



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 211 716.3**

(22) Anmeldetag: **18.10.2021**

(43) Offenlegungstag: **17.11.2022**

(51) Int Cl.: **H02K 1/27 (2022.01)**

(71) Anmelder:

ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

(72) Erfinder:

**Zanker, Joachim, 88422 Oggelshausen, DE; Kehr,
Ulrich, 88069 Tettnang, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

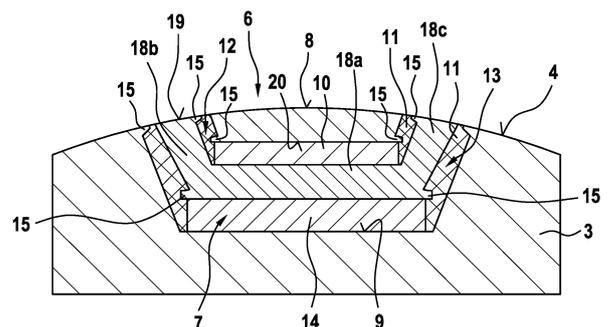
DE	101 43 253	A1
DE	10 2016 114 362	A1
DE	10 2016 214 542	A1
DE	10 2016 224 249	A1
DE	10 2018 201 591	A1
DE	10 2019 220 203	A1
US	2020 / 0 366 145	A1
EP	1 164 683	A2
EP	2 790 295	A1
WO	2017 / 012 766	A1
CN	1 06 712 335	A

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Rotoranordnung für eine elektrische Maschine**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Rotoranordnung (2) für eine elektrische Maschine (1), umfassend wenigstens ein aus Blechen (3) gestapeltes Blechpaket (5), wobei an einem Außenumfang (4) des jeweiligen Blechs (3) wenigstens eine Aussparung (9) ausgebildet und dazu eingerichtet ist, zumindest ein erstes Blechsegment (6) radial aufzunehmen, wobei das jeweilige Blech (3) und das dazugehörige erste Blechsegment (6) eine räumlich dazwischen ausgebildete erste Aufnahmetasche (12) zur Aufnahme eines sich zumindest zwischen dem jeweiligen Blech (3) und dem dazugehörigen ersten Blechsegment (6) erstreckenden Füllmaterials (11) bilden, wobei am jeweiligen Blech (3) sowie am ersten Blechsegment (6) jeweils wenigstens eine Haltenase (15) zur Bildung einer formschlüssigen Verbindung zwischen dem Füllmaterial (11) und dem jeweiligen Blech (3) sowie zwischen dem Füllmaterial (11) und dem ersten Blechsegment (6) angeformt ist. Ferner betrifft die Erfindung eine elektrische Maschine (1) zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine erfindungsgemäße Rotoranordnung (2).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Rotoranordnung für eine elektrische Maschine sowie eine elektrische Maschine mit einer solchen Rotoranordnung, wobei die elektrische Maschine zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs eingerichtet ist.

[0002] Damit eine elektrische Maschine zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs mit hohen Leistungen betrieben werden kann, ist eine effektive Kühlung der elektrischen Maschine notwendig. Die bei hohen Leistungen entstehende Abwärme der elektrischen Maschine kann für bestimmte Anwendungen, z.B. elektrisch angetriebene Achsen, leistungsbegrenzend sein. Kritisch ist nicht nur die Temperatur in Wickelköpfen des Stators der elektrischen Maschine, sondern auch die Temperatur des Rotors. Sobald die elektrische Maschine eine Grenztemperatur überschreitet, senkt typischerweise eine Steuerung der elektrischen Maschine die Leistung.

[0003] Rotoren elektrischer Maschinen werden üblicherweise als Blechpaket ausgeführt. Das Blech hat einerseits die Funktion, den Magnetfluss zu führen, andererseits den mechanischen Zusammenhalt des Rotors zu gewährleisten. Insbesondere sind die Zentrifugalkräfte jedes Teilbereichs des Rotors aufzunehmen. Das Blechpaket weist Ausstanzungen auf, die entweder als Aufnahmetaschen für Permanentmagnete dienen oder als Flussbarriere wirken. Damit das Blechpaket nicht in Einzelteile zerfällt, muss die entstehende Blechgeometrie eine zusammenhängende Fläche bilden. Bei der geometrischen Gestaltung der Blechkontur besteht in Teilbereichen ein Zielkonflikt zwischen der magnetischen und der mechanischen Funktion, wenn in diesen Bereichen eine geringe magnetische Leitfähigkeit bei gleichzeitig hoher mechanischer Beanspruchung gefordert wird. Diese Bereiche werden im Allgemeinen als dünne Stege ausgeführt. Die Breite dieser Stege wird wegen der Forderung nach geringer magnetischer Leitfähigkeit so klein wie möglich ausgeführt. Die Breite muss andererseits so groß gewählt werden, dass die auftretenden mechanischen Kräfte aufgenommen werden können. Die verbleibende Breite führt an dieser Stelle zu einem unerwünschten magnetischen Fluss durch diesen Steg. Beispielsweise werden in permanent-erregten Synchronmaschinen Flussbarrieren verwendet, die einen magnetischen Kurzschluss innerhalb des Rotors verhindern sollen. Hiermit soll sichergestellt werden, dass der überwiegende Teil des Permanentmagnetflusses zur Drehmomentbildung beiträgt. Außerdem wird dadurch eine unterschiedliche Leitfähigkeit in q und d-Achse erzeugt, die es ermöglicht, ein nutzbares Reluktanzmoment zu erzeugen. Zur Aufnahme der mechanischen Belastungen, insbesondere der Zentrifugalkräfte, wird der Rotor in der Regel mit Stegen versehen, welche die Flussbarrieren überbrücken.

[0004] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Rotoranordnung für eine elektrische Maschine sowie eine elektrische Maschine mit verbesserter Flussführung und Effizienz zu schaffen. Die Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand von Patentanspruch 1 und 13. Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0005] Eine erfindungsgemäße Rotoranordnung für eine elektrische Maschine umfasst wenigstens ein aus Blechen gestapeltes Blechpaket, wobei an einem Außenumfang des jeweiligen Blechs wenigstens eine Aussparung ausgebildet und dazu eingerichtet ist, zumindest ein erstes Blechsegment radial aufzunehmen, wobei das jeweilige Blech und das dazugehörige erste Blechsegment eine räumlich dazwischen ausgebildete erste Aufnahmetasche zur Aufnahme eines sich zumindest zwischen dem jeweiligen Blech und dem dazugehörigen ersten Blechsegment erstreckenden Füllmaterials bilden, wobei am jeweiligen Blech sowie am zumindest ersten Blechsegment jeweils wenigstens eine Haltenase zur Bildung einer formschlüssigen Verbindung zwischen dem Füllmaterial und dem jeweiligen Blech sowie zwischen dem Füllmaterial und dem ersten Blechsegment angeformt ist. Indem das Füllmaterial zumindest mittelbar mit dem Blech und dem ersten Blechsegment über die Haltenasen formschlüssig verbunden ist, kann auf zusätzliche Stützscheiben für die Rotoranordnung verzichtet werden. Dies wirkt sich wiederum positiv auf das Gewicht und die axiale Länge der Rotoranordnung aus, wodurch Bauraum eingespart wird. Mithin ist die Rotoranordnung dadurch kostengünstiger herstellbar.

[0006] Die Bleche sind in einer bezüglich einer Rotationsachse der Rotoranordnung axialen Richtung aneinandergereiht, um das Blechpaket auszubilden. Mithin sind die Bleche axial fluchtend zueinander angeordnet. Ferner sind die wenigstens ersten Blechsegmente axial fluchtend zueinander angeordnet und bilden zusammen mit den dazugehörigen Blechen das Blechpaket aus. Mithin sind die ersten Blechsegmente in der bezüglich der Rotationsachse der Rotoranordnung axialen Richtung aneinandergereiht.

[0007] Das jeweilige Blech bildet ein Basisblechsegment oder eine Blechlage, das mit dem in der Aussparung angeordneten Füllmaterial und dem zumindest ersten Blechsegment formschlüssig verbunden ist. Mittels der durch die Haltenasen realisierte formschlüssigen Verbindung mit dem Füllmaterial können die im Betrieb auftretenden Zentrifugalkräfte aufgenommen und übertragen werden. Vorzugsweise sind am Umfang des Blechs gleichmäßig verteilt mehrere Aussparungen angeordnet, die im Wesentlichen identisch und entsprechend den vorherigen und nachfolgenden Ausführungen ausgebildet sind.

[0008] Die Haltenasen bilden jeweils einen Hinterschnitt aus, die es verhindert, dass sich das jeweilige Blechsegment relativ zum Blech bewegt, insbesondere während des Betriebs auftretende Zentrifugalkräfte nach radial außen wandert. Der Hinterschnitt im Zwischenraum zwischen dem Blech und dem jeweiligen Blechsegment wird mittels Füllmaterial ausgefüllt, das nach dessen Aushärten die formschlüssige Verbindung erzeugt.

[0009] Vorzugsweise ist die erste Aufnahmetasche ferner zur Aufnahme eines ersten Permanentmagneten ausgebildet, wobei sich das Füllmaterial räumlich zumindest zwischen dem jeweiligen Blech, dem dazugehörigen ersten Blechsegment und dem ersten Permanentmagneten erstreckt. Mithin ist im Raum zwischen dem jeweiligen Blech und dem ersten Blechsegment zumindest der erste Permanentmagnet sowie das Füllmaterial angeordnet, wobei das Füllmaterial das jeweilige Blech und das erste Blechsegment zumindest mittelbar miteinander verbindet sowie den ersten Permanentmagnet räumlich einschließt.

[0010] Das Füllmaterial ist in einem Ausführungsbeispiel im Spalt zwischen dem Blech und dem dazugehörigen ersten Blechsegment angeordnet und bildet so Flussbarrieren. Das Füllmaterial weist magnetische Eigenschaften auf, die insbesondere mit Vakuum vergleichbar sind. Damit bleibt die Funktionalität der Flussbarrieren erhalten. Das Blech und das jeweilige erste Blechsegment berühren sich nicht. Das Füllmaterial wird bei Herstellung der Rotoranordnung als Vergussmaterial verwendet, das in im Wesentlichen flüssigen Zustand in die jeweilige Aufnahmetasche zwischen dem ersten Blechsegment und dem dazugehörigen Blech gegossen wird, nachdem der jeweilige Permanentmagnet räumlich zwischen den Blechen und den Blechsegmenten des Blechpakets eingesetzt und ausgerichtet wurde. Das Füllmaterial ist vorzugsweise ein Kunststoff. Bei vorteilhaften Füllmaterialien ist der thermische Ausdehnungskoeffizient durch Auswahl des Füllstoffs und Wahl des Füllstoffgehalts auf den thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Blechs abgestimmt, sodass bei Erwärmung keine oder nur geringe mechanische Spannungen entstehen.

[0011] In der jeweiligen Aufnahmetasche des Blechpakets sind Permanentmagnete angeordnet und mittels des Füllmaterials eingebettet. Vorzugsweise bilden die Bleche und die wenigstens ersten Blechsegmente des Blechpaketes die Wandung der jeweiligen Aufnahmetasche, wobei in je einer durch eine Vielzahl von Blechen und zumindest ersten Blechsegmenten gebildeten Aufnahmetasche jeweils ein Permanentmagnet angeordnet ist.

[0012] Die elektrische Maschine umfasst die drehbewegliche Rotoranordnung, nachfolgend auch als Rotor bezeichnet, und einen gehäusefesten Stator und kann als Motor oder als Generator betrieben werden. Wenn die elektrische Maschine als Motor betrieben wird, kann eine insbesondere zeitvariable Spannung an den Stator und an die darin befindlichen Wicklungen angelegt werden, um ein räumlich und zeitlich variables Magnetfeld zu erzeugen, das im Rotor wirkt, um ein Drehmoment zu erzeugen und damit eine Drehbewegung zu erzeugen. Wenn die elektrische Maschine als Generator betrieben wird, kann beispielsweise elektrische Energie durch Induktion eines variierenden Magnetfeldes, beispielsweise durch Rotation des Rotors, in einen geschleiften oder gewickelten Leiter des Stators erzeugt werden, um eine Spannung im Leiter zu induzieren.

[0013] Vorzugsweise liegen der Außenumfang des Blechs und ein Außenumfang des ersten Blechsegments auf einer gemeinsamen Kreisbahn. Nach der Herstellung der Rotoranordnung ist die Außenumfangsfläche des Blechpakets im Wesentlichen kreisrund ausgebildet. Denkbar ist aber auch, dass der Außenumfang des Blechs und der Außenumfang des ersten Blechsegments versetzt sind, insbesondere dass der Außenumfang des ersten Blechsegments radial hervorsteht oder radial nach innen versetzt angeordnet ist. Dies kann die akustischen Eigenschaften der Rotoranordnung sowie die Effizienz der elektrischen Maschine beeinflussen, insbesondere verbessern.

[0014] Bevorzugt ist die jeweilige Aussparung am jeweiligen Blech dazu eingerichtet, ein zweites Blechsegment radial aufzunehmen, wobei das zweite Blechsegment räumlich zwischen dem ersten Blechsegment und dem dazugehörigen Blech angeordnet ist. Die zweiten Blechsegmente sind in der bezüglich der Rotationsachse der Rotoranordnung axialen Richtung aneinandergereiht und somit axial fluchtend zueinander positioniert. Das jeweilige zweite Blechsegment berührt weder das Blech noch das erste Blechsegment, wobei in den jeweiligen Zwischenräumen Füllmaterial angeordnet ist.

[0015] In diesem Sinn ist räumlich zwischen dem zweiten Blechsegment und dem ersten Blechsegment die erste Aufnahmetasche zur Aufnahme des ersten Permanentmagneten sowie eines sich zwischen dem jeweiligen ersten Blechsegment, dem zweiten Blechsegment und dem ersten Permanentmagneten erstreckenden Füllmaterials ausgebildet. In radialer Richtung sind somit das Blech, daran radial angrenzend Füllmaterial, daran radial angrenzend das zweite Blechsegment, daran radial angrenzend Füllmaterial und daran radial angrenzend das erste Blechsegment angeordnet.

[0016] Ferner bevorzugt bilden das jeweilige Blech und das dazugehörige zweite Blechsegment eine räumlich dazwischen ausgebildete zweite Aufnahmetasche zur Aufnahme eines zweiten Permanentmagneten sowie eines sich zwischen dem jeweiligen Blech, dem zweiten Blechsegment und dem zweiten Permanentmagneten erstreckenden Füllmaterials. Mit anderen Worten sind die beiden in der jeweiligen Aufnahmetasche angeordneten Permanentmagneten radial betrachtet hintereinander bzw. übereinander angeordnet. Der jeweilige erste Permanentmagnet ist dabei radial außerhalb des jeweiligen zweiten Permanentmagneten angeordnet, wobei räumlich zwischen den beiden Permanentmagneten das zweite Blechsegment angeordnet ist. Vorzugsweise kommt der erste Permanentmagnet radial sowohl am ersten Blechsegment als auch am zweiten Blechsegment zur Anlage. Bevorzugt kommt der zweite Permanentmagnet radial sowohl am Blech als auch am zweiten Blechsegment zur Anlage. Die Aufnahmetaschen zur Aufnahme des jeweiligen Permanentmagneten sind insbesondere derart ausgebildet, dass ein im Querschnitt im Wesentlichen quaderförmig ausgebildeter Permanentmagnet darin aufgenommen werden kann.

[0017] Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass am zweiten Blechsegment wenigstens eine Haltenase zur Bildung einer formschlüssigen Verbindung mit dem Füllmaterial in der ersten Aufnahmetasche und/oder mit dem Füllmaterial in der zweiten Aufnahmetasche angeformt ist. Die formschlüssige Verbindung zwischen den Blechsegmenten und dem Blech wird lediglich durch das im Spalt zwischen dem Blech und dem zweiten Blechsegment sowie im Spalt zwischen dem zweiten Blechsegment und dem ersten Blechsegment angeordnete Füllmaterial und der jeweiligen Haltenase am Blech, am ersten Blechsegment sowie am zweiten Blechsegment gebildet.

[0018] Das Füllmaterial kann mit verschiedenen anderen Materialien angereichert sein, um beispielsweise eine thermische Ausdehnung, Festigkeitseigenschaften oder eine Wärmeleitung zu ändern, insbesondere positiv zu beeinflussen, und/oder um die Füllstoffe kostengünstiger gestalten zu können, beispielsweise durch Einsparung von Kunststoff. Zudem kann das Füllmaterial mit Magnetpartikeln angereichert werden, sodass der vom Füllmaterial gefüllte Bauraum für die magnetische Erregung nutzbar ist.

[0019] Vorzugsweise ist das Füllmaterial ein magnetisches Material oder ein magnetisierbares Material umfasst. Das Füllmaterial umfasst insbesondere ein hartmagnetisches Material. Das Füllmaterial kann zudem weitere Füllstoffe aufweisen, die beispielsweise ein Fließverhalten bei der Herstellung der Rotoranordnung, insbesondere beim Herstellen

des Blechpakets durch Vergießen der Permanentmagnete mit den Blechen und den Blechsegmenten, verbessern. Ferner können Füllstoffe zur Einstellung von magnetischen Eigenschaften in das Füllmaterial eingemischt sein. Diese können im gesamten Füllmaterial gleichmäßig oder nur bereichsweise verteilt sein.

[0020] Nach einem Ausführungsbeispiel ist das Füllmaterial aus einem Kunststoff mit darin wenigstens bereichsweise verteilten Magnetpartikeln ausgebildet. Der Kunststoff ist beispielsweise ein Thermoplast oder Duroplast. Die Verwendung von Thermoplast ermöglicht eine kostengünstig herstellbare Anordnung. Duroplast weist, insbesondere im Vergleich zu Thermoplast, bessere Eigenschaften hinsichtlich Festigkeit und Temperaturfestigkeit und -beständigkeit auf. Zudem lassen sich die Spalte zwischen dem Blech und dem jeweiligen Blechsegment durch ein aus oder mit Duroplast ausgebildetes Füllmaterial enger ausbilden. Die Magnetpartikel sind aus einem magnetischen Material oder aus einem magnetisierbaren Material ausgebildet.

[0021] Die Bleche und Blechsegmente des Blechpakets sind aus dem gleichen Werkstoff oder aus unterschiedlichen Werkstoffen ausgebildet. Indem die Bleche und Blechsegmente aus dem gleichen Werkstoff ausgebildet sind, kann die Herstellung vereinfacht werden, da nur ein einziges Material verwendet wird. Wenn die Bleche aus einem ersten Material oder Werkstoff und die wenigstens ersten Blechsegmente aus einem zweiten Material oder Werkstoff ausgebildet sind, können die einzelnen Bauteile auf jeweils erforderliche Eigenschaften eingestellt werden. Bauteile mit höherer mechanischer Beanspruchung können eine höhere Festigkeit aufweisen. Zudem können einzelne Bauteile oder Segmente andere magnetische Eigenschaften aufweisen als andere. In diesem Sinne weist der Werkstoff der Blechsegmente eine höhere magnetische Sättigungsflussdichte auf als der Werkstoff der Bleche. Zudem weist der Werkstoff der Blechsegmente bevorzugt eine höhere Festigkeit auf als der Werkstoff der Bleche. Dadurch kann die Rotoranordnung anforderungsspezifisch gestaltet und dadurch optimal ausgelegt werden.

[0022] Ferner betrifft die Erfindung eine elektrische Maschine zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Rotoranordnung gemäß der vorher beschriebenen Art. Die elektrische Maschine wird entweder allein oder in Kombination mit einer weiteren elektrischen Maschine oder einer Brennkraftmaschine zum Antrieb des Kraftfahrzeugs verwendet. Beispielsweise ist die elektrische Maschine zum Antrieb einer oder mehrerer Achsen des Kraftfahrzeugs eingerichtet.

[0023] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert, wobei gleiche Elemente mit dem gleichen Bezugszeichen versehen sind. Hierbei zeigt

Fig. 1 eine schematische Perspektivdarstellung einer nur teilweise dargestellten erfindungsgemäßen elektrischen Maschine,

Fig. 2 eine schematische Teilquerschnittsdarstellung einer erfindungsgemäßen Rotoranordnung der elektrischen Maschine gemäß **Fig. 1**,

Fig. 3 eine schematische Teilquerschnittsdarstellung der erfindungsgemäßen Rotoranordnung gemäß einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 eine schematische Teilquerschnittsdarstellung der erfindungsgemäßen Rotoranordnung gemäß einer dritten Ausführungsform, und

Fig. 5 eine schematische Teilquerschnittsdarstellung der erfindungsgemäßen Rotoranordnung gemäß einer vierten Ausführungsform.

[0024] Gemäß **Fig. 1** umfasst eine nur teilweise dargestellte erfindungsgemäße elektrische Maschine 1 einen gehäusefesten Stator 16 und eine drehbeweglichen Rotoranordnung 2, die räumlich innerhalb des Stators 16 angeordnet ist und vorliegend von dem Stator 16 verdeckt, somit nicht sichtbar ist. In **Fig. 1** ist von dem Rotor 2 lediglich eine Rotorwelle 17 und ein Blech 3 eines Blechpakets 5 sichtbar.

[0025] Nach **Fig. 2** bis **Fig. 5** ist nur ein einziges Blech 3 des Blechpakets 5 teilweise dargestellt, wobei das jeweilige Blech 3 mehrere gleichmäßig am Außenumfang 4 verteilte Aussparungen 9 aufweist. Hier ist lediglich eine der Aussparungen 9 abgebildet, die den Aufbau der Rotoranordnung 2 verdeutlichen soll. Die anderen Aussparungen 9 dieses Blechs 3 sind im Wesentlichen identisch ausgebildet, weshalb zur Vereinfachung auf eine entsprechende Darstellung verzichtet wird.

[0026] Der Außenumfang 4 des Blechs ist in Umfangrichtung fluchtend zu einem Außenumfang 8 eines in der Aussparung 9 aufgenommenen ersten Blechsegments 6. Die Außenumfänge 4, 8 liegen also auf einer gemeinsamen Kreisbahn. In der Aussparung 9 ist ferner ein zweites Blechsegment 7 radial aufgenommen, wobei das zweite Blechsegment 7 räumlich zwischen dem ersten Blechsegment 6 und dem Blech 3 angeordnet ist. Das zweite Blechsegment 7 ist im Querschnitt U-förmig ausgebildet, sodass das zweite Blechsegment 7 sowohl radial als auch in Umfangsrichtung zwischen dem ersten Blechsegment 6 und dem Blech 3 angeordnet ist. Zur Bildung des Blechpakets 5 sind eine Vielzahl von Blechen 3, ersten Blechsegmenten 6 und zweiten Blechsegmenten 7 jeweils axial fluchtend hintereinander angeordnet.

[0027] Das zweite Blechsegment 7 und das erste Blechsegment 6 bilden räumlich dazwischen eine erste Aufnahmetasche 12 aus, die zur Aufnahme eines ersten Permanentmagneten 10 ausgebildet ist. Der Zwischenraum bzw. Spalt zwischen dem ersten Permanentmagneten 10 und den beiden Blechsegmenten 6, 7 ist durch ein Füllmaterial 11 ausgefüllt, welches aus einem Kunststoff mit darin wenigstens bereichsweise verteilten Magnetpartikeln ausgebildet ist. Mithin ist das Füllmaterial 11 teilweise aus einem magnetischen Material ausgebildet. Der Kunststoff des Füllmaterials 11 ist beispielsweise ein Thermoplast und dient als Flussbarriere mit für den Betrieb der elektrischen Maschine 1 vorteilhaften magnetischen Eigenschaften.

[0028] Das zweite Blechsegment 7 und das Blech 3 bilden räumlich dazwischen eine zweite Aufnahmetasche 13 aus, die zur Aufnahme eines zweiten Permanentmagneten 14 ausgebildet ist. Der Zwischenraum bzw. Spalt zwischen dem zweiten Permanentmagneten 14, dem Blech 4 und dem zweiten Blechsegment 7 ist durch ein identisches Füllmaterial 11 ausgefüllt wie die erste Aufnahmetasche 12.

[0029] Das Füllmaterial 11 wird zur Bildung des Blechpakets 5 und nach Einlegen und Positionieren der Permanentmagnete 10, 14 räumlich zwischen die Bleche 3 und die zweiten Blechsegmente 7 sowie zwischen die zweiten Blechsegmente 7 und die ersten Blechsegmente 6 gegossen, wobei die Permanentmagnete 10, 14 in entsprechenden Aufnahmetaschen 12, 13 aufgenommen sind. Nach Aushärten des Füllmaterials 11 entsteht eine formschlüssige Verbindung zwischen den einzelnen Bauteilen bzw. Segmenten 3, 6, 7 der einzelnen Lagen des Blechpakets 5. Ein Blech 3, ein erstes Blechsegment 6 und ein zweites Blechsegment 7 bilden eine solche Lage des Blechpakets 5. Alle Lagen des Blechpakets 5 sind identisch ausgebildet, sodass die Aufnahmetaschen 12, 13 axial fluchtend und im Wesentlichen identisch ausgebildet sind.

[0030] Am Blech 3, am ersten Blechsegment 6 sowie am zweiten Blechsegment 7 sind jeweils Haltenasen 15 zur Bildung der formschlüssigen Verbindung vorgesehen. Mittels der Haltenasen 15 am Blech 3 wird eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Blech 3 und dem Füllmaterial 11 in der zweiten Aufnahmetasche 13 gebildet. Mittels der dem Blech 3 zugewandten Haltenasen 15 am zweiten Blechsegment 7 wird eine formschlüssige Verbindung zwischen dem zweiten Blechsegment 7 und dem Füllmaterial 11 in der zweiten Aufnahmetasche 13 gebildet. Mittels der dem ersten Blechsegment 6 zugewandten Haltenasen 15 am zweiten Blechsegment 7 wird eine formschlüssige Verbindung zwischen dem zweiten Blechsegment 7 und dem Füllmaterial 11 in der ersten Aufnahmetasche 12 gebildet. Mittels der dem zweiten Blechsegment 7

zugewandten Haltenasen 15 am ersten Blechsegment 6 wird eine formschlüssige Verbindung zwischen dem ersten Blechsegment 6 und dem Füllmaterial 11 in der ersten Aufnahmetasche 12 gebildet. Die Anordnung und Ausbildung der Haltenasen 15 sind in **Fig. 2** bis **Fig. 5** gezeigt und nachfolgend beschrieben. Die Gestaltungsformen haben gemeinsam, dass in radialer Richtung ein Hinterschnitt an den Grenzlinien zwischen dem Blech bzw. dem jeweiligen Blechsegment und dem Füllmaterial entsteht, sodass eine formschlüssige Verbindung zur Aufnahme von Zentrifugalkräften realisiert wird. Die Ausführungsbeispiele stellen dabei unterschiedliche Gestaltungsmöglichkeiten der Haltenasen 15 dar, die notwendig sind, um im Zusammenwirken mit dem ausgehärteten Füllmaterial 11 einen Formschluss herzustellen.

[0031] Nach **Fig. 2** weist das Blech 3 zwei Haltenasen auf, und zwar je eine Haltenase 15 in Umfangsrichtung am Übergang zwischen der jeweiligen Aussparung 9 und dem Außenumfang 4 des Blechs 3. Das zweite Blechsegment 7 weist auf einer dem Blech 3 zugewandten Seite und einer dem ersten Blechsegment 6 zugewandten Seite je zwei Haltenasen auf. Die dem Blech 3 zugewandten Haltnasen 15 sind am Übergang zwischen einem tangentialen Abschnitt 18a des zweiten Blechsegments 7 und einem jeweiligen radialen Abschnitt 18b, 18c des zweiten Blechsegments 7 angeformt und sind in tangentialer Richtung ausgerichtet. Die dem ersten Blechsegment 6 zugewandten Haltenasen 15 sind am Außenumfang 19 des zweiten Blechsegments 7 angeformt, wobei der Außenumfang 19 des zweiten Blechsegments 7 zusammen mit dem Außenumfang 4 des Blechs 3 und dem Außenumfang 8 des ersten Blechsegments 6 auf einer gemeinsamen Kreisbahn liegt. Die beiden Haltenasen 15 des ersten Blechsegments 5 sind in Umfangsrichtung an den Enden eines Innenmantels 20 des ersten Blechsegments 6 angeformt und in Umfangsrichtung ausgerichtet.

[0032] In **Fig. 3** bis **Fig. 5** wird zur Vereinfachung auf die Darstellung des Füllmaterials 11 und der Permanentmagneten 10, 14 verzichtet. Es sollen primär die Ausbildung und Anordnung der Haltenasen 15 verdeutlicht werden.

[0033] **Fig. 3** unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 2** dahingehend, dass das Blech 3 insgesamt sechs Haltenasen 15 aufweist, je drei an einer sich radial erstreckenden Seite der Aussparung 9. Das erste Blechsegment 6 weist ebenfalls an den beiden sich radialen erstreckenden Seiten jeweils drei Haltenasen 15 auf. An jedem radialen Abschnitt 18b, 18c des zweiten Blechsegments 7 sind jeweils drei Haltenasen 15 an einer dem Blech 3 zugewandten sowie an einer dem ersten Blechsegment 6 zugewandten Seite angeordnet.

[0034] Im Gegensatz zu den in **Fig. 2** gezeigten und sich im Bereich des jeweiligen Außenumfangs 4, 19 in Umfangsrichtung erstreckenden Haltenasen 15 sind die in **Fig. 4** dargestellten Haltenasen 15 radial nach innen versetzt angeordnet. Zudem sind die Haltenasen 15 in **Fig. 4** im Vergleich zu **Fig. 2** größer dimensioniert. Dadurch können höhere Flieh- bzw. Zentrifugalkräfte aufgenommen werden.

[0035] In dem in **Fig. 5** gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Haltenasen 15 hakenförmig ausgeformt. Die Haltenasen 15 sind derart ausgebildet, dass sich zwischen dem Blech 3 und dem Füllmaterial, zwischen dem ersten Blechsegment 6 und dem Füllmaterial 11 sowie zwischen dem zweiten Blechsegment 7 und dem Füllmaterial 11 im Vergleich zu den vorherigen Ausführungsbeispielen vergleichsweise große Hinterschnitte 21 bilden. Am Blech 3 sind die Haltenasen 15 derart ausgebildet, dass sich die Hinterschnitte 21 in den Ecken der Aussparung 9 bilden. Am radial außerhalb davon angeordneten zweiten Blechsegment 7 sind die dem Blech 3 zugewandten Haltenasen 15 am Übergang zwischen dem tangentialen Abschnitt 18a und dem jeweiligen radialen Abschnitt 18b, 18c, also an den Ecken des zweiten Blechsegments 7, angeformt. Die dem ersten Blechsegment 6 zugewandten Haltenasen 15 sind derart ausgeformt, dass der jeweilige Hinterschnitt 21 am Übergang zwischen dem tangentialen Abschnitt 18a und dem jeweiligen radialen Abschnitt 18b, 18c, also an den Ecken des zweiten Blechsegments 7, liegt. Am ersten Blechsegment 6 sind die Haltenasen 15 am Außenumfang 8 sowie an den Ecken des ersten Blechsegments 6 angeformt, und zwar derart, dass sich am Außenumfang 8 zwei Vertiefungen ergeben, die den Hinterschnitt 21 zur Realisierung der formschlüssigen Verbindung zwischen dem ersten Blechsegment 6 und dem Füllmaterial 11 der ersten Aufnahmetasche 12 bilden.

[0036] Vorliegend sind die Bleche 3 und die Blechsegmente 6, 7 des Blechpakets 5 aus unterschiedlichen Werkstoffen ausgebildet. Das erste und zweite Blechsegment 6, 7 sind magnetisch höher beansprucht als das Blech 3, sodass die Segmente 6, 7 aus einem höherwertigen Material hergestellt sind, die vorliegend eine höhere magnetische Sättigungsdichte und eine höhere Festigkeit aufweisen. Dadurch kann das mittels der elektrischen Maschine erzeugbare Drehmoment vergrößert werden. Das Blech 3 ist in diesem Zusammenhang weniger beansprucht und kann daher einfacher gestaltet werden, wodurch die elektrische Maschine 1 kostengünstiger herstellbar ist.

Bezugszeichenliste

- | | |
|---|----------------------|
| 1 | Elektrische Maschine |
| 2 | Rotoranordnung |

3	Blech
4	Außenumfang des Blechs
5	Blechkpaket
6	Erstes Blechsegment
7	Zweites Blechsegment
8	Außenumfang des ersten Blechsegments
9	Aussparung
10	Erster Permanentmagnet
11	Füllmaterial
12	Erste Aufnahmetasche
13	Zweite Aufnahmetasche
14	Zweiter Permanentmagnet
15	Haltenase
16	Stator
17	Rotorwelle
18a	Tangentialer Abschnitt des zweiten Blechsegments
18b	Erster radialer Abschnitt des zweiten Blechsegments
18c	Zweiter radialer Abschnitt des zweiten Blechsegments
19	Außenumfang des zweiten Blechsegments
20	Innenmantel des ersten Blechsegments
21	Hinterschnitt

Patentansprüche

1. Rotoranordnung (2) für eine elektrische Maschine (1), umfassend wenigstens ein aus Blechen (3) gestapeltes Blechkpaket (5), wobei an einem Außenumfang (4) des jeweiligen Blechs (3) wenigstens eine Aussparung (9) ausgebildet und dazu eingerichtet ist, zumindest ein erstes Blechsegment (6) radial aufzunehmen, wobei das jeweilige Blech (3) und das dazugehörige erste Blechsegment (6) eine räumlich dazwischen ausgebildete erste Aufnahmetasche (12) zur Aufnahme eines sich zumindest zwischen dem jeweiligen Blech (3) und dem dazugehörigen ersten Blechsegment (6) erstreckenden Füllmaterials (11) bilden, wobei am jeweiligen Blech (3) sowie am zumindest ersten Blechsegment (6) jeweils wenigstens eine Haltenase (15) zur Bildung einer formschlüssigen Verbindung zwischen dem Füllmaterial (11) und dem jeweiligen Blech (3) sowie zwischen dem Füllmaterial (11) und dem ersten Blechsegment (6) angeformt ist.

2. Rotoranordnung (2) nach Anspruch 1, wobei die erste Aufnahmetasche (12) ferner zur Aufnahme eines ersten Permanentmagneten (10) ausgebildet ist, wobei sich das Füllmaterial (11) räumlich zumindest zwischen dem jeweiligen Blech (3), dem dazugehörigen ersten Blechsegment (6) und dem ersten Permanentmagneten (10) erstreckt.

3. Rotoranordnung (2) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die jeweilige Aussparung (9) am jeweiligen Blech (3) dazu eingerichtet ist, ferner ein zweites Blechsegment (7) radial aufzunehmen, wobei das zweite Blechsegment (7) räumlich zwischen dem ersten Blechsegment (6) und dem dazugehörigen Blech (3) angeordnet ist.

4. Rotoranordnung (2) nach Anspruch 3, wobei räumlich zwischen dem zweiten Blechsegment (7) und dem ersten Blechsegment (6) die erste Aufnahmetasche (12) zur Aufnahme des ersten Permanentmagneten (10) sowie eines sich zwischen dem jeweiligen ersten Blechsegment (6), dem zweiten Blechsegment (7) und dem ersten Permanentmagneten (10) erstreckenden Füllmaterials (11) ausgebildet ist.

5. Rotoranordnung (2) nach Anspruch 3 oder 4, wobei das jeweilige Blech (3) und das dazugehörige zweite Blechsegment (7) eine räumlich dazwischen ausgebildete zweite Aufnahmetasche (13) zur Aufnahme eines zweiten Permanentmagneten (14) sowie eines sich zwischen dem jeweiligen Blech (3), dem zweiten Blechsegment (7) und dem zweiten Permanentmagneten (14) erstreckenden Füllmaterials (11) bilden.

6. Rotoranordnung (2) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei ferner am zweiten Blechsegment (7) wenigstens eine Haltenase (15) zur Bildung einer formschlüssigen Verbindung mit dem Füllmaterial (11) in der ersten Aufnahmetasche (12) und/oder mit dem Füllmaterial (11) in der zweiten Aufnahmetasche (13) angeformt ist.

7. Rotoranordnung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Füllmaterial (11) ein magnetisches Material oder ein magnetisierbares Material umfasst.

8. Rotoranordnung (2) nach Anspruch 7, wobei das Füllmaterial (11) aus einem Kunststoff mit darin wenigstens bereichsweise verteilten Magnetpartikeln ausgebildet ist.

9. Rotoranordnung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bleche (3) und Blechsegmente (6, 7) des Blechkpakets (5) aus dem gleichen Werkstoff ausgebildet sind.

10. Rotoranordnung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bleche (3) und Blechsegmente (6, 7) des Blechpakets (5) aus unterschiedlichen Werkstoffen ausgebildet sind.

11. Rotoranordnung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Werkstoff der Blechsegmente (6, 7) eine höhere magnetische Sättigungsflussdichte aufweist als der Werkstoff der Bleche (3).

12. Rotoranordnung (2) nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Werkstoff der Blechsegmente (6, 7) eine höhere Festigkeit aufweist als der Werkstoff der Bleche (3).

13. Rotoranordnung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Außenumfang (4) des Blechs (3) und ein Außenumfang (8) des ersten Blechsegments (6) auf einer gemeinsamen Kreisbahn liegen.

14. Elektrische Maschine (1) zum Antrieb eines Kraftfahrzeugs, umfassend eine Rotoranordnung (2) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

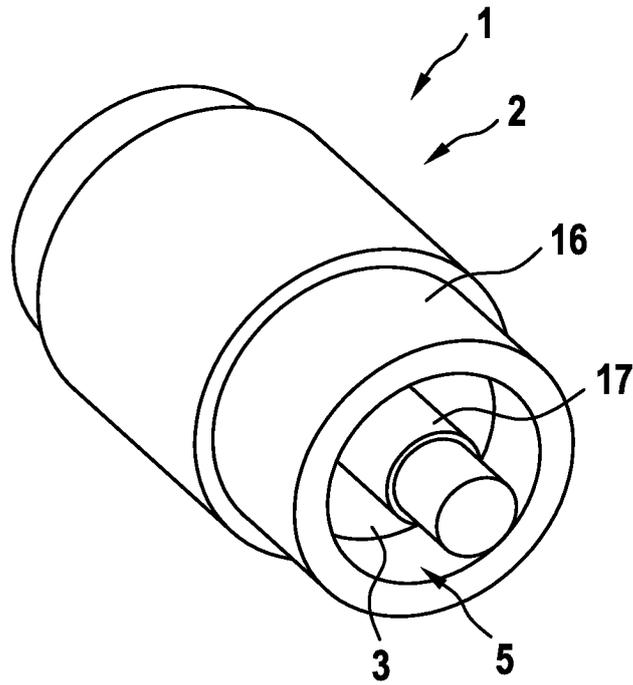


Fig. 1

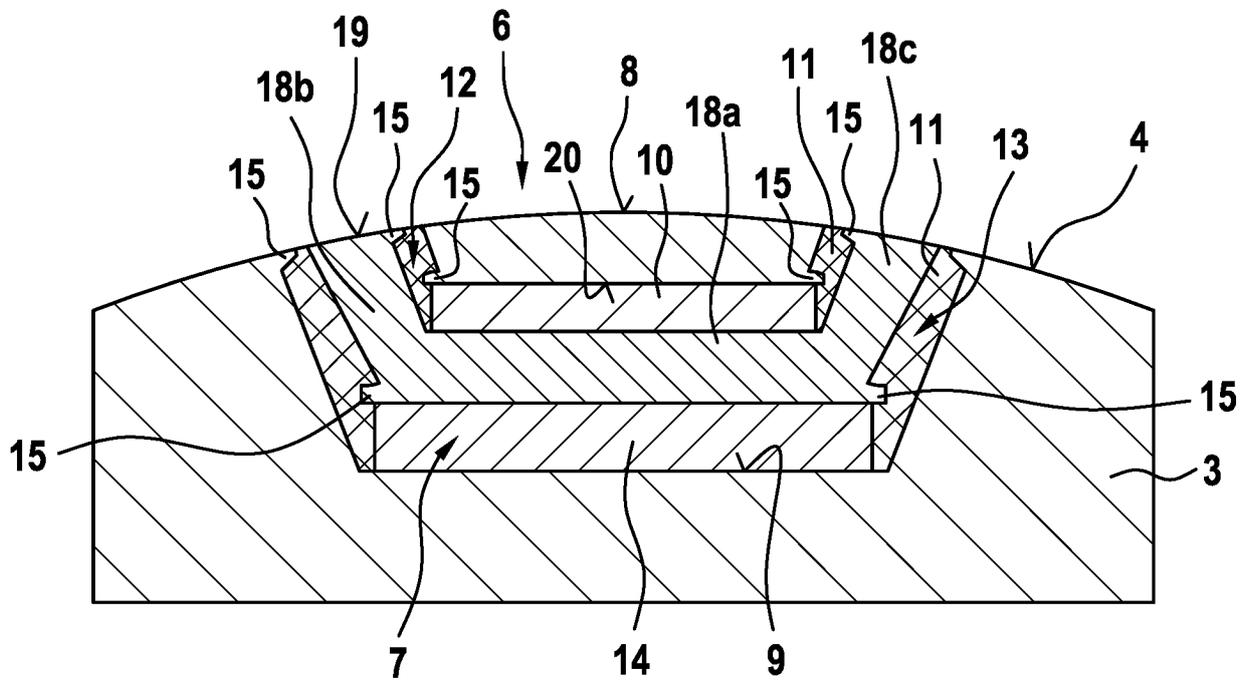


Fig. 2

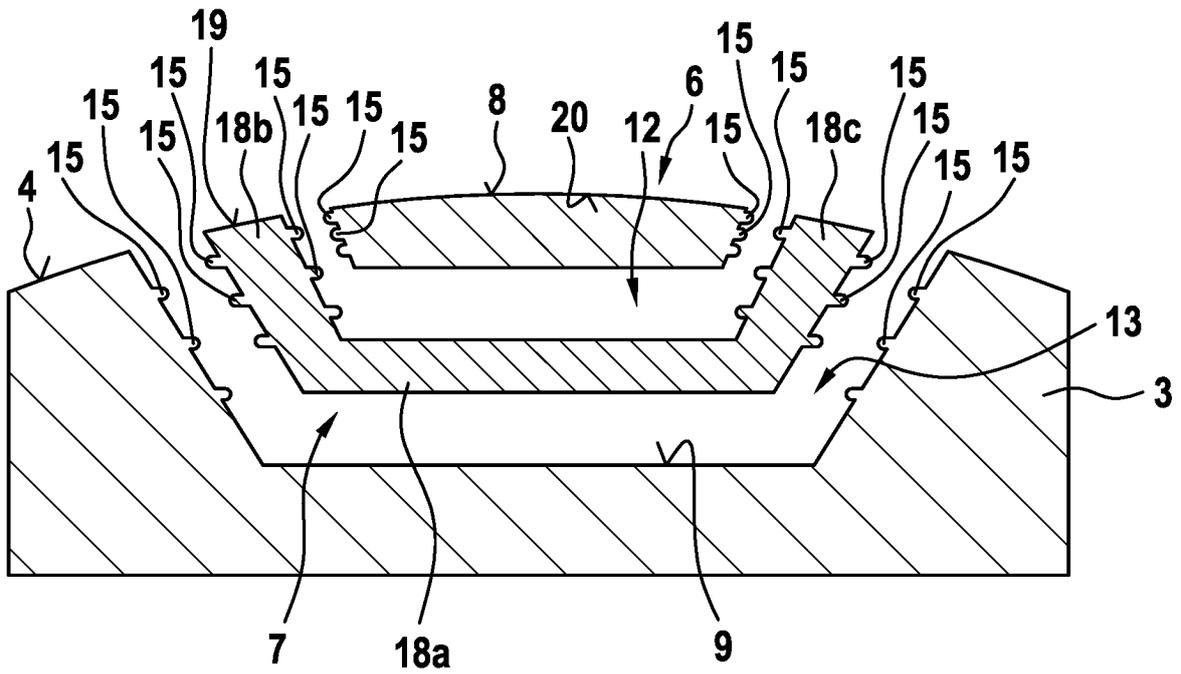


Fig. 3

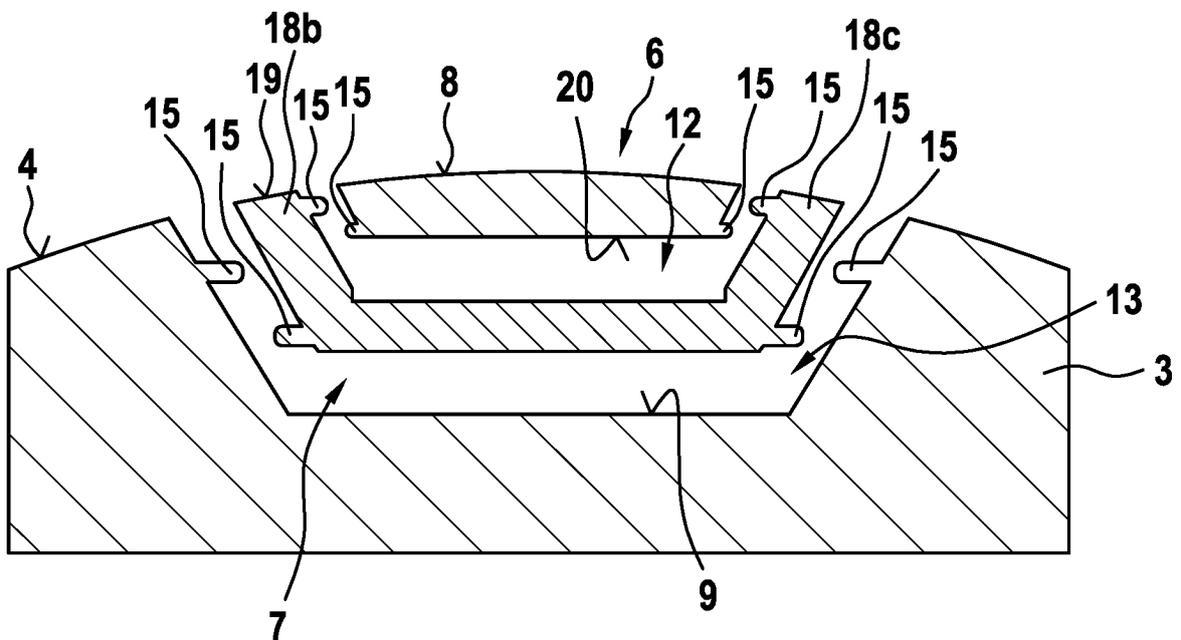


Fig. 4

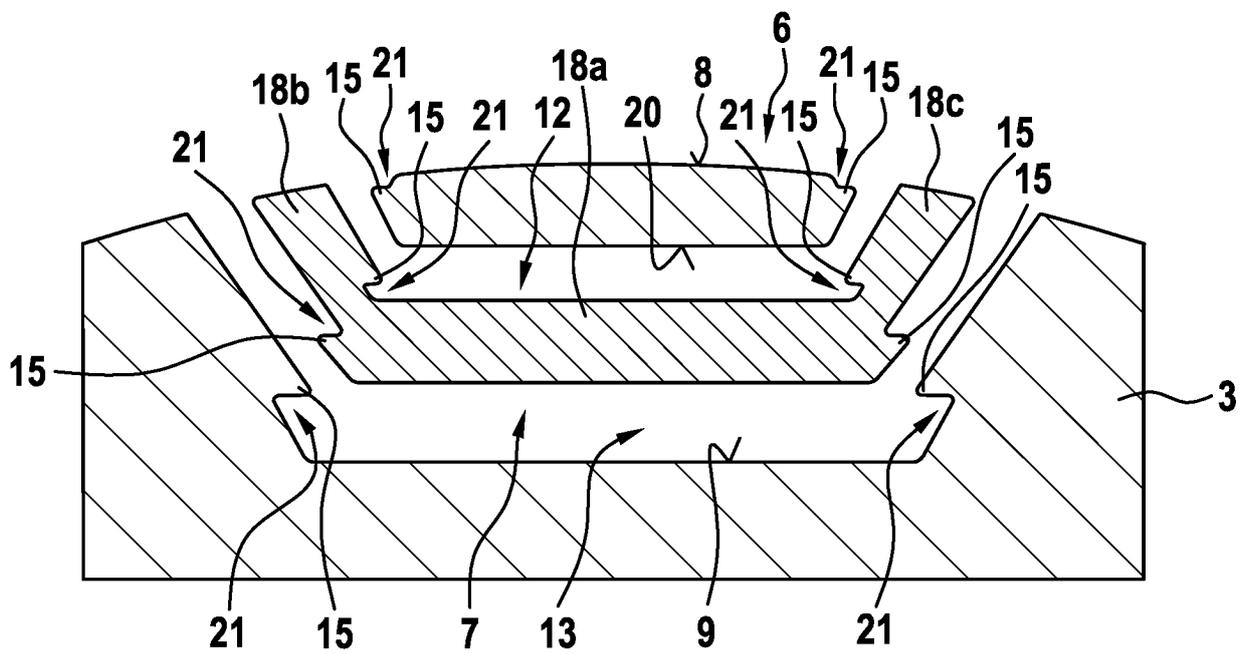


Fig. 5