

(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

20. September 2012 (20.09.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2012/123270 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/053636
- (22) Internationales Anmeldedatum: 2. März 2012 (02.03.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2011 005 713.7 17. März 2011 (17.03.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KLÖPZIG, Markus [DE/DE]; Mozartstraße 15, 91320 Ebermannstadt (DE).

MÜLLER, Harald [DE/DE]; Am Steinbruch 9, 91466 Gerhardshofen (DE). SCHLEICHER, Klaus [DE/DE]; Auss.-Cramer-Klett-Str. 11, 90489 Nürnberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

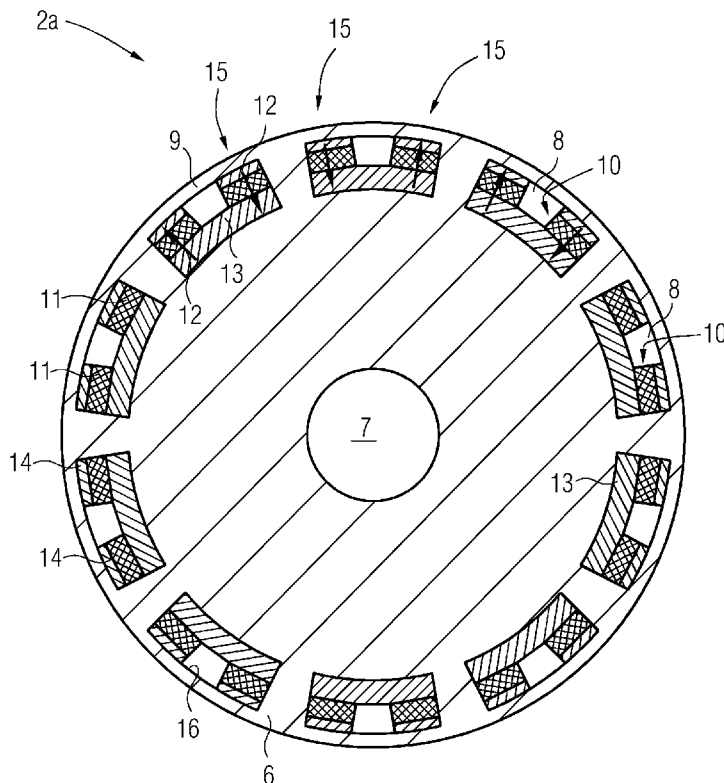
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,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

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ROTOR FOR AN ELECTRIC MACHINE AND ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung : ROTOR FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE UND ELEKTRISCHE MASCHINE

FIG 2



(57) Abstract: A rotor (2, 2a, 2b, 2c, 2d) for an electric machine (1), comprising a support structure (6) supporting a plurality of magnets (11), in particular permanent magnets (11), wherein the non-magnetic support structure (6) has axially extending openings (8), in which a magnet arrangement (10, 10') having in each case at least two magnets (11) connected on one side via a magnetic return path element (13) is arranged, in particular in a form-fitting manner.

(57) Zusammenfassung: Rotor (2, 2a, 2b, 2c, 2d) für eine elektrische Maschine (1), umfassend eine mehrere Magnete (11), insbesondere Permanentmagnete (11), tragende Trägerstruktur (6), wobei die nichtmagnetische Trägerstruktur (6) sich axial erstreckende Öffnungen (8) aufweist, in denen eine jeweils wenigstens zwei über ein magnetisches Rückschlusselement (13) einseitig verbundene Magnete (11) aufweisende Magnetanordnung (10, 10'), insbesondere formschlüssig, angeordnet ist.

WO 2012/123270 A2



TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

Veröffentlicht:

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

Beschreibung

Rotor für eine elektrische Maschine und elektrische Maschine

5 Die Erfindung betrifft einen Rotor für eine elektrische Maschine, umfassend eine mehrere Magnete, insbesondere Permanentmagnete, tragende Trägerstruktur, sowie eine zugehörige elektrische Maschine mit einem derartigen Rotor.

10 Bei permanentmagnetischen Maschinen werden die Rotorpole durch an oder in dem Rotor vorgesehene Magnete, bei einer permanentmagnetischen Maschine Permanentmagnete, definiert. Bei einem üblichen, als Innenläufer ausgeführten Rotor ist eine Lösung bekannt, bei der außenliegende Permanentmagnete
15 (APM) vorgesehen sind. Dabei werden die Permanentmagnete auf den Außendurchmesser eines im Wesentlichen zylinderförmigen Rotorjoches bandagiert, das bedeutet, es wird ein Bandagematerial mit hoher Vorspannung über die Magnete gewickelt, um für hohe Drehzahlen die Magnete gegen Fliehkraft und thermische Dehnung vorzuspannen. Dabei dient also die Trägerstruktur,
20 mithin das Rotorjoch, gleichzeitig zur Umlenkung des magnetischen Flusses und zur Drehmomentübertragung.

Üblicherweise werden die Magnete von APM-Rotoren mit einem
25 Fasergewebe auf die Trägerstruktur, welche beispielsweise aus einem geblechten, magnetischen Stahl bestehen kann, bandagiert. Wie beschrieben wirkt die mechanische Vorspannung des Fasergewebes dann der Fliehkraft gegen ein Abheben von der Trägerstruktur sowie der thermischen Dehnung entgegen.

30 Neben dem bereits beschriebenen Nachteil der aufwendigen Bandagierung liegt hier noch der Nachteil vor, dass aufgrund der geblecht ausgeführten Trägerstruktur starke Einschränkungen in der geometrischen Gestaltung hingenommen werden müssen.

35 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Rotor für eine elektrische Maschine, insbesondere eine permanentmagnetische Maschine, so auszugestalten, dass er weniger auf-

wendig herzustellen ist, eine bessere Halterung gegen Fliehkräfte bietet und mehr Freiheit in der geometrischen Gestaltung der Trägerstruktur besteht.

5 Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Rotor der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass die nichtmagnetische Trägerstruktur sich axial erstreckende Öffnungen aufweist, in denen eine jeweils wenigstens zwei über ein magnetisches Rückschlusselement einseitig verbundene Magnete
10 aufweisende Magnetanordnung, insbesondere formschlüssig, angeordnet ist.

Bei dem erfindungsgemäßen Rotor wird also erstmalig eine nichtmagnetische Trägerstruktur vorgeschlagen, die wie üblich
15 eine im Wesentlichen zylindrische, hier jedoch geschlossene Außenfläche aufweist. Nahe der in der Maschine dem Stator benachbarten Oberfläche sind axial verlaufende Öffnungen vorgesehen, in denen neben den Magneten ein dediziert dem magnetischen Rückschluss dienendes Rückschlusselement angeordnet
20 ist, welches die Magnete auf der dem Stator abgewandten Seite verbindet, bei einem Innenläufer also nach innen liegend. Konsequenz dieser Ausgestaltung ist, dass die Funktionen „Drehmomentübertragung“ und „magnetischer Rückschluss“ vorteilhaft voneinander getrennt sind. Die Drehmomentübertragung
25 der Magnete und der magnetischen Rückschlusselemente erfolgt dabei über die unmagnetische Trägerstruktur, der magnetische Rückschluss, der nur einseitig vorgesehen ist, wird über das Rückschlusselement erreicht, welches sich im Übrigen (insbesondere bei nicht vollständig vorhandenem Formschluss innerhalb der Öffnungen) unter Fliehkraftbewegung radial mit dem
30 Magneten bewegt.

Dabei sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass als Magneten rein grundsätzlich auch Spulen vorgesehen sein können, bevorzugt und einfacher realisierbar ist jedoch die Verwendung von
35 Permanentmagneten.

Relevant ist der Formschluss der in den Öffnungen angeordneten Magnetanordnung dabei vor allem in der Umfangsrichtung, um eine möglichst einfache Drehmomentübertragung zu ermöglichen. Radial kann sogar gezielt eine sehr geringe Beweglichkeit vorgesehen werden, um ein Spiel, beispielsweise bei thermischer Ausdehnung, vorzusehen; unter Einfluss der Fliehkräfte wird sich das durch die magnetischen Kräfte mit dem Magneten, nicht aber mit der Trägerstruktur verbundene Rückschlusselement ohnehin mit den Magneten bewegen. Ein Magnetpaar bildet also mit einem gemeinsamen Rückschlusselement eine radial gegebenenfalls gering bewegliche und magnetisch geschlossene Einheit, die Magnetanordnung.

Die erfindungsgemäße Ausgestaltung bringt eine Vielzahl von Vorteilen mit sich. Zum einen können die Fliehkräfte besser aufgefangen werden, da der bei einem Innenläufer radial nach außen an die Öffnung anschließende Anteil dicker, gegebenenfalls bei geeigneter Materialwahl auch anderweitig stabiler gefertigt werden kann. Bei bisherigen Rotoren, die mit innen liegenden Permanentmagneten arbeiteten, musste ein außen liegender Anteil der magnetischen Trägerstruktur äußerst dünn ausgeführt werden, um einen magnetischen Kurzschluss über diese Anteile zu vermeiden, so dass selbst bei innen liegenden Permanentmagneten noch eine Bandagierung vorgenommen werden musste. Als weiterer Vorteil fällt beim erfindungsgemäßen Rotor auch die aufwendige Bandagierung, beispielsweise durch Gewebematerialien, weg.

Weiterhin bestehen mehr Freiheiten in der geometrischen Gestaltung der Trägerstruktur, nachdem diese nicht mehr aus einem geblechten Material bestehen muss, so dass beispielsweise innen liegende Hohlräume oder dergleichen realisiert werden können. So können Rotoren geschaffen werden, die an ihrem Innendurchmesser massearm ausgeführt sind und dergleichen.

Es sei nochmals hervorgehoben, dass es besonders bei Formschluss dabei irrelevant ist, ob sich die Magnetanordnung in

der Öffnung löst, da dies die Magnetanordnung nicht beeinflusst. Diese hält auch bei mehrstückiger Ausbildung aufgrund der magnetischen Kräfte zusammen.

- 5 Hervorzuheben ist, dass der die Öffnungen nach außen, also in Richtung der Fliehkraft bei einer Bewegung des Rotors, abschließende Anteil der Trägerstruktur nicht vorgespannt ist. D. h., der Innendurchmesser dieses rohrartigen Anteils der Trägerstruktur übt bei dem erfindungsgemäßen Rotor keine
- 10 grundsätzlich vorhandene, entgegen der Fliehkraftrichtung (also radial nach innen) gerichtete Kraft aus, sondern ist nicht vorgespannt, wie dies bei bekannten, bandagierten Ausführungen der Fall wäre.
- 15 Zweckmäßigerweise kann vorgesehen sein, dass die Trägerstruktur wenigstens teilweise aus einem Faserverbundwerkstoff besteht. Damit kann vorteilhafterweise die rotierende Masse insbesondere bei größeren Durchmessern deutlich verringert werden, nachdem nicht mehr zwangsläufig geblechte ferromagne-
- 20 tische Werkstoffe (z. B. Elektroblech oder Stahlblech) verwendet werden muss. Auch lassen sich Faserverbundwerkstoffe einfacher verarbeiten, insbesondere im Gegensatz zu geblechten Materialien, die geometrisch aufgrund der Blechung bestimmte Anforderungen stellen. Es sei jedoch angemerkt, dass
- 25 es alternativ beispielsweise auch denkbar ist, geblechten, unmagnetischen Stahl für die Trägerstruktur zu verwenden.

Die Trägerstruktur kann wenigstens einen innen liegenden Hohlraum aufweisen. Auch dies trägt weiter zur Reduzierung

30 der Masse bei und ist insbesondere bei einer Ausführung der Trägerstruktur aus Faserverbundwerkstoffen gut realisierbar. Eine Aufnahme für eine den Rotor durchsetzende oder beidseitig an den Rotor anzukoppelnde Welle kann beispielsweise durch entsprechende, angeflanschte Teilelemente realisiert

35 werden, auf die im Folgenden noch näher eingegangen werden wird.

Zweckmäßigerweise kann ferner vorgesehen sein, dass die Trägerstruktur aus wenigstens zwei Teilelementen besteht. Mit besonderem Vorteil kann ein Teilelement ein die Öffnungen zylindrisch radial nach außen abschließendes rohrartiges Teilelement sein. Bei einem solchen rohrartigen Teilelement kann dieses beispielsweise nach Montage der Magnetanordnungen über die Öffnungen aufgeschoben werden, um so die Angriffsfläche für die Fliehkraft zu bieten. Aus Montagegesichtspunkten, aber auch aus Herstellungsgesichtspunkten kann eine solche Ausbildung vorteilhafter sein. Insbesondere ergibt sich dabei die Möglichkeit, das rohrartige Teilelement entsprechenden Anforderungen auszubilden, wobei beispielsweise mit besonderem Vorteil vorgesehen sein kann, dass bei einem aus einem Faserverbundwerkstoff bestehenden rohrartigen Teilelement die Fasern in Umfangsrichtung verlaufen. Somit wird eine weitere Verstärkung erreicht. Ein solches rohrartiges Teilelement kann auch als Fliehkraft-Stützer bezeichnet werden.

Denkbar ist es bei einer aus wenigstens zwei Teilelementen bestehenden Trägerstruktur auch, dass die insbesondere einen Hohlraum aufweisende Trägerstruktur wenigstens ein den Rotor linksseitig abschließendes, eine Befestigungseinrichtung für eine Welle aufweisendes Abschlussteilelement umfasst. Insbesondere kann ein derartiges, den Rotor längsseitig abschließendes Teilelement an das die Öffnungen aufweisende Teilelement angeflanscht werden, so dass die Öffnungen in Längsrichtung abgedeckt sind. Auch kann ein derartiges längsseitig abschließendes Abschlussteilelement ein rohrartiges, die Öffnungen in radialer Richtung abschließendes Teilelement mit überdecken und somit zur Gesamtstabilität beitragen. Bei der Herstellung und der Montage, insbesondere dem Einbringen der Magnetanordnungen in die Öffnungen, ist damit eine weitere Vereinfachung realisiert.

Die Magnetanordnung kann auch als eine, insbesondere einstückig oder mehrstückig realisierte, Halbachanordnung ausgeführt sein. Eine Halbachanordnung, oft auch als Halbach-Magnet oder Halbach-Array bezeichnet, ist eine spezielle Kon-

figuration von Permanentmagneten, die es ermöglicht, dass sich der magnetische Fluss an der einen Seite der Anordnung fast aufhebt, auf der anderen Seite jedoch verstärkt. Dabei besteht die einfachst mögliche Halbachanordnung für Oberflächenmagnete aus Teilsegmenten, deren Magnetisierung um 45° in Richtung der Längsachse gekippt ist. Ein Polpaar würde demzufolge aus acht Magnetsegmenten bestehen. Eine weitere Variante ist die Ausbildung einer U-förmigen Flussführung. Hier besteht ein Polpaar aus drei Magneten, wobei der mittlere Magnet um 90° um die Längsachse gekippt ist.

In Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass auf die Magneten radial nach außen Polschuhe anschließen. Derartige Polschuhe können nicht nur einen gegebenenfalls bis zum Formschluss verbleibenden Hohlraum auffüllen, sie können auch den Verlauf des magnetischen Flusses auf eine gewollte Art mit beeinflussen.

Neben dem Rotor betrifft die vorliegende Erfindung auch eine elektrische Maschine, umfassend einen Stator und einen gegen den Stator drehbaren Rotor gemäß der vorliegenden Erfindung. Sämtliche Ausführungen bezüglich des erfindungsgemäßen Rotors lassen sich analog auf die elektrische Maschine übertragen, so dass damit dieselben Vorteile erreicht werden können.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine,

Fig. 2 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Rotor in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 3 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Rotor in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch den Rotor der Fig. 3,

Fig. 5 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Rotor in einer dritten Ausführungsform,

5

Fig. 6 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Rotor in einer vierten Ausführungsform,

Fig. 7 einen Längsschnitt durch den Rotor gemäß Fig. 6,
und

10

Fig. 8 eine Halbach-Anordnung.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen elektrischen Maschine 1. Sie umfasst einen als Innenläufer ausgebildeten erfindungsgemäßen Rotor 2, der über eine Welle 3 drehbar gelagert ist. Über einen schmalen Luftspalt 21 ist der Rotor 2 von dem Stator 4, der wie üblich Statorwicklungen 5 umfasst, getrennt. Der Rotor 2 weist dabei durch Permanentmagnete ausgebildete Pole auf, die mit den Statorwicklungen 5 wechselwirken. Die genaue Funktion solcher elektrischer Maschinen, insbesondere Synchronmaschinen, ist im Stand der Technik weithin bekannt und soll hier nicht näher dargelegt werden.

25

Verschiedene erfindungsgemäße Ausgestaltungen des Rotors 2 werden nun im Hinblick auf die Fig. 2 - 7 näher erläutert.

Dabei zeigt Fig. 2 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Rotors 2a, wie er in der Maschine 1 eingesetzt werden kann. Ersichtlich weist der Rotor 2a eine massive, einstückig ausgeführte Trägerstruktur 6 auf, in deren Mitte eine Nabenbohrung 7 für die Welle 3 vorgesehen ist. Die Trägerstruktur 6 ist dabei nichtmagnetisch ausgebildet. Ferner sind im radial äußeren Bereich der Trägerstruktur 6 äquidistant vorgesehene, gleichartige Öffnungen 8 vorgesehen, die sich in Längsrichtung des Rotors 2a durch die Trägerstruktur 6 erstrecken und nach außen durch einen rohrartigen Anteil 9

30

35

mit einer zylindrischen Außenfläche abgeschlossen werden. In den Öffnungen 8 sind in Umfangsrichtung und in radialer Richtung im Wesentlichen formschlüssig Magnetanordnungen 10 vorgesehen. Eine Magnetanordnung 10 umfasst dabei jeweils zwei
5 Magnete 11, deren Fluss radial ausgerichtet und entgegengesetzt ist, wie durch die Pfeile 12 erläutert wird. Um den magnetischen Fluss radial nach innen zu schließen, schließt an die Magnete 11 innenseitig ein magnetisches Rückschlusselement 13 an, das beispielsweise aus ferromagnetischem Material (z. B. Elektroblech oder Stahl) bestehen kann. Nach außen
10 hin werden die Magnete noch durch Polschuhe 14 abgedeckt, die aus demselben Material wie das Rückschlusselement 13 bestehen können.

15 Durch ihre umgekehrte Ausrichtung und den Rückschluss über das Rückschlusselement 13 sowie die weiter feldführende Wirkung der Polschuhe 14 definieren die Permanentmagnete 11 der Magnetanordnungen 10 jeweils zwei Pole 15, an denen der Fluss radial, aber entgegengesetzt verläuft. Eine Magnetanordnung
20 10 definiert letztlich also ein Polpaar.

Wie bereits erwähnt, ist dabei die Trägerstruktur 6 nicht magnetisch ausgebildet und besteht vorliegend aus einem Faserverbundwerkstoff, hier GFK. Damit ist die rotierende Masse
25 des Rotors 2a deutlich reduziert.

Ersichtlich liegt also bei dem erfindungsgemäßen Rotor 2a eine Funktionstrennung vor. Die Drehmomentübertragung wird über die Trägerstruktur 6 realisiert, nachdem die Magnetanordnungen 10 formschlüssig bezüglich der seitlichen Wände der
30 Öffnungen 8 angeordnet sind. Für den magnetischen Rückfluss ist das dedizierte Rückschlusselement 13 vorgesehen. Die Fliehkräfte werden durch die radial nach außen gelegene Begrenzung 16 der Öffnungen 8 abgefangen, wobei die Dicke des
35 rohrartigen Anteils 9 der Trägerstruktur 6 größer als bei magnetischen Trägerstrukturen gewählt werden kann, so dass keine Vorspannung notwendig ist, die den Fliehkräften bei Rotation entgegenwirkt. Entsprechend liegt auch keinerlei Vor-

spannung in dem rohrartigen Anteil 9 der Trägerstruktur 6 vor.

Im Folgenden werden weitere Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Rotors 2 dargestellt, wobei der besseren Verständlichkeit halber gleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein sollen.

Die Fig. 3 und 4 zeigen eine weitere Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Rotors 2b. Erneut ist die Trägerstruktur 6 einstückig ausgebildet, wobei im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 hier ein großer, hohler Innenraum 17 geschaffen wurde, was bei der aus GFK bestehenden Trägerstruktur 6 problemlos möglich ist. Wie aus dem in Fig. 4 gezeigten Längsschnitt ersichtlich ist, ist die Welle 3 in diesem Ausführungsbeispiel nicht durchgehend ausgebildet, sondern besteht aus zwei Anteilen 3a, 3b, die über eine geeignetes Element 18 zur Drehmomentübertragung an den Hohlraum 17 in Längsrichtung begrenzenden Anteilen 19 der Trägerstruktur 6 befestigt sind.

Die Trägerstruktur 6 muss dabei nicht einteilig ausgeführt sein, wie das dritte Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5 beispielhaft erläutert. Gezeigt ist wiederum ein erfindungsgemäßer Rotor 2c in einem Querschnitt, wobei im Unterschied zum Rotor 2a die Trägerstruktur 6 hier ein inneres Teilelement 6a und ein rohrartiges Teilelement 6b anstatt des rohrartigen Anteils 9 umfasst. Dies ermöglicht es, die Magnetanordnungen 10 bei noch nach außen offenen Öffnungen 8 in diese einzubringen, um danach das Teilelement 6b aufzubringen und die Öffnungen 8 nach außen abzuschließen. Wie in allen Ausführungsbeispielen die Trägerstruktur 6 nicht magnetisch ist, so bestehen auch die Teilelemente 6a und 6b aus nichtmagnetischem GFK. Die Orientierung der Fasern des Glasfaserkunststoffs ist bei dem Teilelement 6b dabei in Umfangsrichtung gewählt, um die Widerstandskraft gegen Fliehkräfte weiter zu verstärken.

Die Fig. 6 und 7 zeigen ein viertes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Rotors 2b, bei dem wiederum zwei Teilelemente 6a, 6b der Trägerstruktur 6 vorgesehen sind, wobei in diesem Fall wiederum ein großer hohler Innenraum 17 realisiert ist, wie dies beim Ausführungsbeispiel nach den Fig. 3 und 4 der Fall ist.

Wie aus dem Längsschnitt in Fig. 7 ersichtlich ist, umfasst die nichtmagnetische Trägerstruktur 6 im vierten Ausführungsbeispiel nicht nur die Teilelemente 6a und 6b, sondern auch zwei den Rotor 2b in Längsrichtung abschließende Abschlussteilelemente 6c, die seitlich an das Teilelement 6a über geeignete Befestigungsmittel 20 angeflanscht sind. Die letztlich den Anteil 19 des Rotors 2b ersetzenden Abschlussteilelemente 6c weisen wiederum jeweils ein Element 18 zur Drehmomentübertragung (Befestigungseinrichtung) für die Rotorteile 2a, 2b auf.

Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass derartige Abschlussteilelemente 6c auch bei dem Rotor 2c vorgesehen sein können; auch bei den Rotoren 2a und 2b können die Anteile 19 durch solche Abschlussteilelemente 6c ersetzt werden. Die Welle 3 kann auch durchgehend gestaltet werden. Obwohl im Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 die Abschlussteilelemente 6c das rohrartige Teilelement 6b nicht überdecken, kann selbstverständlich vorgesehen sein, dass auch diesbezüglich eine Überdeckung vorliegt, die letztlich scheibenartigen Abschlussteilelemente 6c also einen größeren Radius aufweisen.

Die Teilelemente 6a, 6b und 6c bestehen wiederum aus einem Glasfaserkunststoff, wobei auch bei dem Rotor 2b die Fasern des rohrartigen Teilelements 6b in Umfangsrichtung verlaufen.

Neben GFK können auch andere Faserverbundwerkstoffe verwendet werden, wobei es auch möglich ist, wenngleich weniger bevorzugt, geblechten nichtmagnetischen Stahl zu verwenden.

Zudem sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass es unschädlich ist, wenn ein gewisser, wenn auch kleiner, Bewegungsspielraum der Magnetanordnung 10 in radialer Richtung in den Öffnungen 8 vorliegt. Denn durch die magnetischen Kräfte bewegt sich die Magnetanordnung 10 immer gemeinsam, mithin auch gemeinsam bezüglich der Fliehkraft, um gegen den bei allen Ausführungsbeispielen nicht vorgespannten Anteil 9 bzw. das nicht vorgespannte rohrartige Teilelement 6b gepresst zu werden.

Schließlich zeigt Fig. 8 noch eine modifizierte Ausführungsform einer Magnetanordnung 10', wie sie im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann. Dabei handelt es sich um eine Halbachanordnung, bei der die Magnete 11 über einen in einem 45°-Winkel anschließendes Rückschlusselement 13 verbunden sind. Auch hier können Polschuhe 14 vorgesehen sein.

Patentansprüche

1. Rotor (2, 2a, 2b, 2c, 2d) für eine elektrische Maschine (1), umfassend eine mehrere Magnete (11), insbesondere Permanentmagnete (11), tragende Trägerstruktur (6), dadurch gekennzeichnet, dass die nichtmagnetische Trägerstruktur (6) sich axial erstreckende Öffnungen (8) aufweist, in denen eine jeweils wenigstens zwei über ein magnetisches Rückschlusselement (13) einseitig verbundene Magnete (11) aufweisende Magnetanordnung (10, 10'), insbesondere formschlüssig, angeordnet ist.
2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur (6) wenigstens teilweise aus einem Faserverbundwerkstoff, insbesondere GFK, besteht.
3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur (6) wenigstens einen innen liegenden Hohlraum (17) aufweist.
4. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägerstruktur (6) aus wenigstens zwei Teilelementen (6a, 6b, 6c) besteht.
5. Rotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass ein Teilelement (6a, 6b, 6c) ein die Öffnungen (8) zylindrisch radial nach außen abschließendes rohrartiges Teilelement (6b) ist.
6. Rotor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem aus einem Faserverbundwerkstoff bestehenden rohrartigen Teilelement (6b) die Fasern in Umfangsrichtung verlaufen.
7. Rotor nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die insbesondere einen Hohlraum (17) aufweisende Trägerstruktur (6) wenigstens ein den Rotor (2, 2a, 2b, 2c, 2d) längsseitig abschließendes, eine Befestigungseinrich-

tung (18) für eine Welle (3) aufweisendes Abschlussteilelement (6c) umfasst.

8. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
5 gekennzeichnet, dass die Magnetanordnung (10') als eine, insbesondere einstückig realisierte Halbachanordnung ausgeführt ist.

9. Rotor nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
10 gekennzeichnet, dass auf die Magnete (11) radial nach außen Polschuhe (14) anschließen.

10. Elektrische Maschine (1), umfassend einen Stator (4) und
einen gegen den Stator (4) drehbaren Rotor (2, 2a, 2b, 2c,
15 2d) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

FIG 1

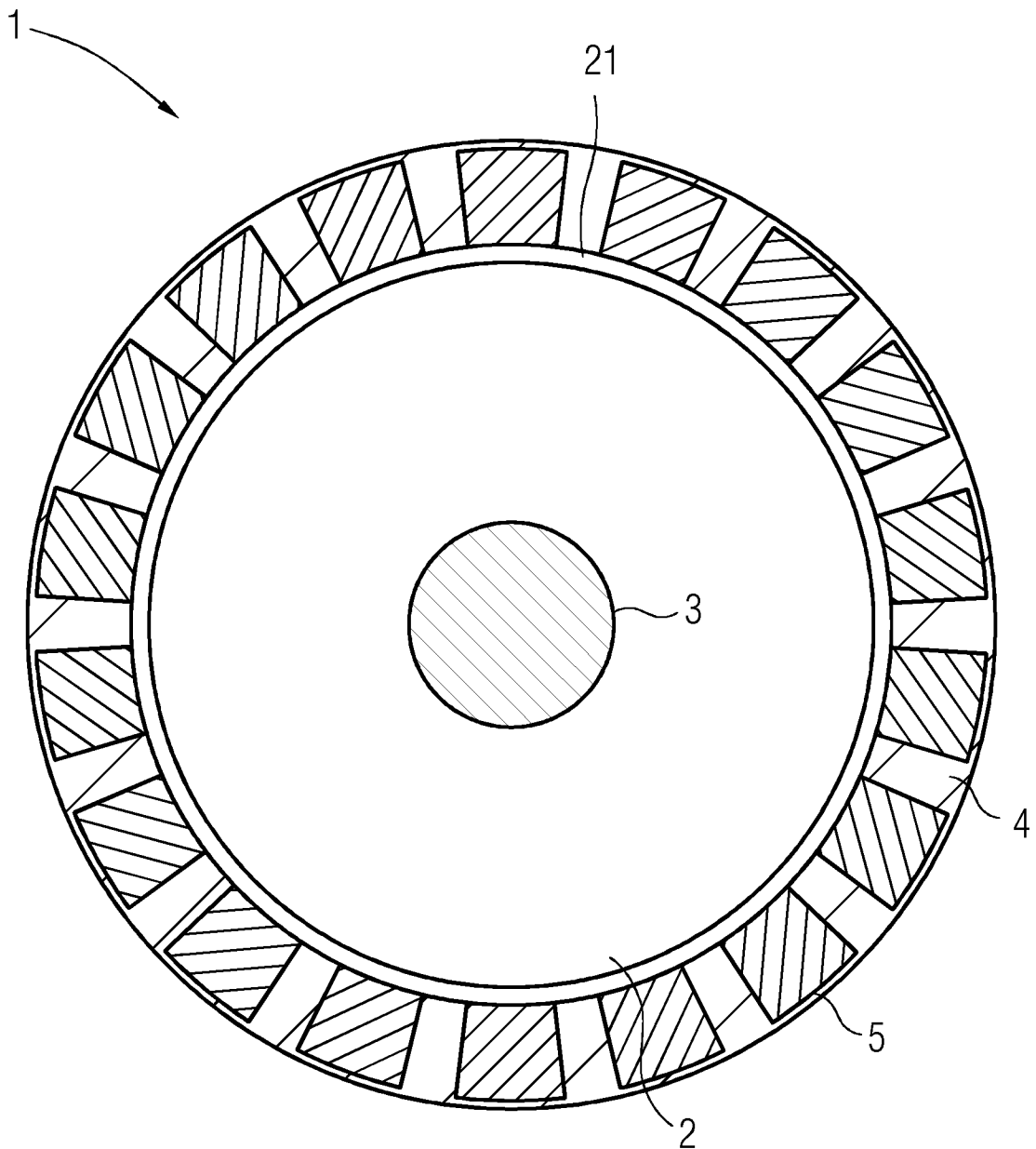


FIG 2

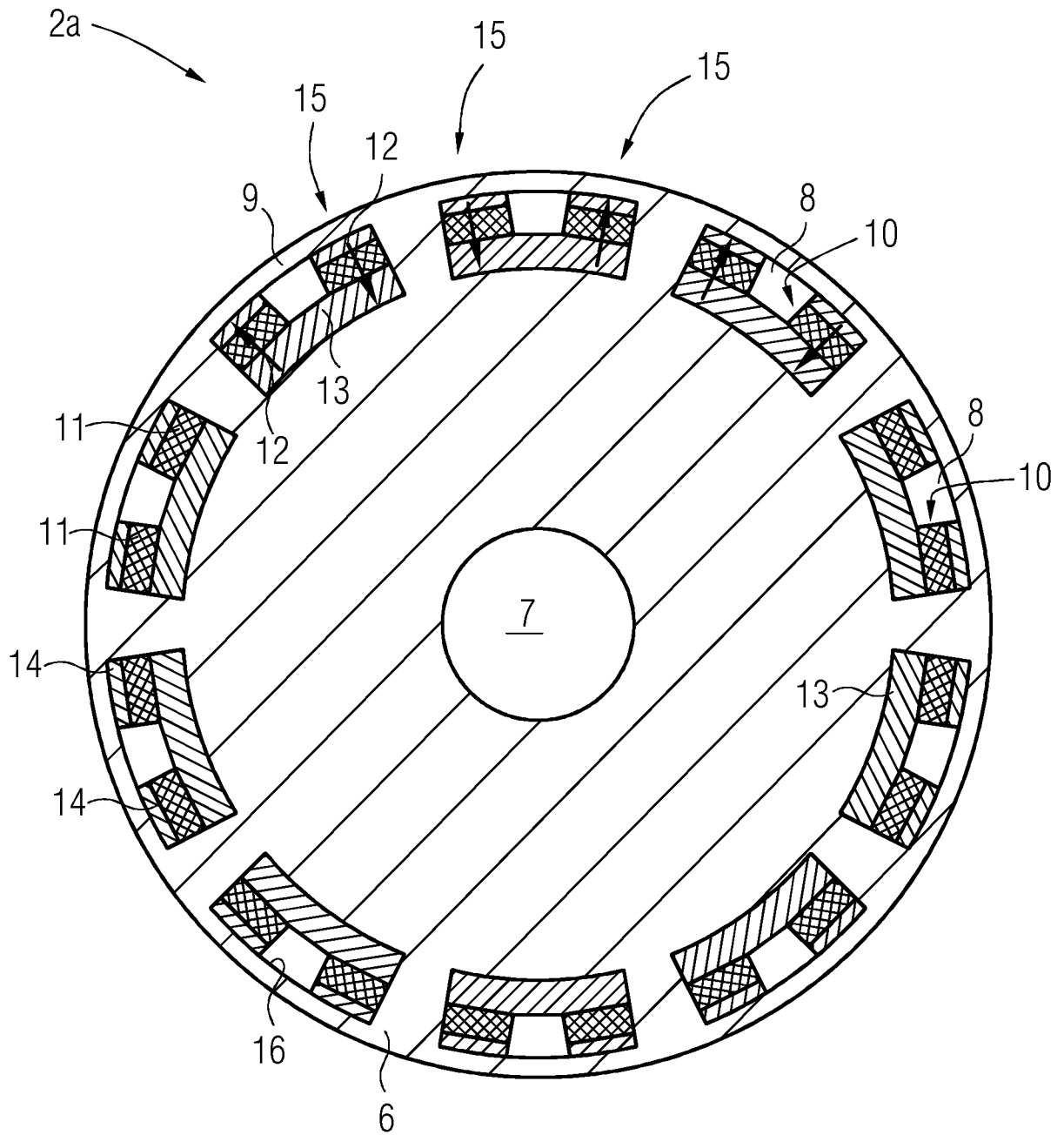


FIG 3

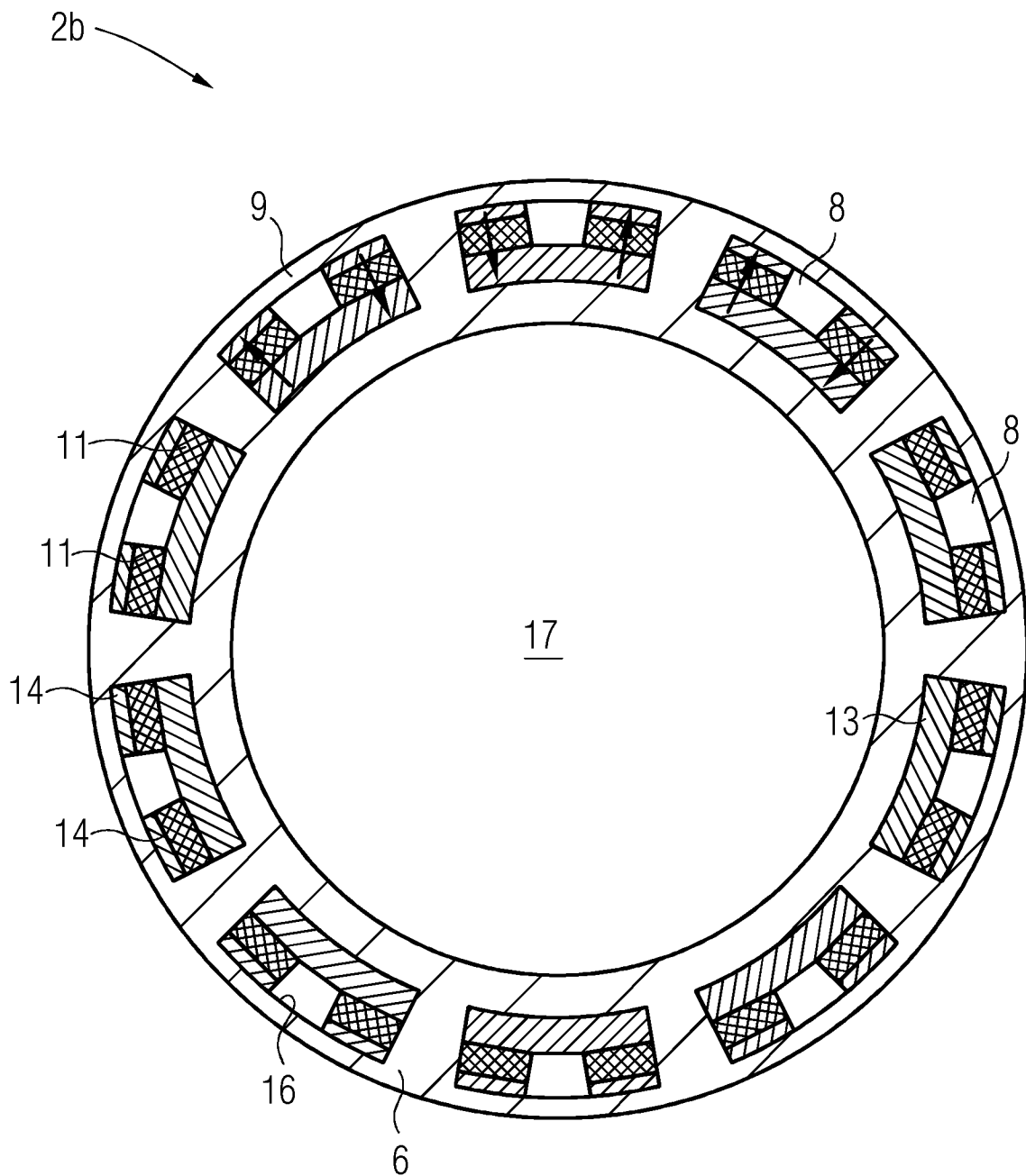


FIG 4

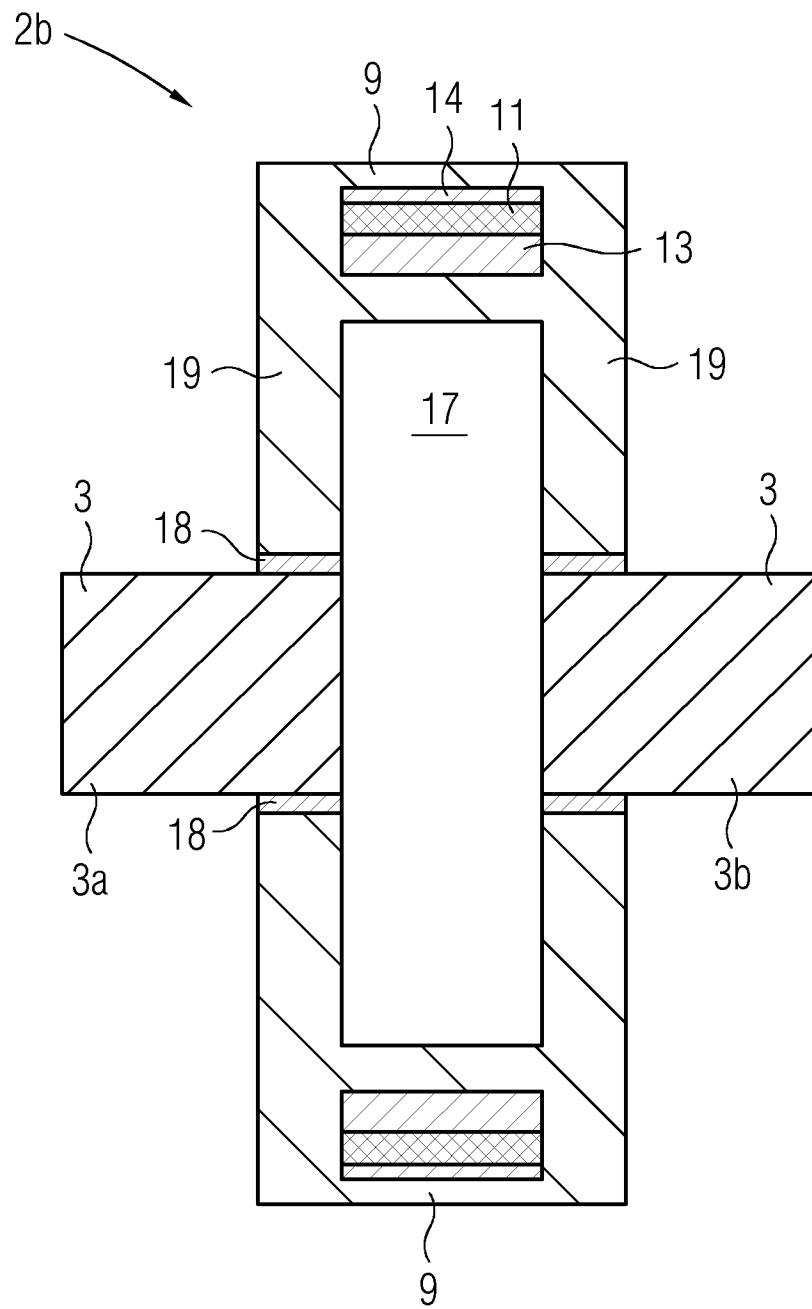


FIG 5

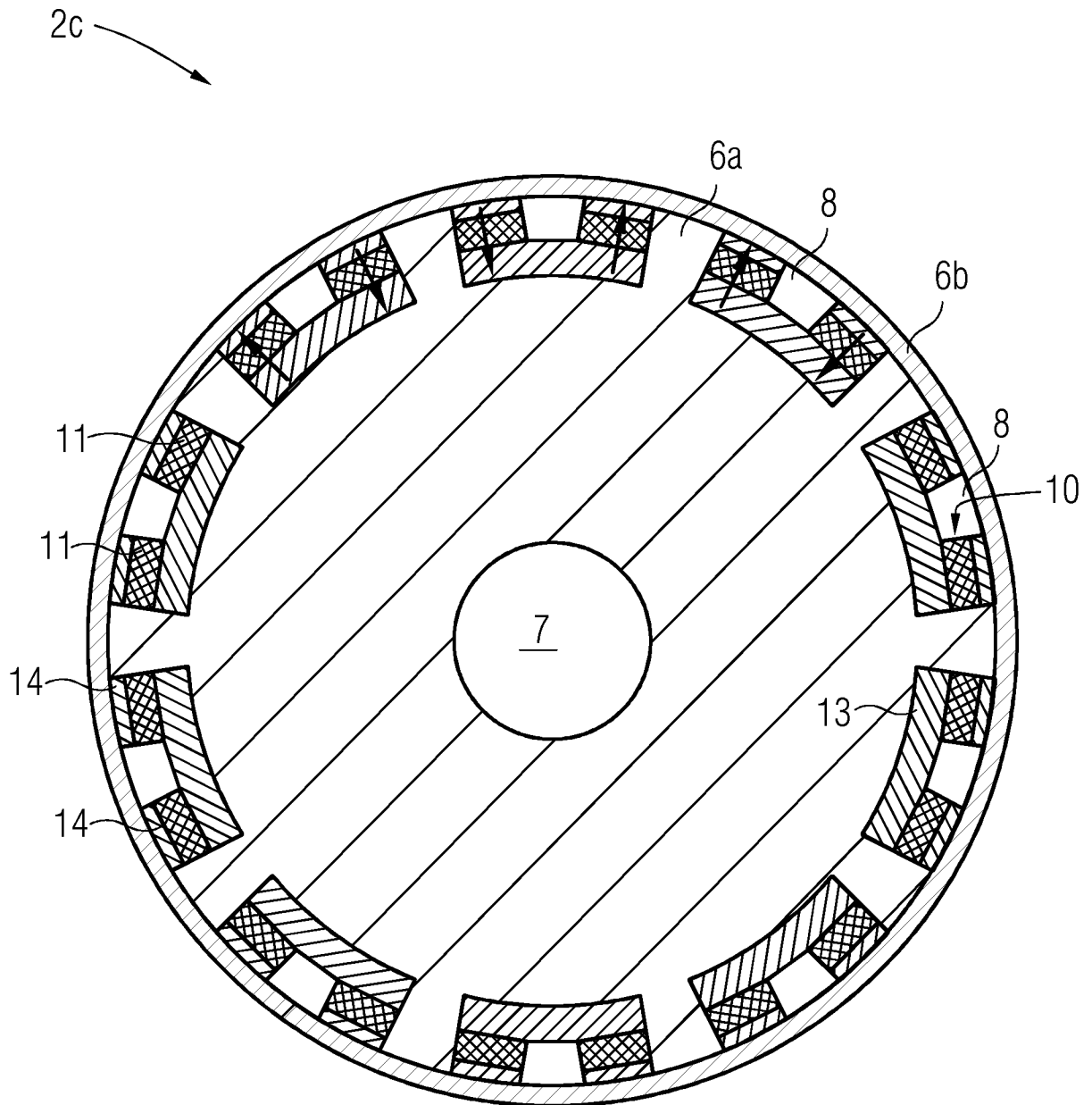


FIG 6

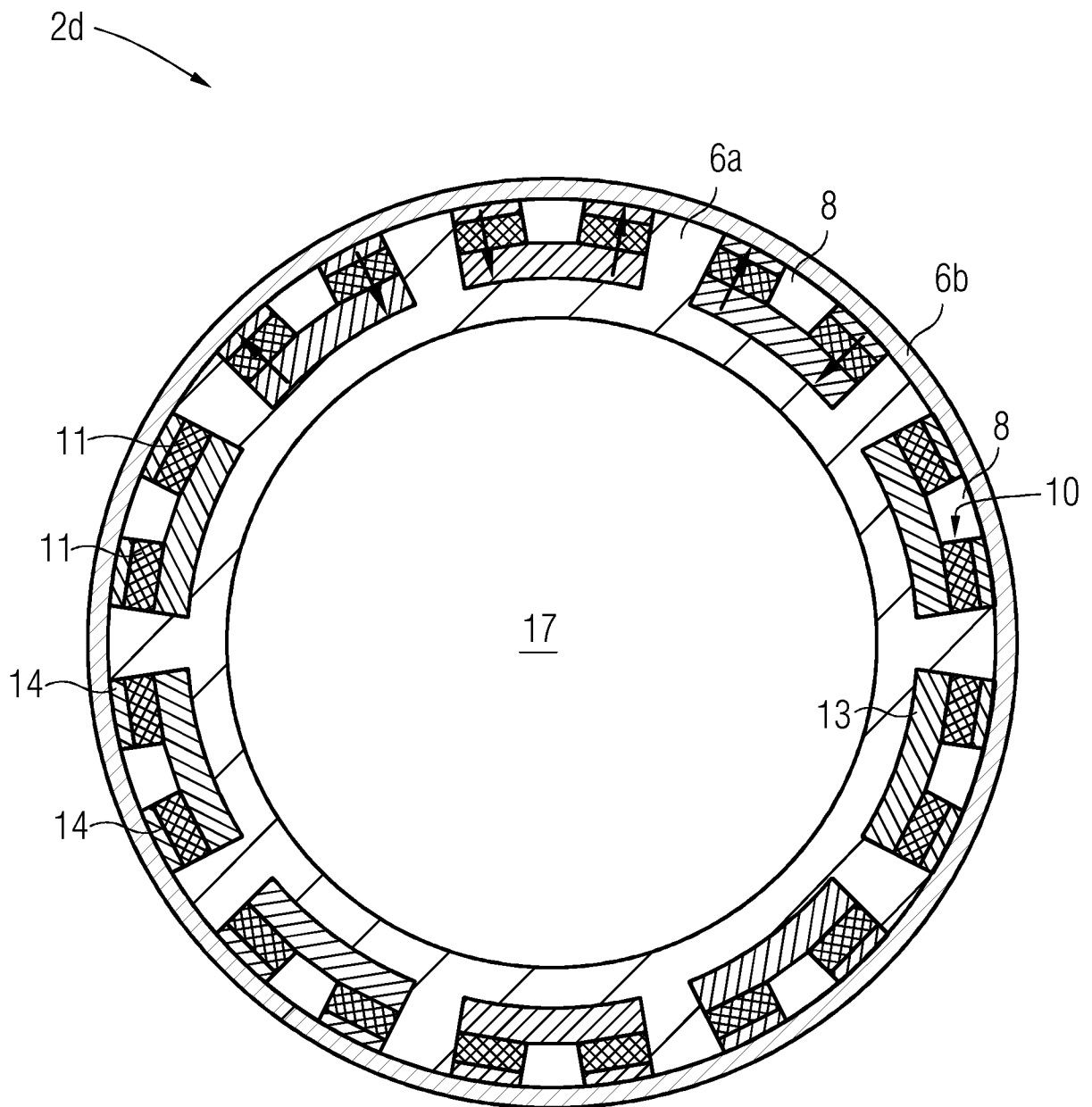


FIG 7

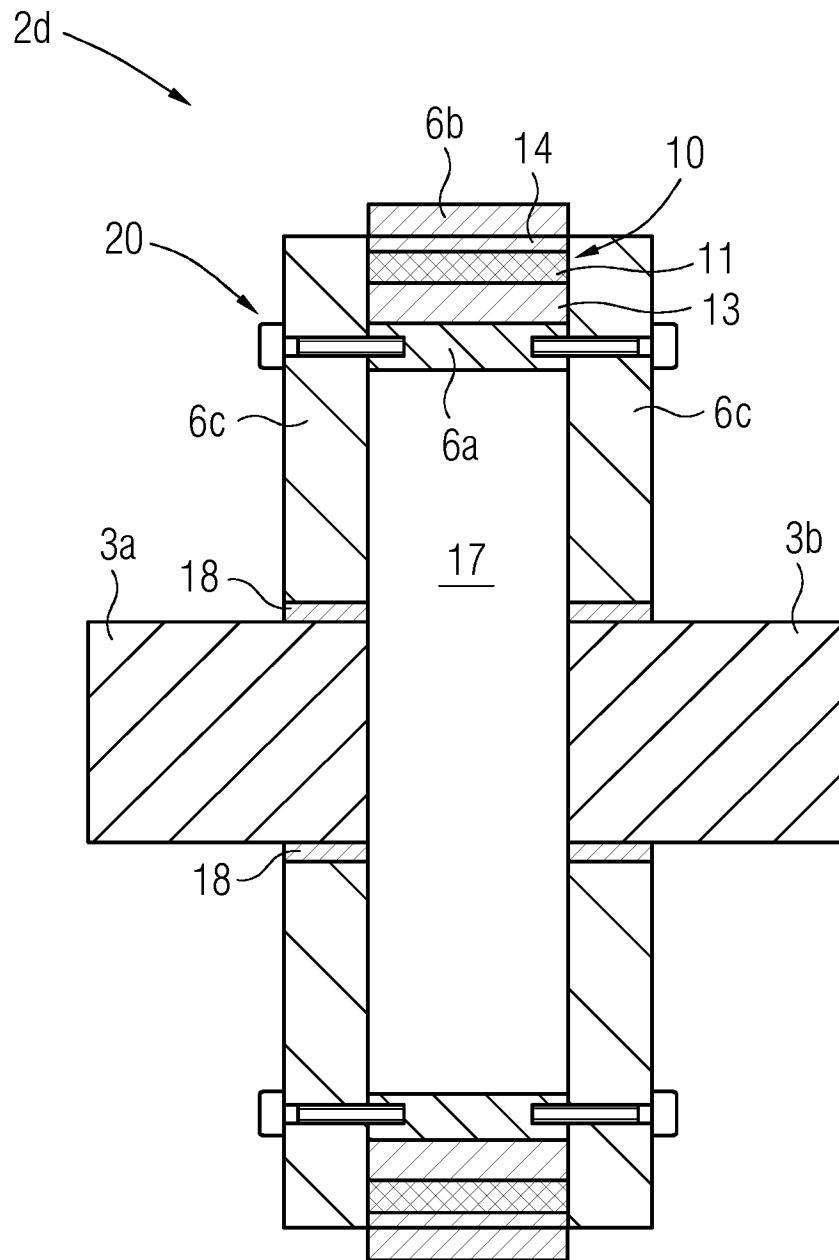


FIG 8

