mittelndorf (DE). **STÖCK, Martin**; Bü-
hel 5, 9465 Salez (CH).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/069284

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juli 2019 (17.07.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 211 865.5
17. Juli 2018 (17.07.2018) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP AG** [DE/DE]; Thyssen-
Krupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

(72) Erfinder: **PAUL, Daniel**; Am Niclasberg 12, 09235 Burk-
hardtsdorf (DE). **MÜLLER, Marc**; Talweg 15, 09212 Lim-
bach-Oberfrohna (DE). **MEUSEL, Juergen**; Hauptstr. 19,

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PRO-
PERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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.

(54) Title: ROTOR FOR AN ELECTRIC MOTOR, METHOD FOR THE PRODUCTION THEREOF, AND ELECTRIC MOTOR

(54) Bezeichnung: ROTOR FÜR EINEN ELEKTROMOTOR, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES ROTORS, SOWIE
ELEKTROMOTOR

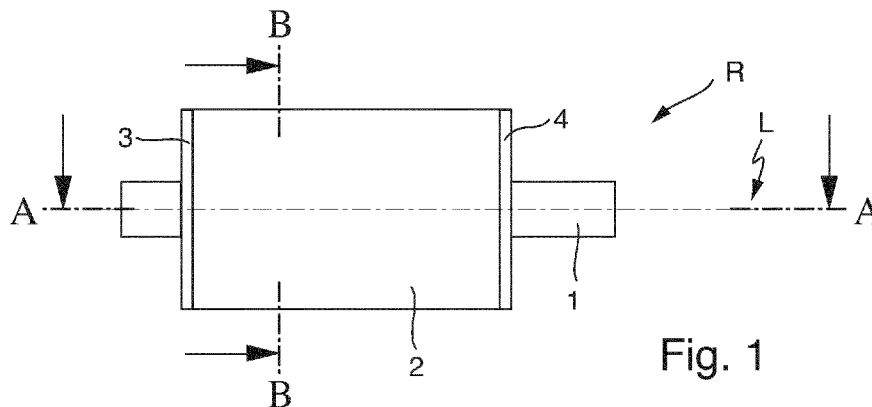


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a rotor (R) for an electric motor, comprising a rotor shaft (1) and a laminated rotor core (2) which is at least rotationally coupled to the rotor shaft, said laminated rotor core comprising at least one rotor plate (2a, 2b, ...) and said rotor plate comprising at least two rotor plate segments (2', 2'', ...), arranged one after the other in the circumferential direction and connected to each other by connecting means (21). The rotational coupling between the rotor shaft (1) and the laminated rotor core (2) comprises at least a first pressure plate (3) and a second pressure plate (4), at least one pressure plate being at least rotationally coupled to the rotor shaft (1), and the laminated rotor core (2) being braced between the pressure plates (3, 4). The invention also relates to a method for producing a rotor, and to an electric motor.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor (R) für einen Elektromotor, umfassend eine Rotorwelle (1) und ein mit der Rotorwelle mindestens drehfest verbundenes Rotorpaket (2), wobei das Rotorpaket mindestens eine Rotorscheibe (2a, 2b, ...) umfasst, wobei die Rotorscheibe mindestens zwei in Umfangsrichtung hintereinander angeordnete Rotorscheibensegmente (2', 2'', ...) umfasst, die mit Verbindungsmitteln (21) miteinander verbunden sind, wobei die drehfeste Verbindung zwischen Rotorwelle (1) und Rotorpaket (2) mindestens eine erste Druckscheibe (3) und eine zweite Druckscheibe (4) umfasst, wobei mindestens eine Druckscheibe mindestens drehfest mit der Rotorwelle (1) verbundene ist, wobei das Rotorpaket (2) zwischen den Druckscheiben (3, 4) eingespannt ist, ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors, sowie einen Elektromotor.



WO 2020/016320 A2

(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:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

Rotor für einen Elektromotor, Verfahren zur Herstellung eines Rotors, sowie Elektromotor

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Rotor für einen Elektromotor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors gemäß Anspruch 20, sowie einen Elektromotor gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 23.

Ein Rotor für einen Elektromotor, umfassend eine Rotorwelle und ein mit der Rotorwelle mindestens drehfest verbundenes Rotorpaket, ist bekannt. Das Rotorpaket ist in der Regel aus einer Anzahl von Rotorscheiben zusammengesetzt, die in axialer Richtung hintereinander auf der Rotorwelle angebracht sind.

In diesem Zusammenhang sind ferner Rotorscheiben bekannt, die aus einzelnen Rotorscheibensegmenten bestehen, die mit einem Verbindungsmittel miteinander verbunden sind. Es handelt sich hier um sogenannte segmentierte Rotorscheiben. Im Wesentlichen ist bei dieser Bauweise vorgesehen, dass die Rotorscheibe nicht einstückig aus einem Blech ausgeformt ist, sondern aus mehreren Rotorscheibensegmenten besteht, die zu einer Rotorscheibe zusammengesetzt sind. Der Vorteil der Verwendung segmentierter Rotorscheiben liegt in dem erhöhten Materialnutzungsgrad im Vergleich zu beispielsweise kreisrund ausgestanzten Rotorscheiben. Segmentierte Stator- bzw. Rotorelemente sind beispielsweise aus der EP 2356734 A1 bekannt.

Auf der anderen Seite kann diese segmentierte Ausgestaltung der Rotorscheiben Probleme bei der drehfesten Verbindung des Rotorpaketes mit der Rotorwelle bereiten. Herkömmliche, sprich nicht segmentierte Rotorpakete, werden in der Regel im Querpressverband, beispielsweise mittels thermischen Schrumpfsitzes, mit der Rotorwelle verbunden. Mit diesem Querpressverband gehen Zugspannungen in Umfangsrichtung einher. Wird dieses Verfahren auf segmentierte Rotorscheiben angewendet, können die Zugspannungen die Verbindungsmittel, sprich die Fügestellen, der Rotorscheibensegmente weiten und somit dem kraftschlüssigen Festsitz des Rotorpaketes auf der Welle entgegenwirken.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt entsprechend darin, einen verbesserten Rotor vorzuschlagen, vorzugsweise einen Rotor vorzuschlagen, bei dem die oben skizzierten Probleme nicht oder zumindest reduziert auftreten, insbesondere einen Rotor vorzuschlagen, bei dem eine zuverlässige Verbindung zwischen einem Rotorpaket mit segmentierten Rotorscheiben und der Rotorwelle gewährleistet werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Rotor mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Dadurch, dass die drehfeste Verbindung zwischen Rotorwelle und Rotorpaket mindestens eine erste Druckscheibe und eine zweite Druckscheibe umfasst, wobei mindestens eine Druckscheibe mindestens drehfest mit der Rotorwelle verbundene ist, wobei das Rotorpaket zwischen den Druckscheiben eingespannt ist, kann eine zur Übertragung von Drehmomenten geeignete Verbindung zwischen dem Rotorpaket mit segmentierten Rotorscheiben bereitgestellt werden, bei der Zugspannungen an den Fügstellen zwischen den Rotorscheibensegmenten nicht, oder zumindest nicht in einem für die Verbindung schädlichem Maße, zu erwarten sind. Auch erfolgt vorteilhafterweise keine thermische Beeinflussung des Blechpaketes beim Fügen, im Vergleich beispielsweise zu einem thermischen Querpressverband.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der vorgeschlagenen Erfindung ergeben sich insbesondere aus den Merkmalen der Unteransprüche. Die Gegenstände bzw. Merkmale der verschiedenen Ansprüche können grundsätzlich beliebig miteinander kombiniert werden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Rotorpaket eine Anzahl von Rotorscheiben umfasst, die in axialer Richtung der Rotorwelle hintereinander angeordnet sind. Insofern kann das Rotorpaket aus einer Anzahl von einzelnen Rotorscheiben aufgebaut sein. Die Rotorscheiben können untereinander mittels geeigneter Verbindungsmittel miteinander verbunden sein.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Rotorwelle durch eine in dem Rotorpaket vorgesehene Öffnung hindurchgeführt ist, wobei ein umlaufender Spalt zwischen der Rotorwelle und der Öffnung vorgesehen ist. Mit anderen Worten ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Blechpaketinnengeometrie durch einen Spalt zum Rotorwellenaußendurchmesser beabstandet ist und die Zentrierung der Blechpakete zur Rotorwelle über den Außendurchmesser der Blechpakete erfolgt. Dies ist unter anderem vorteilhaft, da über die Verkürzung der Komponenten-Toleranzkette die Kosten für Komponenten sinken, weil wiederum eine Genauigkeit über einen Montageprozess mit einer Außenzentriereinrichtung erzielt werden kann. Zudem ist vorzugsweise keine Bearbeitung der Rotorwelle unter dem Blechpaket erforderlich. Es entstehen vorzugsweise keine Radialkräfte und

kein Querpressverband in Blechpaket. Vorzugsweise ist eine Entwärmung durch den Spalt möglich.

Für die Anbringung der Druckscheibe an bzw. auf der Rotorwelle sind unterschiedliche vorteilhafte Varianten denkbar.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Druckscheibe unmittelbar auf der Rotorwelle angebracht ist bzw. einstückig mit der Rotorwelle ausgestaltet ist. Diese Variante ist materialsparend und produktionstechnisch einfach umsetzbar.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Druckscheibe auf einem Flansch angebracht ist oder einstückig mit einem Flansch ausgestaltet ist, wobei der Flansch mit der Rotorwelle verbunden ist. Bei dieser Variante können beispielsweise unterschiedliche Rotorwellenenden durch den Flansch bereitgestellt werden. Zudem gestaltet sich die Herstellung der Rotorwelle insgesamt einfacher, da der Flansch inklusive der jeweiligen Druckscheibe separat hergestellt werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Rotorpaket, insbesondere die Rotorscheibe, vorzugsweise mindestens ein Rotorscheibensegment, mit mindestens einem Magnet, insbesondere einem Permanentmagneten, ausgestattet ist. Je nach Art der elektrischen Maschine können anstelle von Magneten auch andere elektromagnetische Bauteile / stromführende Leiter in den Rotorscheiben angeordnet sein, so zum Beispiel Kurzschlussstäbe oder Wicklungen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass das Rotorpaket, insbesondere die Rotorscheibe, vorzugsweise mindestens ein Rotorscheibensegment, mit mindestens einer Tasche zur Aufnahme des Magneten ausgestattet ist. Die Tasche dient entsprechend zur sicheren Aufnahme des Magneten.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Tasche vollständig von dem Material des Rotorscheibensegmentes umschlossen ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Tasche zur Rotorscheibensegmentkante hin offen ist, wobei die Tasche vorzugsweise

von der Rotorscheibensegmentkante des benachbarten Rotorscheibensegmentes geschlossen wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die Tasche in radialer Richtung offen ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die Rotorscheibensegmente mit Verbindungsmitteln, insbesondere formschlüssigen Verbindungsmitteln, vorzugsweise schwalbenschwanzförmigen Verbindungsmitteln, miteinander verbunden sind. Durch diese Maßnahme lassen sich die Rotorscheibensegmente auf einfache Art und Weise miteinander zu einer kreisförmigen Rotorscheibe verbinden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass mindestens zwei Rotorscheiben im Versatz zueinander angeordnet sind. Hierdurch ergibt sich eine höhere Stabilität des Rotorpaketes, ähnlich wie beim Versatz beim Mauerbau.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Zuganker zwischen zwei in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten Rotorsegmenten angeordnet ist. Ein Zuganker zwischen den Rotorsegmenten dient vorzugsweise der Aufnahme von Zugkräften in Umfangsrichtung bei gleichzeitiger Druckkraftaufnahme in radialer Richtung, die insbesondere bei Zentrifugalkraftwirkung durch Wicklungen und Vergussmasse auf die Zuganker nach radial außen einwirkt.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Rotorsegment T-förmig ausgestaltet ist, umfassend einen Langschenkel und zwei Rotorzähne, wobei der Zuganker zwischen den in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten Rotorsegmenten, insbesondere Rotorzähnen, angeordnet ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Zuganker mit Verbindungsmitteln zur form- und/oder kraftschlüssige Verbindung zwischen Zuganker und Rotorsegment ausgestattet ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Verbindungsmittel als T-förmiges oder L-förmiges Profil ausgestaltet ist. Eine derartige Struktur lässt sich endseitig des Zugankers leicht erzeugen. Ein T-förmiges Profil lässt sich beispielsweise

leicht in eine korrespondierende Aussparung in dem Rotorsegment axial einschieben. Ein L-förmiges Profil kann beispielsweise leicht eingeklippt, aber auch eingeschoben werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Rotorsegment bzw. die Rotorsegmente mit Vergussformschlussnuten ausgestattet sind, wobei die Vergussformschlussnuten vorzugsweise in dem Langschenkel des Rotorsegmentes vorgesehen sind. Derartige Vergussformschlussnuten weisen beispielsweise eine Schwalbenschwanzform auf. Durch den Verguss mit einer Vergussmasse kann eine weitere Stabilisierung des Rotorsegmentverbundes bzw. Rotorscheibenverbundes erreicht werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass mindestens eine Druckscheibe, vorzugsweise beide Druckscheiben, mit Aufnahmemitteln für einen Wicklungskopf ausgestattet sind. Die Wickelköpfe können eingeschlossen werden. Zentrifugalkräfte, welche auf Wicklungen wirken, können aufgenommen und/oder plastische Deformation verhindert werden.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das Aufnahmemittel als Aussparung, insbesondere als zu dem Wicklungskopf korrespondierende Aussparung, ausgestaltet ist. Hierdurch können beispielsweise formschlüssige Verbindungen hergestellt werden, die wiederum der Steigerung der Stabilität des Rotors dienen.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass eine Vergussmasse in dem Zwischenraum zwischen Aussparung und Wicklungskopf angeordnet ist. Durch diese Maßnahme kann ein Teil der Drehmomentübertragung über die Druckscheiben erfolgen.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein vorteilhaftes Verfahren zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Rotors vorzuschlagen.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Verfahren mit den Verfahrensschritten gemäß Anspruch 20 gelöst. Unter Anderem auf Grund des verbliebenden Spaltes zwischen dem Rotorpaket und der Rotorwelle kann eine Zentriereinrichtung zum Einsatz kommen, die mit dem Außendurchmesser bzw. der äußeren Oberfläche des Rotorpaketes in Kontakt tritt. Diese Zentriereinrichtung kann auch als Außenzentriereinrichtung angesprochen werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, einen verbesserten Elektromotor vorzuschlagen, insbesondere einen Elektromotor vorzuschlagen, bei dem eine zuverlässige Verbindung zwischen einem Rotorpaket mit segmentierten Rotorscheiben und der Rotorwelle gewährleistet werden kann.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch einen Elektromotor mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 23 gelöst.

Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden Abbildungen. Darin zeigen

- Fig. 1 ein erfindungsgemäßer Rotor in einer seitlichen Ansicht;
- Fig. 2 ein erfindungsgemäßer Rotor in einer geschnittenen seitlichen Ansicht;
- Fig. 2a ein erfindungsgemäßer Rotor in einer geschnittenen Ansicht von Vorne;
- Fig. 3a versetzte Anordnung der Rotorscheiben in einer ersten Konstellation;
- Fig. 3b versetzte Anordnung der Rotorscheiben in einer zweiten Konstellation;
- Fig. 4 Verbindungsmittel zwischen den Rotorscheibensegmenten (Varianten);
- Fig. 5 eine Ausführungsform einer Druckscheibe;
- Fig. 6 eine Ausführungsform einer Druckscheibe;
- Fig. 7 eine Ausführungsform einer Druckscheibe;
- Fig. 8 eine Ausführungsform einer Druckscheibe;
- Fig. 9 eine Ausführungsform einer Druckscheibe;
- Fig. 10 Anordnungsmöglichkeiten von Magneten und Taschen (Varianten);
- Fig. 11 ein Rotor mit einer Zentriereinrichtung;
- Fig. 12 ein erfindungsgemäßer Elektromotor;
- Fig. 13 ein Detail eines erfindungsgemäßen Rotors, insbesondere eines Zugankers zwischen den Rotorsegmenten;
- Fig. 14 ein Detail aus Fig. 13;
- Fig. 15 ein T-förmiges Endstück des Zugankers;
- Fig. 16 ein L-förmiges Endstück des Zugankers;
- Fig. 17 eine schematische Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen Rotor.

Ein erfindungsgemäßer Rotor R für einen Elektromotor umfasst im Wesentlichen eine Rotorwelle 1 und ein Rotorpaket 2. Das Rotorpaket 2 ist grundsätzlich rotationssymmetrisch aufgebaut und weist entsprechend eine Rotationsachse L bzw. Längsachse in axialer Richtung auf. Entlang dieser Längsachse ist das Rotorpaket 2 mit einer Öffnung 8 bzw. Bohrung ausgestattet. Insgesamt ergibt sich damit für das Rotorpaket 2 eine hohlzylinderförmige Gestalt.

Die Rotorwelle 1 ist durch die Öffnung 8 hindurch gesteckt und mindestens drehfest, vorzugsweise fest, mit dem Rotorpaket 2 verbunden. Bei der Rotorwelle 1 handelt es sich vorzugsweise um eine Hohlwelle.

Das Rotorpaket 2 umfasst eine Anzahl von im Wesentlichen kreisförmig ausgestalteten Rotorscheiben 2a, 2b, ..., vorzugsweise aus Stahlblech. Die Auswahl der Rotorscheibendicke kann in Abhängigkeit von der Zentrifugalkraft erfolgen. Die Rotorscheiben 2a, 2b, ... sind in axialer Richtung entlang der Rotorwelle 1 angeordnet und bilden das Rotorpaket 2. Die Rotorscheiben 2 können über geeignete Mittel miteinander verbunden sein. Bevorzugt sind die Rotorscheiben 2a, 2b, ... durch ein oder mehrere in Umfangsrichtung wirkende Verbindungsmittel 22, wie beispielsweise Stanznoppen, Klebepunkte, etc. miteinander verbunden. Entsprechend tragen diese Verbindungsmittel 22 dazu bei, dass sich die Rotorscheiben nicht gegeneinander verdrehen können. Adhäsive Verbindungsmittel bewirken zudem noch eine axiale Fixierung.

Zudem kann der Rotor bzw. das Rotorpaket 2 mit Kurzschlussstäben 23 ausgestattet sein. Bevorzugt verlaufen die Kurzschlussstäbe in axialer Richtung, parallel zur Rotationsachse L. Vorzugsweise sind mehrere Kurzschlussstäbe in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnet. Bei dem Kurzschlussstab handelt es sich vorzugsweise um einen massiven Kupferstab, der vorzugsweise mit den Druckscheiben verbunden ist (Fig. 8) oder zusammen mit weiteren Kurzschlussstabenden in Umfangsrichtung einen Kurzschlussring ausbildet (Fig. 9).

Die Rotorscheibe als solches umfasst mindestens zwei, vorzugsweise eine Anzahl von Rotorscheibensegmenten 2', 2''..., die in Umfangsrichtung hintereinander angeordnet und vorzugsweise über Verbindungsmittel 21 miteinander verbunden sind. Bei den Verbindungsmitteln 21 handelt es sich vorzugsweise um formschlüssige Verbindungsmittel, insbesondere Feder-Nut Verbindungen, beispielsweise nach Art einer Schwalbenschwanzverbindung. Eine Auswahl an formschlüssigen Verbindungen wird beispielsweise in der DE 20 2004 005 652 U1 gegeben. Denkbar sind auch andere Verbindungsmittel, wie beispielsweise adhäsive Verbindungsmittel, insbesondere Klebstoffe. Es sind zahlreiche Variationen bzgl. Anzahl, Form und Lage der Segmente denkbar.

Auch für die Anordnung der Rotorscheibensegmente in Umfangsrichtung sind verschiedene Konstellationen denkbar. Insbesondere können Rotorscheiben oder Teilpakete von Rotorscheiben im Versatz zueinander angeordnet sein. Hier ist insbesondere ein Versatz der Stoßkanten zwischen den Rotorscheibensegmenten, ähnlich dem Versatz beim Mauerbau, vorgesehen. Hierbei liegen die Stoßkanten in axialer Richtung nicht hintereinander, sondern werden in jeder oder in mehreren Lagen zueinander versetzt angeordnet. Fig. 3 zeigt beispielhaft

zwei Ausgestaltungen, bei denen die jeweiligen Rotorscheibensegmente 2' der Rotorscheiben 2a bis 2d direkt axial aufeinander folgend versetzt sind (Fig. 3a). alternativ ist in Fig. 3b dargestellt, dass Teilpakete, bestehend aus mehreren Rotorscheiben 2a, 2b, 2c einerseits und 2d, 2e, 2f andererseits, versetzt angeordnet sind.

Das Rotorpaket 2 ist mindestens drehfest, d.h. über eine zur Übertragung von Drehmomenten geeignete Verbindung mit der Rotorwelle 1 verbunden.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die drehfeste Verbindung zwischen der Rotorwelle 1 und dem Rotorpaket 2 mittels einer axial wirkenden Pressverbindung, die auch als Presssitz angesprochen werden kann, erfolgt. Die drehfeste Verbindung umfasst im Wesentlichen eine erste Druckscheibe 3 und eine zweite Druckscheibe 4, wobei mindestens eine der Druckscheiben, vorzugsweise aber beide Druckscheiben 3, 4, drehfest mit der Rotorwelle 1 verbunden ist, wobei das Rotorpaket 2 zwischen den Druckscheiben 3, 4 eingespannt ist. Die Drehmomenteinleitung kann entsprechend je nach Wellensteifigkeit über eine oder auch beide Druckscheiben erfolgen.

Die Druckscheiben 3, 4 üben in axialer Richtung eine Presskraft auf das Rotorpaket 2 aus, so dass eine mindestens reibschlüssige und/oder formschlüssige Verbindung zwischen den Druckscheiben 3, 4 und dem Rotorpaket 2 besteht und letztendlich ein Verbindung zur Übertragung eines Drehmomentes zwischen der Rotorwelle 1 und dem Rotorpaket 2 entsteht. Die Drehmomentübertragung erfolgt vorzugsweise von den Rotorscheibensegmenten auf die Druckscheibe. Ein Reibschluss kann auch zwischen den Rotorscheiben bestehen.

Die Druckscheibe 3 bzw. 4 als solches sind vorzugsweise als über den Umfang durchgehende Druckscheibe ausgestaltet. Mit anderen Worten, ragt die Druckscheibe wie ein umlaufender Kragen radial über die Rotorwelle 1 hinaus. Die Druckscheiben 3, 4 fixieren zudem das Rotorpaket 2 axial. Insofern ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Druckscheiben 3, 4 auch axial fest, also axial unverschieblich, mit der Rotorwelle 1 verbunden sind. Dies gilt auch mittelbar, wenn beispielsweise ein noch näher zu erläuternder Flansch 10 verwendet wird.

Für die Druckscheibe bzw. die Druckscheiben 3, 4 sind unterschiedliche Varianten vorstellbar.

In einer ersten Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass die Druckscheibe 3 bzw. 4 als separates Bauteil im Hinblick auf die Rotorwelle 1 ausgeführt ist. Die Druckscheibe 3 bzw. 4 ist

auf die Rotorwelle 1 aufgeschoben und mit geeigneten Mitteln drehfest mit dieser verbunden. Die Rotorwelle 1 bildet in der Regel das bzw. die axialen Enden des Rotors.

In einer weiteren Ausführungsform ist die Druckscheibe 3 bzw. 4 an einem Flansch 10 angeformt bzw. einstückig mit diesem ausgeformt. Hier kann der Flansch 10 abschnittsweise in die Rotorwelle 1 eingesteckt sein. Ein Teil des Flansches 10 ragt aus der Rotorwelle 1 axial hervor und bildet ein axiales Ende des Rotors. Die Druckscheibe 3 bzw. 4 ragt wie gewohnt radial über den Flansch 10 bzw. der Rotorwelle 1 hervor.

Die vorgenannten Ausführungsformen können auch gemeinsam an einem Rotor Anwendung finden, sprich die erste Variante an einem Ende und die andere Variante an einem anderen Ende des Rotors.

Es ist ferner denkbar, dass eine Druckscheibe bereits einstückig mit der Rotorwelle ausgeformt ist. Entsprechend kann die zweite Druckscheibe wie oben beschrieben ausgestaltet sein.

Es ist ferner vorzugsweise vorgesehen, dass ein umlaufender Spalt 7 zwischen der Rotorwelle 1 und der Bohrung 8 des Rotorpaketes 2, insbesondere axial entlang der Rotorwelle, ausgebildet ist. Der Spalt kann auch als Freiraum zwischen der Außenfläche der Rotorwelle 1 und der Innenfläche der Bohrung 8 angesprochen werden. Es ist insbesondere kein Querpressverband zwischen Rotorwelle 1 und Rotorpaket 2 vorgesehen.

Die Zentrierung des Rotorpaketes 2 erfolgt vorzugsweise über die äußere Fläche des Rotorpaketes 2. Hierzu ist eine Zentriereinrichtung 9 vorgesehen, die mit der äußeren Fläche des Rotorpaketes 2 zusammenwirkt. Eine derartige Zentriereinrichtung ist beispielsweise in der DE 10 2015 216 971 A1 beschrieben.

Das Rotorpaket 2, insbesondere die Rotorscheibe 2a, 2b, ..., vorzugsweise mindestens ein Rotorscheibensegment 2', 2'', ... , ist mit mindestens einem Magneten 6, insbesondere Permanentmagneten, ausgestattet. Hierzu können Taschen 5 in dem Rotorpaket 2, insbesondere in der Rotorscheibe 2a, 2b, ..., vorzugsweise in dem Rotorscheibensegment 2', 2'', ... vorgesehen sein, wobei unterschiedliche Ausgestaltungen denkbar sind. So kann die Tasche 5 beispielsweise vollständig von dem Material des Rotorscheibensegmentes umschlossen sein. Die Tasche 5 kann zur Rotorscheibensegmentkante hin offen sein. Die Tasche 5 wird in diesem Fall vorzugsweise von dem benachbarten Rotorscheibensegment geschlossen.

In einer weiteren alternativen oder zusätzlichen Ausführungsform kann die Tasche auch radial offen sein.

Für den Magnet, letztendlich auch für die Tasche, kommen unterschiedliche räumliche Ausgestaltungen in Frage, vorzugsweise rechteckig oder als Kreissegment. Vorzugsweise sind mehrere Taschen und Magneten in dem Rotorpaket bzw. Rotorscheibe bzw. Rotorscheibensegment vorgesehen.

Die Montage des erfindungsgemäßen Rotors R umfasst vorzugsweise mindestens folgende Verfahrensschritte:

- a) Fixieren der ersten Druckscheibe 3 auf der Rotorwelle 1 bzw. dem Flansch 10 bzw. Einsetzen des Flansches 10 mit erster Druckscheibe 3 in die Rotorwelle 1
- b) Einsetzen des Rotorpaketes 2
- c) Durchführen der Zentrierung des Rotorpakets 2 mittels einer auf den Außendurchmesser des Rotorpaketes einwirkenden Zentriereinrichtung 9
- d) Auffädeln der zweiten Druckscheibe 4
- e) Komprimieren des Rotorpaketes 2 durch Zusammenschieben der Druckscheiben 3, 4
- f) Fixieren der zweiten Druckscheibe 4

Weitere bevorzugte Verfahrensschritte, die vor dem Einsetzen des Rotorpaketes 2 durchgeführt werden:

- Kreisförmige Anordnung der Rotorscheibensegmente (2', 2'', ...)
- Verbinden der Rotorscheibensegmente (2', 2'', ...)
- Axiales Anordnen der Rotorscheiben (2a, 2b, 2c, ...) zu einem Rotorpaket

Weiter vorzugsweise ist vorgesehen, dass die Rotorscheiben mit Versatz angeordnet werden.

Ein erfindungsgemäßer Elektromotor umfasst im Wesentlichen einen Rotor und einen Stator. Bei dem Rotor handelt es sich vorzugsweise um den oben beschriebenen Rotor.

Die Erfindung ist nicht begrenzt auf eine bestimmte E-Maschinenart. Die Art der elektrischen Maschine, kann z.B. sein: Permanent Magnet Synchronous Machine (PSM), Asynchronmaschine (ASM), Gleichstrom-Reihenschlussmaschine (GRM), Fremderregte Synchronmaschine (FSM).

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen eines erfindungsgemäßen Rotors sind in den Fig. 13 bis 17 dargestellt.

Hinsichtlich des grundsätzlichen Aufbaus des Rotors kann auf die oben gemachten Ausführungen verwiesen werden.

Fig. 13 zeigt einen Ausschnitt einer Rotorscheibe 2a, umfassend mindestens zwei Rotorsegmente 2', 2''. Die Rotorsegmente haben eine zumindest abschnittsweise T-förmige Gestalt und weisen entsprechend einen sich radial erstreckenden Langschenkel 24 und zwei sich in Umfangsrichtung erstreckende Rotorzähne 25 auf.

Zwischen zwei nebeneinander angeordneten Rotorsegmenten, insbesondere den Rotorzähnen zweier Rotorsegmente 2', 2'' ist ein Zuganker 26 vorgesehen. Zur Verbindung zwischen Rotorsegment 2' bzw. 2'' und Zuganker 26 sind die Endbereiche des Zugankers mit Verbindungsmitteln 31 ausgestattet. Das Verbindungsmittel 31 kann beispielsweise als T-förmiges oder L-förmiges Profil ausgestaltet sein, welches in eine entsprechende Aussparung des Rotorsegmentes eingreift und mindestens eine form- und/oder kraftschlüssige Verbindung zwischen Zuganker 26 und Rotorsegment herstellen kann. Das T-förmige Profil kann axial in die entsprechende Aussparung des Rotorsegmentes eingeschoben werden. Das L-förmige Profil kann axial in die entsprechende Aussparung des Rotorsegmentes eingeschoben oder radial eingeklippt werden.

In der Fig. 14 ist ferner durch die Pfeile angedeutet, dass der Zuganker zur Übertragung einer Zugkraft F_Z und/oder Druckkraft F_D geeignet ist.

Es ist ferner vorgesehen, dass das Rotorsegment bzw. die Rotorsegmente 2', 2'', 2'', ... mit Vergussformschlussnuten 27 ausgestattet sind. Vorzugsweise sind die Vergussformschlussnuten 27 in dem Langschenkel 24 des Rotorsegmentes vorgesehen.

Vorzugsweise ist hier vorgesehen, dass mindestens eine Druckscheibe 3 bzw. 4, vorzugsweise beide Druckscheiben, mit Aufnahmemitteln 29 für einen Wicklungskopf 28 ausgestattet sind. Der Wicklungskopf 28, gebildet in der Regel durch Wicklungen bzw. Verbindungsstege für die Kurzschlussstäbe, steht aus dem Rotorpaket 2 axial hervor. Das Aufnahmemittel 29 für den Wicklungskopf ist in der Regel als korrespondierende Aussparung ausgestaltet, die entsprechend

zur Aufnahme, insbesondere formschlüssigen Aufnahme, des Wicklungskopfes 28 eingerichtet ist. Es kann ferner vorgesehen sein, dass eine Vergussmasse 32 in den Zwischenraum zwischen Aussparung 29 und Wicklungskopf 28 eingefüllt wird und dort aushärtet.

Es kann ferner vorzugsweise vorgesehen sein, dass der Rotor bzw. das Rotorpaket mit mindestens einem, vorzugsweise mehreren, axial verlaufenden Zugankern 30 ausgestattet ist. Mittels des Zugankers 30 werden die Rotorscheiben 2a, 2b, ... zusätzlich aneinandergespreßt und fixiert.

Vorrichtungen und Verfahren der vorbeschriebenen Art werden beispielsweise in der Produktion von Elektromotoren für Kraftfahrzeuge eingesetzt.

Es gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem Verfahren beschrieben sind selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung und umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann. Außerdem kann das erfindungsgemäße Verfahren mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung durchgeführt werden.

Bezugszeichenliste

L	Rotationsachse / Längsachse
R	Rotor
S	Stator
F_Z	Zugkraft
F_D	Druckkraft
1	Rotorwelle
2	Rotorpaket
2a, 2b, ...	Rotorscheibe
2', 2'', ...	Rotorscheibensegment
3	Erste Druckscheibe
4	Zweite Druckscheibe
5	Tasche
6	Magnet
7	Spalt
8	Öffnung / Bohrung
9	Zentriereinrichtung
10	Flansch
21	Verbindungsmittel (der Rotorscheibensegmente)
22	Verbindungsmittel (der Rotorscheiben)
23	Kurzschlussstab
24	Langschenkel
25	Rotorzahn
26	Zuganker (für Rotorscheibensegmente)
27	Vergussformschlussnut
28	Wicklungskopf
29	Aufnahmemittel / Aussparung
30	Zuganker (axial, für Rotorscheiben)
31	Verbindungsmittel
32	Vergussmasse

Patentansprüche

1. Rotor (R) für einen Elektromotor, umfassend eine Rotorwelle (1) und ein mit der Rotorwelle mindestens drehfest verbundenes Rotorpaket (2), wobei das Rotorpaket mindestens eine Rotorscheibe (2a, 2b, ...) umfasst, wobei die Rotorscheibe mindestens zwei in Umfangsrichtung hintereinander angeordnete Rotorscheibensegmente (2', 2'', ...) umfasst,

dadurch gekennzeichnet, dass

die drehfeste Verbindung zwischen Rotorwelle (1) und Rotorpaket (2) mindestens eine erste Druckscheibe (3) und ein zweite Druckscheibe (4) umfasst, wobei mindestens eine Druckscheibe mindestens drehfest mit der Rotorwelle (1) verbunden ist, wobei das Rotorpaket (2) zwischen den Druckscheiben (3, 4) eingespannt ist.

2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorpaket (2) eine Anzahl von Rotorscheiben (2a, 2b, ...) umfasst, die in axialer Richtung der Rotorwelle (1) hintereinander angeordnet sind.
3. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorwelle (1) durch eine in dem Rotorpaket (2) vorgesehene Öffnung (8) hindurchgeführt ist, wobei ein umlaufender Spalt (7) zwischen der Rotorwelle und der Öffnung vorgesehen ist.
4. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckscheibe (3 bzw. 4) unmittelbar auf der Rotorwelle (1) angebracht ist bzw. einstückig mit der Rotorwelle ausgestaltet ist oder dass die Druckscheibe (3 bzw. 4) auf einem Flansch (10) angebracht ist bzw. einstückig mit einem Flansch ausgestaltet ist, wobei der Flansch mit der Rotorwelle (1) verbunden ist.
5. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorpaket (2), insbesondere die Rotorscheibe (2a, 2b, ...), vorzugsweise mindestens ein Rotorscheibensegment (2', 2'', ...), mit mindestens einem Magnet (6), insbesondere einem Permanentmagneten, ausgestattet ist.

6. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorpaket (2), insbesondere die Rotorscheibe (2a, 2b, ...), vorzugsweise mindestens ein Rotorscheibensegment (2', 2'', ...), mit mindestens einer Tasche (5) zur Aufnahme des Magneten (6) ausgestattet ist.
7. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Tasche (5) vollständig von dem Material des Rotorscheibensegmentes (2', 2'', ...) umschlossen ist.
8. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Tasche (5) zur Rotorscheibensegmentkante hin offen ist, wobei die Tasche (5) vorzugsweise von der benachbarten Rotorscheibensegmentkante des Rotorscheibensegmentes geschlossen wird.
9. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Tasche (5) in radialer Richtung offen ist.
10. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorscheibensegmente (2', 2'', ...) mit Verbindungsmitteln (21), insbesondere formschlüssigen Verbindungsmitteln, vorzugsweise schwalbenschwanzförmige Verbindungsmittel, miteinander verbunden sind.
11. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei Rotorscheiben im Versatz zueinander angeordnet sind.
12. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Zuganker (26) zwischen zwei in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten Rotorsegmenten (2', 2'') angeordnet ist.
13. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorsegment T-förmig ausgestaltet ist, umfassend einen Langschenkel (24) und zwei Rotorzähne (25), wobei der Zuganker (26) zwischen den in Umfangsrichtung nebeneinander angeordneten Rotorzähnen (25) angeordnet ist.

14. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuganker (26) mit Verbindungsmitteln (31) zur form- und/oder kraftschlüssige Verbindung zwischen Zuganker (26) und Rotorsegment (2' bzw. 2'') ausgestattet ist.
15. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verbindungsmittel (31) als T-förmiges oder L-förmiges Profil ausgestaltet ist.
16. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Rotorsegment bzw. die Rotorsegmente (2', 2'') mit Vergussformschlussnuten ausgestattet (27) sind, wobei die Vergussformschlussnuten (27) insbesondere in dem Langschenkel (24) des Rotorsegmentes vorgesehen sind.
17. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Druckscheibe (3 bzw. 4), vorzugsweise beide Druckscheiben, mit Aufnahmemitteln (29) für einen Wicklungskopf (28) ausgestattet sind.
18. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufnahmemittel (29) als Aussparung, insbesondere als zu dem Wicklungskopf (28) korrespondierende Aussparung, ausgestaltet ist.
19. Rotor nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Vergussmasse (32) in dem Zwischenraum zwischen Aussparung (29) und Wicklungskopf (28) angeordnet ist.
20. Verfahren zur Herstellung eines Rotors (R), gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere gemäß Anspruch 3, gekennzeichnet durch mindestens folgende Verfahrensschritte:
- Fixieren der ersten Druckscheibe (3) auf der Rotorwelle (1) bzw. dem Flansch (10) bzw. Einsetzen des Flansches (10) mit erster Druckscheibe (3) in die Rotorwelle (1)
 - Einsetzen des Rotorpaketes (2)
 - Durchführen der Zentrierung des Rotorpakets (2) mittels einer auf den Außendurchmesser des Rotorpaketes einwirkenden Zentriereinrichtung (9)
 - Auffädeln der zweiten Druckscheibe (4)

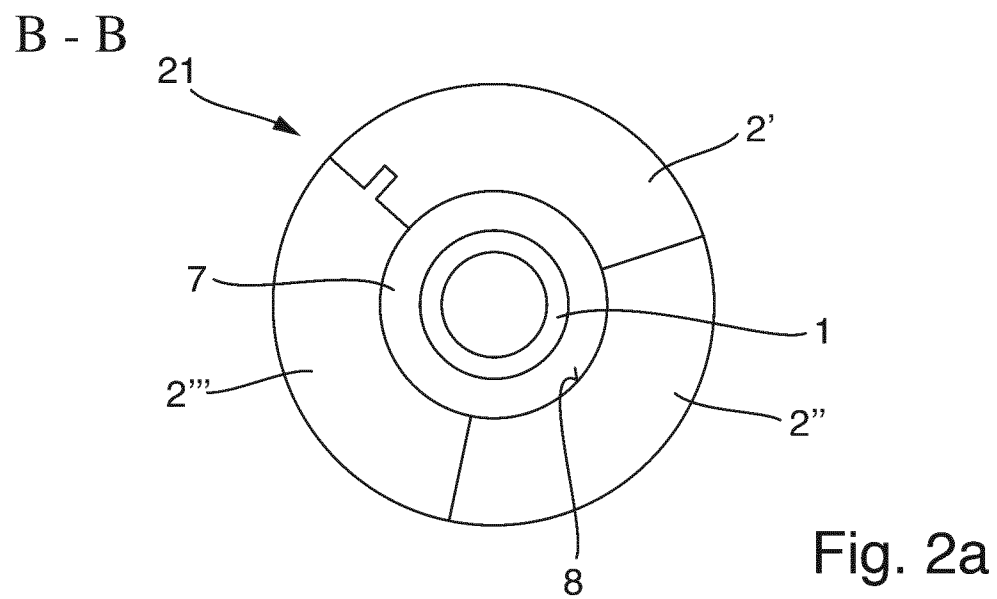
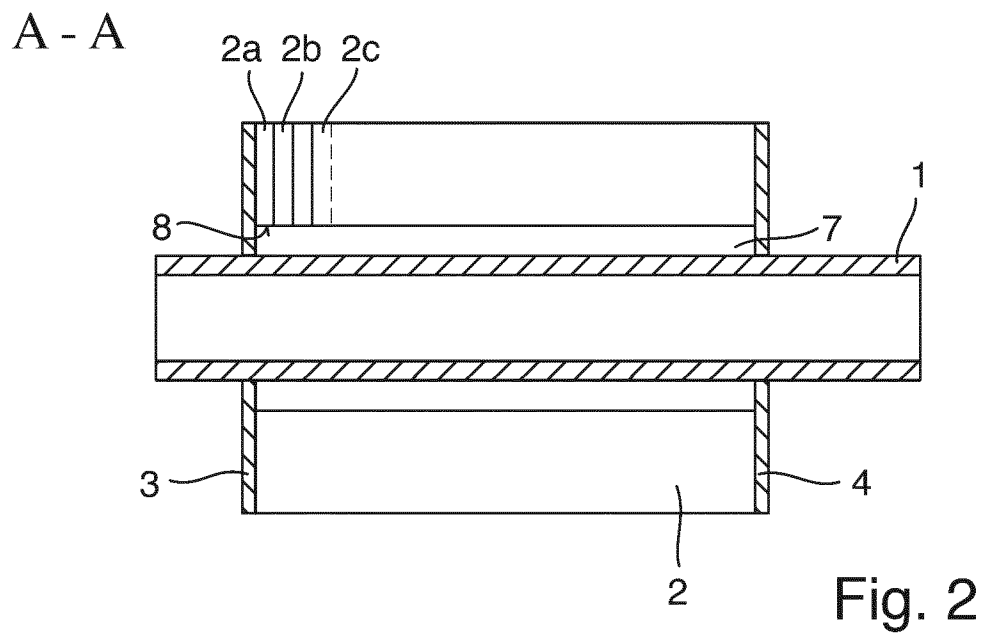
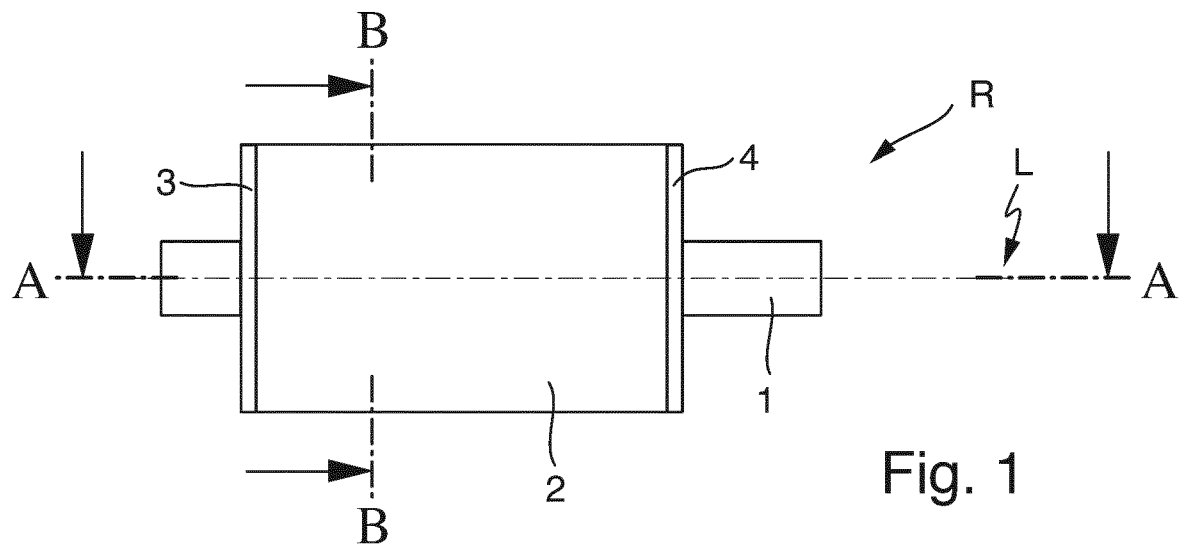
- Komprimieren des Rotorpaketes (2) durch Zusammenschieben der Druckscheiben (3, 4)
- Fixieren der zweiten Druckscheibe (4)

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Einsetzen des Rotorpaketes (2) folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:

- Kreisförmige Anordnung der Rotorscheibensegmente (2', 2'', ...)
- Verbinden der Rotorscheibensegmente (2', 2'', ...)
- Axiales Anordnen der Rotorscheiben (2a, 2b, 2c, ...) zu einem Rotorpaket

22. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotorscheiben mit Versatz angeordnet werden.

23. Elektromotor, umfassend einen Rotor (R) und einen Stator (S), gekennzeichnet durch einen Rotor (R) gemäß mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche.



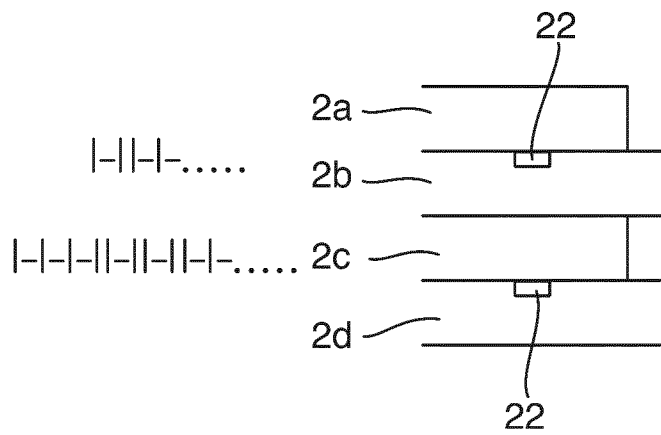


Fig. 3a

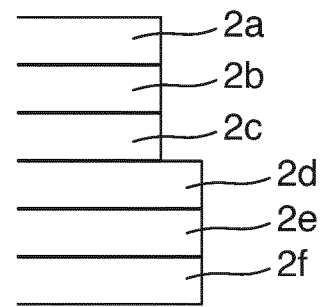


Fig. 3b

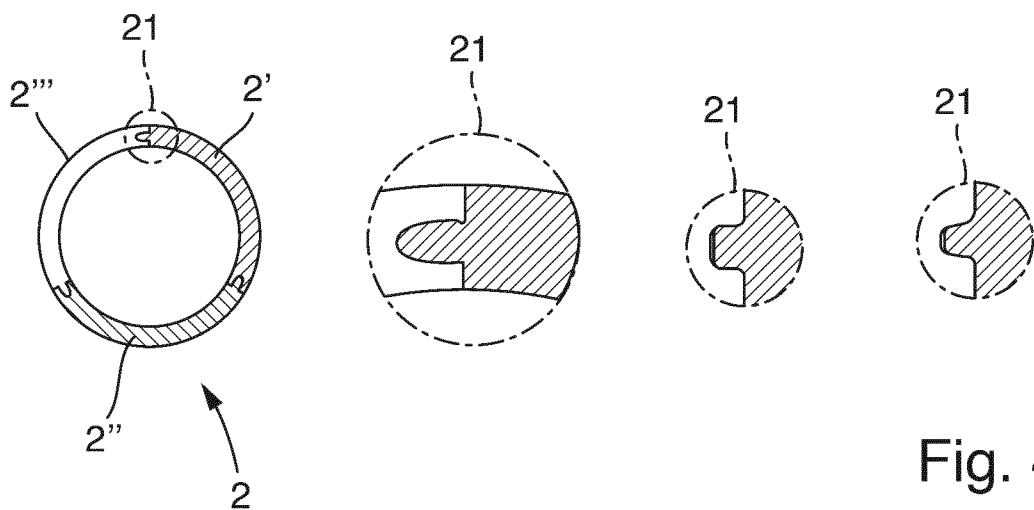


Fig. 4

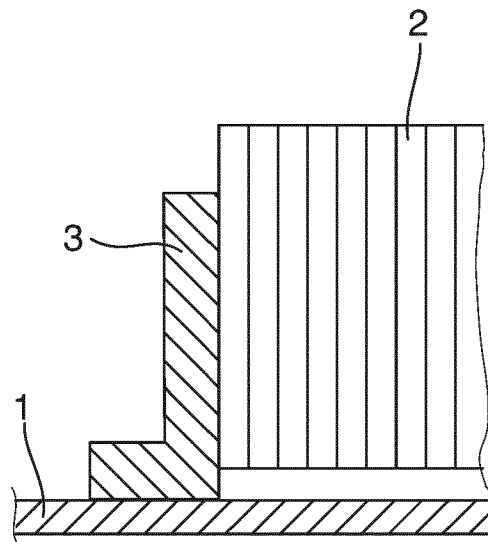


Fig. 5

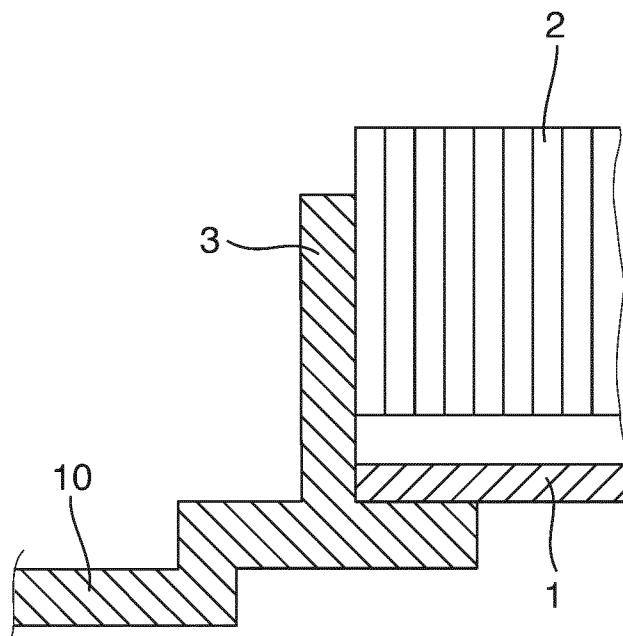


Fig. 6

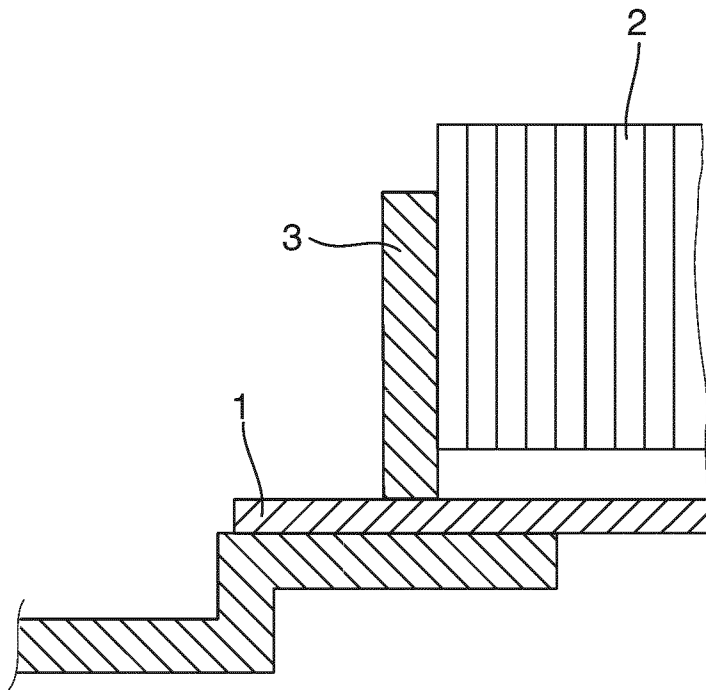


Fig. 7

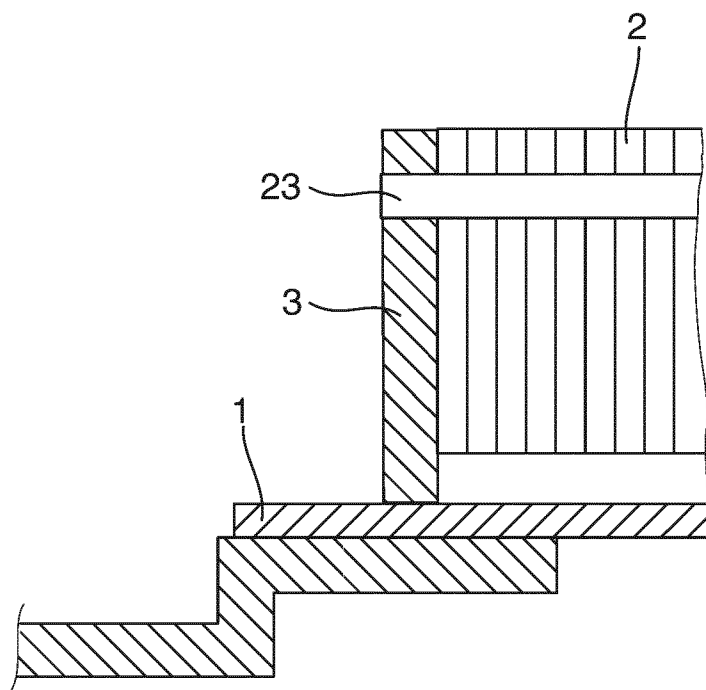


Fig. 8

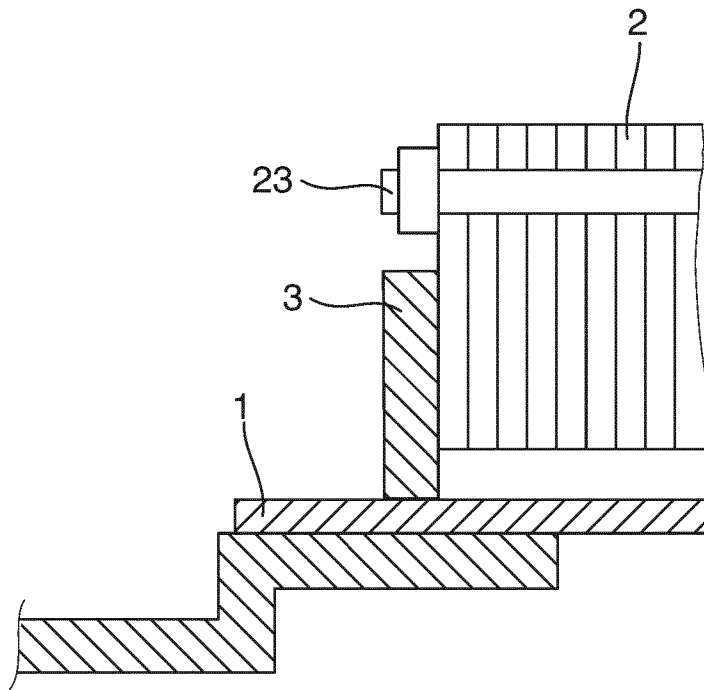


Fig. 9

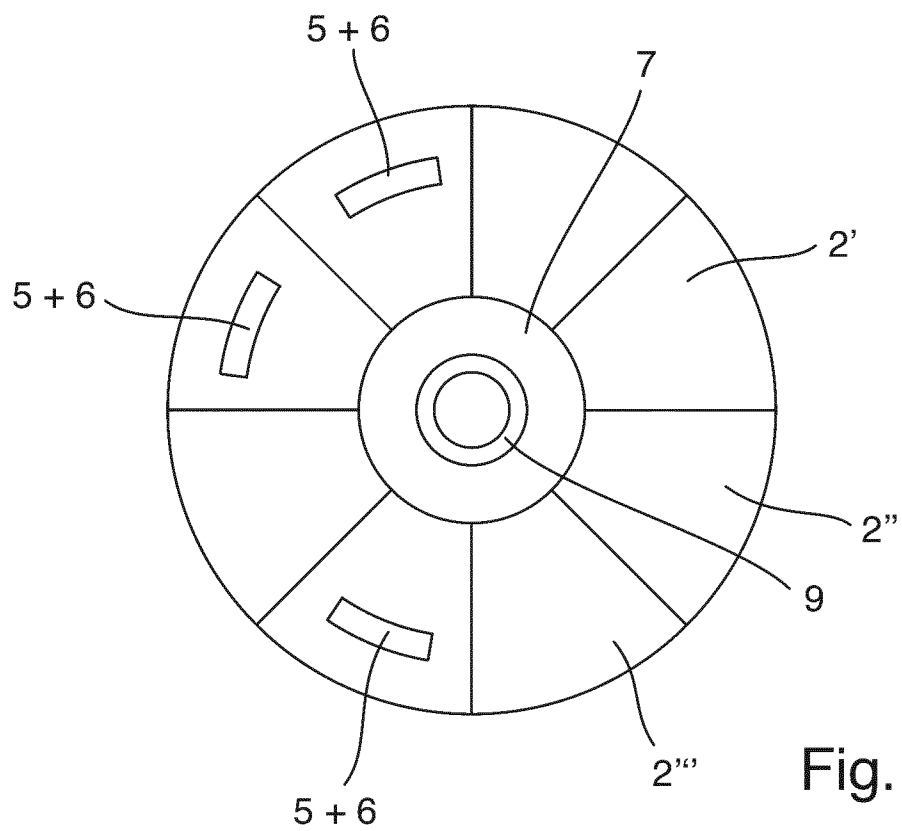


Fig. 10

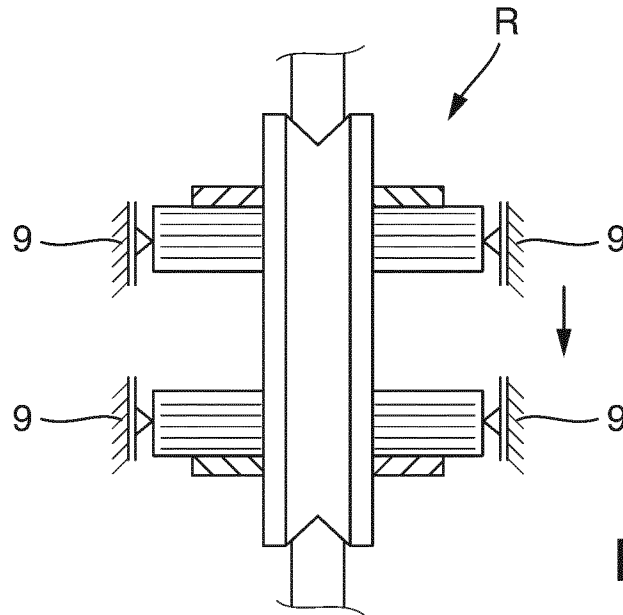


Fig. 11

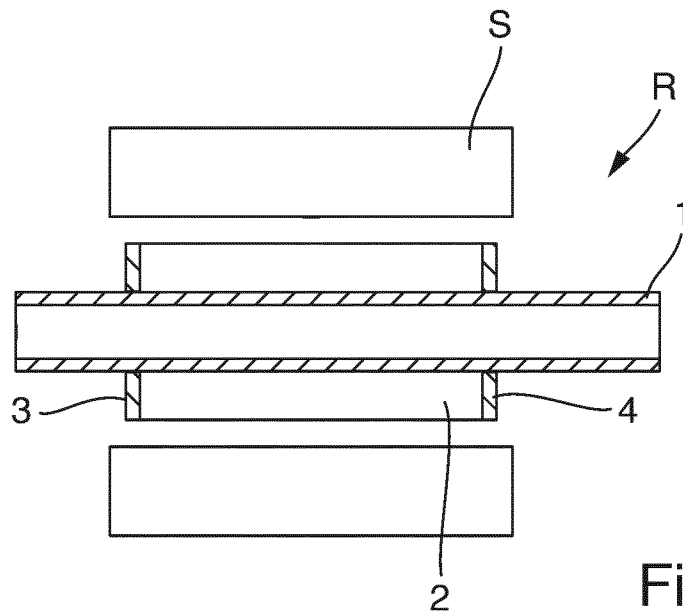
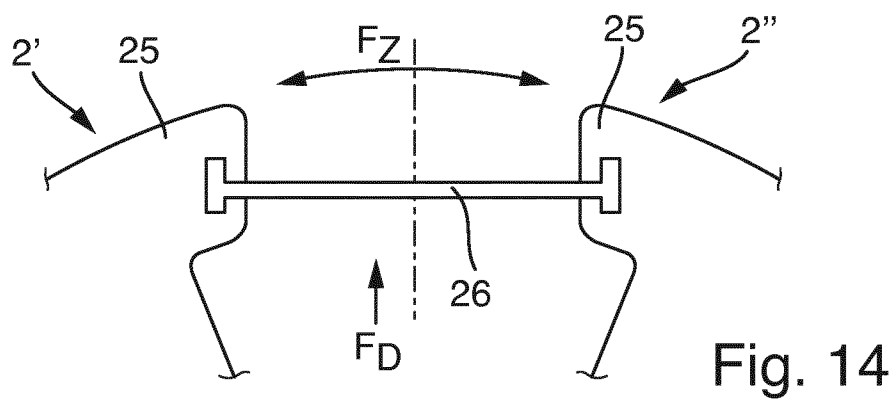
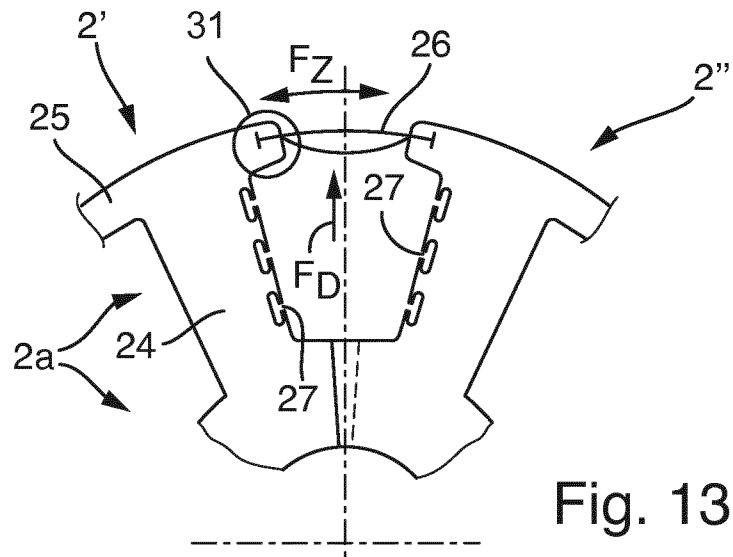


Fig. 12



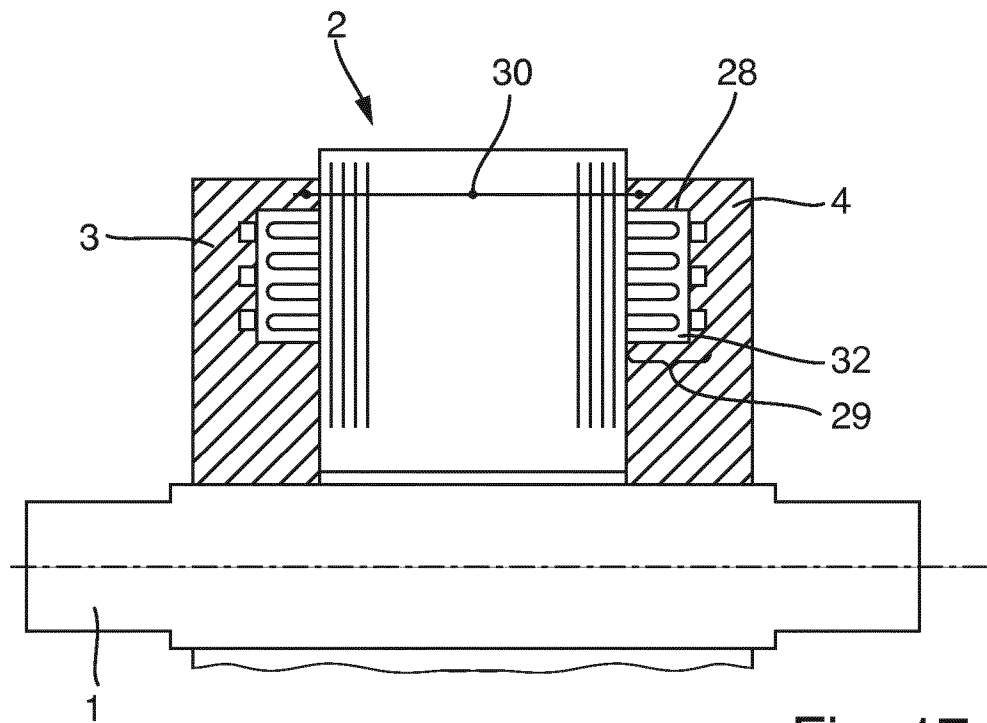
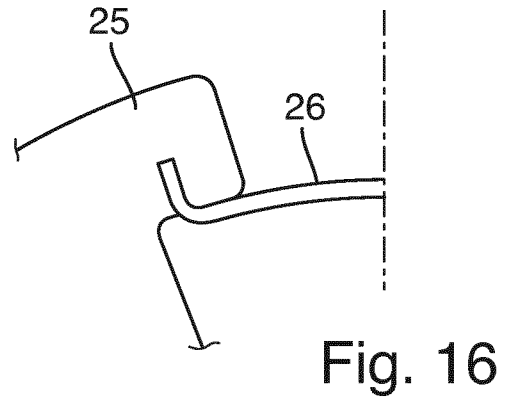
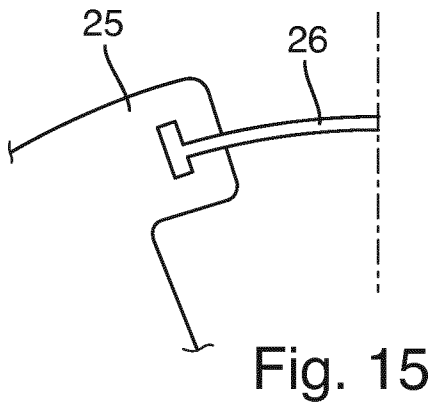


Fig. 17