

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
27. Dezember 2012 (27.12.2012)



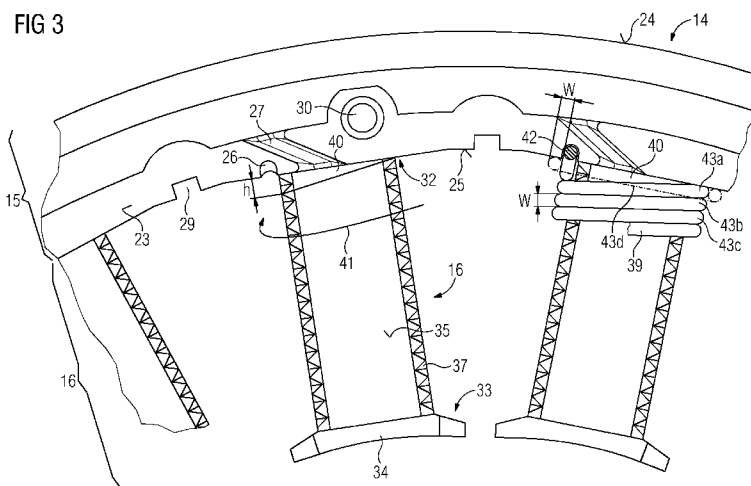
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/175476 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 3/52 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/061665
- (22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juni 2012 (19.06.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 078 025.4 23. Juni 2011 (23.06.2011) 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]; Äuss.-Cramer-Klett-Str. 11, 90489 Nürnberg (DE). **SCHRAMM, Marco** [DE/DE]; Georg-Strobel-Straße 7a, 90489 Nürnberg (DE). **SCHRÖTER, Andreas** [DE/DE]; Neue Pforte 7, 99976 Anrode/Bickenriede (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, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WINDING OVERHANG SUPPORT FOR A STATOR OF AN ELECTRICAL MACHINE

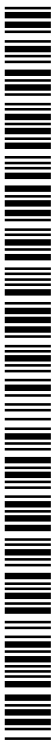
(54) Bezeichnung : WICKELKOPFTRÄGER FÜR EINEN STATOR EINER ELEKTRISCHEN MASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a winding overhang support (14) for a stator of an electrical machine provided for a single-tooth winding. According to the invention, said winding overhang support likewise has teeth (16) that have notches (37) or structures that allow reliable guidance of a winding wire (39). Guiding wedges (40), wire inlet grooves (26), wire outlet grooves (27) and square pin grooves (29) simplify the production and guidance of the winding wire (3) such that the winding wire can be reliably wound on the winding overhang support and the corresponding laminated stator core (not represented), thereby allowing for reliable heat transfer. The guiding elements in the form of notches (37) also allow higher bending radii of the single-tooth winding in the section of the winding overhangs extending around the winding overhead support of the single-tooth winding, thereby advantageously reducing the risk of damages to the winding wire insulation.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2012/175476 A2

Veröffentlicht:

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

Die Erfindung betrifft einen Wickelkopfträger (14) für einen Stator einer elektrischen Maschine, der für eine Zahnspulenwicklung vorgesehen ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass dieser Wickelkopfträger ebenfalls Zähne (16) aufweist, die mit Kerben (37) oder Aufbauten versehen sind, die eine zuverlässige Führung eines Wicklungsdrahtes (39) ermöglichen. Außerdem können Führungskeile (40), Drahteinlaufnuten (26), Drahtauslaufnuten (27) und Formstiftnuten (29) die Herstellung und Führung des Wicklungsdrahtes (39) vereinfachen, so dass vorteilhaft eine zuverlässige Anlage des Wicklungsdrahtes an den Wickelkopfträger sowie das zugehörige Statorblechpaket (nicht dargestellt) erfolgen kann. Hierdurch ist ein zuverlässiger Wärmeübergang gewährleistet. Außerdem können durch die Führungselemente in Form der Kerben (37) auch größere Biegeradien der Zahnspulenwicklung im Bereich der den Wickelkopfträger umlaufenden Wickelköpfe der Zahnspulenwicklung realisiert werden, was das Risiko einer Beschädigung der Wicklungsdrahtisolation vorteilhaft verringert.

Beschreibung

Wickelkopfträger für einen Stator einer elektrischen Maschine

5 Die Erfindung betrifft einen Wickelkopfträger für einen Stator einer elektrischen Maschine, der für eine Zahnspulenwicklung vorgesehen ist.

Elektrische Maschinen (z. B. Motoren oder Generatoren) mit
10 Zahnspulenwicklungen sind beispielsweise aus der DE 10 2006 003 598 A1 bekannt. Zahnspulenwicklungen, auch als Einzahnwicklungen bezeichnet, werden vorzugsweise in Statoren von Synchronmaschinen mit permanentmagnetischer Erregung, elektrischer Erregung oder einer Kombination beider Erregungsarten, sowie in Statoren von synchronen als auch geschalteten Reluktanzmaschinen eingesetzt. Die Zahnspulenwicklungen besitzen im Vergleich zu den verteilten Wicklungen einen verhältnismäßig kleinen Wickelkopf und einen reduzierten Wicklungswiderstand und können mit einer geringeren axialen
15 Baulänge im Vergleich zu Statoren mit verteilten Wicklungen ausgeführt werden.

Die Statorblechpakete für Zahnspulenwicklungen werden so ausgeführt, dass sich im Querschnitt betrachtet Zähne ergeben,
25 um die die Spulen gewickelt werden. Daher rührt auch der Begriff „Zahnspulenwicklung“. Das Blechpaket stellt hierfür rechteckförmige Statorzähne zur Verfügung, wobei die Biegegradienten des Wicklungsdrahtes an den Ecken der Statorzähne sehr klein ausfallen. Hier entsteht daher eine ungünstige thermische Anbindung. Außerdem besteht die Gefahr, dass die Isolierung der Wicklung an den scharfen Kanten des Statorzahn Schaden nimmt. Um diesen Problemen zu begegnen, werden die Wickelköpfe, d. h. die Bereiche der Zahnspulenwicklung, die
30

sich um Enden der Statorzähne winden, durch Wickelkopfträger unterfüttert.

Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, einen Wickelkopfträger für einen Stator einer elektrischen Maschine mit Zahnspulenwicklungen anzugeben, der einen guten thermischen Kontakt der Zahnspulenwicklung zum Stator gewährleistet und die Gefahr einer Verletzung der Wicklungsisolation verringert.

10

Diese Aufgabe wird mit dem eingangs angegebenen Wickelkopfträger erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass dieser aus einem Ringbereich und sich von diesem radial nach innen erstreckenden Zähnen besteht. In der Aufsicht hat dieser damit eine Kontur, die im Wesentlichen dem Querschnitt des Statorblechpaketes entspricht. Weiterhin ist vorgesehen, dass die eine Stirnseite des Wickelkopfträgers als Anlagefläche für den Stator ausgebildet ist, so dass der Wickelkopfträger mit größtmöglichem Kontakt auf die Stirnseite des Statorblechpaketes aufgesetzt werden kann. Erfindungsgemäß weisen die Zähne des Wickelkopfträgers auf der der Anlagefläche abgewandten Seite eine Stützfläche für den Wickelkopf der Zahnspulenwicklung auf, wobei die Stützflächen jeweils mit mindestens einer radial nach innen verlaufenden Führungsstruktur für den Wicklungsdraht der Zahnspulenwicklung ausgestattet sind, welche aus Führungselementen besteht, die im Abstand der Wickelbreite w des Wicklungsdrahtes auf der Stützfläche angeordnet sind.

30

Durch die Führungselemente wird vorteilhaft die Erzeugung der Wicklung auf den durch den Wickelkopfträger ergänzten Zahn des Statorblechpaketes vereinfacht. die durch die Führungselemente erzeugte Führungsstruktur kann dabei die Aufgabe

übernehmen, den Wicklungsdraht auf der Stützfläche parallel zu führen und/oder bevorzugt an Kanten der Stützfläche umzulenken. Natürlich ist es besonders vorteilhaft, wenn auf beiden Stirnflächen des Statorblechpaketes ein Wickelkopfträger
5 vorgesehen wird. Die Führungselemente ermöglichen ein zuverlässiges Wickeln der Wicklung mit dem Wicklungsdraht, wobei dieser durch die Führungselemente zuverlässig in parallelen, aneinander anliegenden Windungen der ersten Wickellage auf dem Statorzahn erzeugt werden kann. Hierdurch wird ein zuverlässiges Anliegen der ersten Lage auf dem Wickelkopfträger
10 sowie dem Zahn des Statorblechpaketes erreicht, wodurch ein Wärmeübergang während des Betriebs der elektrischen Maschine optimiert wird. Außerdem verringert die Verwendung eines Wickelkopfträgers auch das Risiko, dass der Wicklungsdraht an den scharfkantigen Ecken des Statorzahns verletzt wird, weil
15 diese durch den Wickelkopfträger abgedeckt werden. Im Bereich des Wickelkopfs entsteht durch den Wickelkopfträger somit eine neue Unterlage, die selbst aus einem elektrisch isolierenden Material wie Kunststoff gefertigt sein kann. Dieser muss selbstverständlich den herrschenden Betriebstemperaturen der elektrischen Maschine gewachsen sein. Die Zähne des Wickelkopfträgers können auf der Seite der Stützfläche auch abgerundet sein, so dass hier größere Wickelradien realisiert werden können, als auf dem nackten Statorblechpaket.

25

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Führungselemente aus Kerben in einer radial nach innen laufenden Kante in der Stützfläche bestehen. Radial nach innen laufend im Zusammenhang mit der Erfindung
30 bedeutet, dass die Kante entlang der Längsausdehnung des Zahns verläuft, der ja auch auf der radialen Innenfläche des Ringbereiches radial nach innen weisend angebracht ist. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die Kante unterhalb aller

diese kreuzenden Windungen der ersten Wickellage verläuft. Wenn in dieser Kante Kerben als Führungselemente vorgesehen werden, so werden beim Wickeln die Wicklungsdrähte in die Kerben hineingezogen, wobei diese gleichzeitig gewährleisten,
5 dass der Wickelradius über die besagte Kante hinweg vergrößert wird und so die bereits erwähnte Verbesserung der Wicklungseigenschaften erreicht wird.

Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen,
10 hen, dass die Führungselemente aus Aufsätzen bestehen, die von der Stützfläche abragen. Dies bedeutet, dass die Führungselemente überall auf der Stützfläche des Zahns aufgebracht werden können, wobei das Abragen bewirkt, dass die Führungselemente sich in die Zwischenräume der Windungen der
15 ersten Wickellage hineindrücken und diese somit in radialer Richtung des Wickelkopfträgers eindeutig positionieren.

Werden die Führungselemente als Kerben ausgeführt, so können diese in Form von Rillen, V-Nuten und anderen geometrischen
20 Formen ausgebildet sein. Werden die Führungselemente als Aufsätze ausgeführt, so können diese beispielsweise aus Pyramiden mit quadratischer Grundfläche, V-förmigen Erhebungen mit dem Aussehen von Satteldächern eines Hauses oder U-förmigen Einschnitten in einem Grat bestehen. Alternativ kann die
25 Struktur an der Kante des Wickelkopfträgers auch ausschließlich die Funktion der definierten Drahtumlenkung erfüllen. Falls dies der Fall ist, wird von einer Umlenkstruktur gesprochen.

30 Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform des Wickelkopfträgers wird erhalten, wenn angrenzend an die Zahnfüße der Zähne in der Innenseite des Ringbereiches jeweils eine axial verlaufende Drahteinlaufnut vorgesehen ist, die in Wickelrich-

tung gesehen von der der Anlagefläche abgewandten Stirnseite des Ringbereiches in Richtung Anlagefläche führt. Diese Drahtleinlaufnut hat somit eine tunnelartige Öffnung in der der Anlagefläche abgewandten Stirnfläche des Ringbereiches. Durch diese tunnelartige Öffnung kann der Drahtleinlauf in das Innere Wicklung verlaufen, wo er in die erste Windung der ersten Wicklung übergeht. Dabei wird durch den außerhalb des Zahns liegenden Wicklungseinlauf in Form einer Nut der Verlauf der ersten Windung der ersten Wickellage nicht gestört. In Richtung der Anlagefläche kann die Drahtleinlaufnut in der radialen Innenfläche des Ringbereiches auslaufen oder direkt bis in die Anlagefläche hineinführen, wo ebenfalls eine tunnelartige Öffnung entsteht.

Weiterhin kann vorteilhaft vorgesehen werden, dass entlang der Stützfläche an den Zahnfüßen jeweils ein sich von der Innenseite des Ringbereiches erhebender Führungskeil für das Ende der ersten Windung der Zahnspulenwicklung vorgesehen ist, der in Wickelrichtung gesehen am Anfang der Stützfläche mit einer Höhe von 0 beginnt und am Ende der Stützfläche eine Höhe h entsprechend der Wickelbreite w des Wicklungsdrahtes aufweist. Der Führungskeil hat die Aufgabe, das Ende der ersten Windung zuverlässig auf das zweite Führungselement des Zahns zu führen, so dass die zweite Windung der ersten Lage an der ersten, bereits gewickelten Windung entlang geführt werden kann. Die weiteren Windungen werden jeweils von der vorhergehenden Windung geführt. Außerdem erzeugt der Führungskeil vorteilhaft eine zuverlässige Unterlage für die letzte Windung der zweiten Wickellage, so dass auch hier eine zuverlässige Wärmeübertragung gewährleistet bleibt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Führungskeile eine Breite b entsprechend der Wickelhöhe des Wicklungsdrahtes

aufweisen. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass die Wickelhöhe des Wicklungsdrahtes nicht unbedingt gleich der Wickelbreite des Wicklungsdrahtes sein muss. Es sind bei Zahnpulen Wicklungen auch Wicklungsdrähte mit rechteckigen Querschnitten gebräuchlich, die eine hohe Wicklungsdichte erlauben, wobei die entsprechende Wickelhöhe des Wicklungsdrahtes vorteilhaft durch die Breite b der Führungskeile berücksichtigt werden kann.

10 Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Führungskeile als gesonderte Bauteile ausgeführt sind, welche mit dem Wickelkopfträger kraftschlüssig, stoffschlüssig oder formschlüssig verbunden sind. Genauso kann vorteilhaft vorgesehen werden, dass die Führungsstrukturen als gesonderte Bauteile ausgeführt
15 sind, welche mit dem Wickelkopfträger kraftschlüssig, stoffschlüssig oder formschlüssig verbunden sind. Dies ermöglicht vorteilhaft, dass die Führungskeile und die Führungsstrukturen am Wickelkopfträger ausgewechselt werden können. Es ist vorteilhaft möglich, einen standardisierten Wickelkopfträger
20 zu verwenden, welcher je nach zu verwendendem Wicklungsdraht mit unterschiedlichen Führungskeilen und Führungsstrukturen ausgestattet werden kann, welche jeweils an den verwendeten Wicklungsdraht optimal angepasst sind. Hierdurch kann ein Baukastensystem für den Wickelkopfträger erzeugt werden, wobei die Führungskeile und Führungsstrukturen vergleichsweise
25 geringe Abmessungen haben, so dass hierfür der Aufwand für Werkzeugbau (beispielsweise Gusswerkzeuge) vergleichsweise gering ausfällt. Auch können diese Strukturen beispielsweise mit additiven Fertigungsverfahren hergestellt werden, da dies bei Bauteilen mit geringem Volumen vergleichsweise kosten-
30 günstig möglich ist. Der Wickelkopfträger selbst stellt ein vergleichsweise großes Bauteil dar, für das nur eine Form zur Verfügung gestellt werden muss. Zu bemerken ist allerdings,

dass der Wickelkopfträger unabhängig von den verwendeten Führungskeilen und Führungsstrukturen spezifisch auf eine bestimmte Geometrie des Statorblechpaketes angepasst sein muss.

5 Ein weiterer Vorteil von als gesonderte Bauteile ausgeführten Führungskeilen ist, dass diese bei einer Verwendung des Wickelkopfträgers an beiden Stirnseiten des Statorblechpaketes nur an einer der Stirnseiten nötig ist, nämlich an derjenigen Stirnseite, welche das Ende der ersten Windung der ersten Wickellage aufweist. Auf der anderen Seite würde der Führungskeil im Gegenteil sogar eine störungsfreie Wicklung des Wicklungsdrahtes verhindern. Bei Wickelkopfträgern, die fest angeformte Führungskeile aufweisen, muss der Führungskeil, wenn
10 Gleichteile für beide Stirnseiten des Statorblechpaketes verwendet werden sollen, auf der einen Seite entfernt werden. Dies kann beispielsweise durch Fräsen geschehen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass in der der Anlagefläche abgekehrten Stirnfläche des Ringbereiches Ablagenuten für das Ende des Wicklungsdrahtes
20 vorgesehen sind, die den Ringbereich schräg-radial durchlaufen, wobei der Verlauf der Ablagenuten aus der radialen Richtung zur Wickelrichtung hin geneigt ist. Die Ablagenuten haben den Zweck, dass nach fertig gestellter Wicklung das Ende
25 des Wicklungsdrahtes zuverlässig in dem Wickelkopfträger gehalten werden kann. Vorteilhaft ist die Ablagenut bezüglich des Querschnitts des Wicklungsdrahtes mit Untermaß versehen, so dass dieser in die Ablagenut eingepresst werden muss und in dieser fixiert bleibt. Die Presspassung sollte allerdings
30 so ausgeführt sein, dass sich der Wicklungsdraht aus der Ablagenut von Hand wieder herauslösen lässt, so bald der Wicklungsdraht zur Verkabelung der Zahnspulenwicklung genutzt wird. Die Ablagenut kann, um eine universelle Verwendbarkeit

des Wickelkopfträgers zu gewährleisten, nach einer gießtechnischen Herstellung des Wickelkopfträgers beispielsweise durch Fräsen nachträglich eingefügt werden. Hierbei entsteht nur ein geringer Mehraufwand für die Fertigung, da die Nut
5 hinsichtlich ihrer Geometrie und ihres Verlaufes einfach zu fertigen ist. Alternativ kann auch eine Nut vorgesehen werden, die einen leicht keilförmigen Verlauf aufweist, so dass der Wicklungsdraht durch Hineinführen in die Nut festgeklemmt wird. Eine solche Nut kann auch bereits gießtechnisch gleichzeitig mit der Fertigung des Wickelkopfträgers hergestellt
10 werden.

Eine besondere Ausgestaltung des Wickelkopfträgers wird erhalten, wenn in der Mitte zwischen benachbarten Zähnen in der
15 Innenseite des Ringbereiches axial verlaufende Formstiftnuten vorgesehen sind, die einen Durchführungsraum für ein bei einem automatischen Wickelverfahren (z. B. Nadelwicklung) verwendeten Formstift schaffen. Diese Formstiftnuten erleichtern die Herstellung der Zahnspulenwicklung, wenn diese direkt auf
20 dem Zahn gewickelt wird. Hierbei ist zu bemerken, dass beim automatisierten Wickeln der Zahnspulenwicklung mittels Formstift die letzten Windungen der Zahnspulenwicklung unter recht beengten Verhältnissen erfolgen müssen, da sich die beiden benachbarten Zahnspulenwicklungen dann bereits recht
25 nahe sind. Durch die Formstiftnut entsteht in diesem Zeitpunkt des Wickelverfahrens ein zusätzlicher Raum, der nicht von Wicklungsdraht ausgefüllt werden muss und so die Durchführung des Formstifts erleichtert.

30 Zuletzt kann vorteilhaft vorgesehen werden, dass der Wickelkopfträger aus mehreren Kreissegmenten aufgebaut ist. Gerade bei größeren elektrischen Maschinen hat dies den Vorteil, dass der Wickelkopf leichter transportiert und hergestellt

werden kann. Die Kreissegmente werden an geeigneten Passflächen zusammengeführt, wobei zusätzliche Zentrier- und Positionierhilfen vorgesehen werden können.

5 Auch kann vorteilhaft vorgesehen werden, dass in den Ringnutten Verschaltungsringe vorgesehen sind, die elektrisch leitend mit der jeweiligen Verkabelung verbunden sind. Mit deren Hilfe ist vorteilhaft eine zuverlässige, platzsparende und geometrisch einfache Verschaltung der Wicklungsdrähte möglich.
10 lich. Der Verschaltungsring kann vorzugsweise aus Kupfer oder Aluminium, aber auch aus jedem anderen elektrisch leitfähigen Material gefertigt sein. Bei einer Ausführung mit Verschaltungsringen können die Spulenden (d. h. die Enden der Wicklungsdrähte) vorteilhafterweise in einer Klemmstruktur des
15 Wickelkopfträgers gehalten werden oder es werden Kontaktstifte im Wickelkopfträger ausgeführt. Diese ergeben mit dem Verschaltungsring dann die elektrische Kontaktierung.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand
20 der Zeichnung beschrieben. Gleiche oder sich entsprechende Zeichnungselemente sind in den einzelnen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen und werden nur insoweit mehrfach erläutert wie sich Unterschiede zwischen den einzelnen Figuren ergeben. Es zeigen:

25

Figur 1 schematisch von der Seite ein Ausführungsbeispiel für ein Statorblechpaket, an dessen Stirnseiten Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Wickelkopfträgers verwendet werden und außerdem ein
30 Schaltungsträger auf der Stirnseite eines der beiden Wickelkopfträgers aufgebracht ist,

- Figur 2 perspektivisch ein Ausführungsbeispiel eines Seg-
mentes eines Ausführungsbeispiels des erfindungsge-
mäßigen Wickelkopfträgers,
- 5 Figur 3 ein anderes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemä-
ßen Wickelkopfträgers als Aufsicht (Ausschnitt),
wobei dieser eine mit Figur 2 vergleichbare Geometrie aufweist,
- 10 Figur 4 perspektivisch eine alternative Ausgestaltung der
Zähne eines anderen Ausführungsbeispiels des erfindungsgemä-
ßen Wickelkopfträgers, der ansonsten aber analog zu Figur 2 aufgebaut ist und
- 15 Figur 5 die perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemä-
ßen Wickelkopfträgers,
welcher mit einem Schaltungsträger verbunden ist.

Gemäß Figur 1 ist ein Stator 11 für eine Synchronmaschine
20 dargestellt. Dieser besteht aus einem Statorblechpaket 12,
welche an Stirnseiten 13 jeweils einen Wickelkopfträger 14
aufweist. Die Wickelkopfträger weisen je einen Ringbereich 15
auf, von dessen Innenseite Zähne 16 radial nach innen ragen,
welche jeweils den Wickelkopf 17 von Zahnspulenwicklungen
25 aufnehmen. Die Spulenanschlüsse (d. h. die Enden der Wick-
lungsdrähte) der Zahnspulenwicklung sind durch einen auf die
äußere Stirnseite des einen Wickelkopfträgers 14 aufgesetzten
Schaltungsträger 19 geführt, welcher Ringnuten 20 zur Aufnah-
me und Führung der Verkabelung 18 zur Verfügung stellt, und
30 bilden so eine Verkabelung 18.

Der genaue Aufbau des Wickelkopfträgers 14 kann Figur 2 ent-
nommen werden. Der Außenring 15, der in diesem Ausführungs-

beispiel in Kreissegmente geteilt ist und Positionierhilfen 21 für die Anbringung an das Statorblechpaket 12 aufweist, besteht aus einer der Zeichenebene abgewandten Anlagefläche 22, mit der der Ringbereich mit der die Anlagefläche 22 bildenden Stirnseite auf das Statorblechpaket aufgesetzt werden kann. Die gegenüberliegende Stirnseite 23 kann als Montagefläche für den Schaltungsträger 19 dienen. Weiterhin hat der Ringbereich eine Außenseite 24 und eine Innenseite 25, wobei von der Innenseite 25 die Zähne 16 radial nach innen abragen.

10

In der Stirnseite 23 ist außerdem eine durch eine Drahteinlaufnut 26 gebildete Öffnung zu sehen, wobei die Drahteinlaufnut 26 in der Innenseite 25 verläuft. Weiterhin ist eine Ablagenut 27 zu erkennen, die radial-schräg nach außen gerichtet in der Stirnseite 23 verläuft. Genau in der Teilungsebene 28 der Segmente verläuft eine Formstiftnut 29, die in die Innenseite 25 eingebracht ist, wobei jeweils die Hälfte dieser Formstiftnut jeweils durch die benachbarten, in der Teilungsebene aneinander stoßenden Segmente des Wickelkopftägers gebildet werden. Außerdem ist in der Stirnseite 23 noch ein Rundloch 30 mit Innengewinde vorgesehen, in das eine Schraube zur Befestigung des Schaltungsträgers 19 über korrespondierende Rundlöcher 31 in dem Schaltungsträger (vgl. Figur 5) eingeschraubt werden kann.

25

Der Zahn 16 erstreckt sich von einem Zahnfuß 32 an der Innenseite des Ringbereichs 15 radial nach innen bis zu einem Zahnkopf 33, an dem ein Polschuh 34 als Begrenzung vorgesehen ist. Zwischen der Innenseite 25 und dem Polschuh 34 erstreckt sich eine Stützfläche 35 für die Zahnspulenwicklung. Im Bereich von Kanten (strichpunktiert dargestellt) 36 in der Stützfläche sind Kerben 37 als Führungselemente vorgesehen, welche sich in ihrer Gesamtheit über die gesamte Länge des

30

Zahns radial erstrecken und auf diese Weise eine Führungsstruktur 38 für den Wicklungsdraht ergeben. Der Wicklungsdraht 39 kommt in der angedeuteten Weise in den Kerben zu liegen, weswegen der Biegeradius des Wicklungsdrahtes 39 im Bereich der Kanten 36 vergrößert werden kann.

Der Figur 3 lässt sich entnehmen, wie der Wicklungsdraht 39 um den Zahn 16 gewickelt werden kann. Hier ist der Wickelkopfträger mit einer Geometrie gemäß Figur 2, allerdings als einteilige Variante ohne Segmente, dargestellt. Daher fehlen die Zentrierstifte 21. Zu erkennen ist am Zahnfuß 32 weiterhin ein Führungskeil 40, der bezogen auf die Innenseite 25 in Wickelrichtung 41 des Wicklungsdrahtes 39 gesehen am Anfang der Stützfläche 25 die Höhe 0 und am Ende der Stützfläche die Höhe h aufweist. Die Höhe h entspricht genau der Wickelbreite b des Wicklungsdrahtes. Dieser ist im Ausführungsbeispiel mit einem runden Querschnitt ausgestattet, weswegen seine Wicklungshöhe der Wicklungsbreite b entspricht.

An einem der dargestellten Zähne ist gezeigt, wie der Drahteinlauf 42 in der Drahteinlaufnut liegt. Weiterhin ist das erste Ende der ersten Windung 43a zu erkennen, welche sich an den Führungskeil 40 anschmiegt. Die weiteren Windungen 43b schmiegen sich dann jeweils an die benachbarte Windung an. Strichpunktiert ist außerdem die erste Windung 43d der zweiten Wickellage dargestellt, wobei diese durch den Drahteinlauf 42 wie dargestellt nicht gestört wird.

Gemäß Figur 4 ist die alternative Ausgestaltung eines der Zähne 16 des Wickelkopfträgers 14 dargestellt. Es ist nur der Zahnkopf 33 dargestellt, wobei der Ringbereich 15 entsprechend Figur 2 ausgebildet ist. Der Zahn 16 unterscheidet sich von dem Zahn gemäß Figur 2 dadurch, dass als Führungselemente

Aufsätze 44 verwendet werden, die die Gestalt vergleichbar mit Satteldächern eines Hauses haben. Diese liegen direkt aneinander, so dass sich Führungsrinnen für den Wicklungsdraht ergeben, der in Figur 4 nicht dargestellt ist.

5

Die Aufsätze 44 gemäß Figur 4 sind als Teil der Führungsstruktur 38 ausgeführt, welche als gesondertes Bauteil ausgeführt ist. Die Führungsstruktur kann in eine Aufnahmenut 45 eingeklebt werden, die in der Stützfläche 35 des Zahns eingebracht ist. Weiterhin ist zu erkennen, dass die Stützfläche 35 eine leicht abgerundete Kontur hat, wodurch vorteilhaft besonders große Radien für den Wickelkopf realisiert werden können.

15 Gemäß Figur 5 ist ein Wickelkopfträger 14 dargestellt, der über Abstandhalter 46 mit einem Schaltungsträger 19 verbunden ist. Über die Abstandhalter 46 wird auch ein Zwischenraum zwischen den Stirnseiten des Wickelkopfträgers 14 und des Schaltungsträgers 19 geschaffen, innerhalb dessen die Verka-
20 belung von den auf dem Wickelkopfträger befindlichen Wickelköpfen zu Durchgangslöchern 47 im Nutgrund der Nuten 20a, 20 geführt werden können. Die Wickeldrähte werden durch diese Durchgangslöcher 47 hindurch gesteckt und gelangen auf diesem Wege in die Nuten. Die Nuten selbst dienen zur zuverlässigen
25 und voneinander isolierten Führung der Wicklungsdrähte, welche zu einer Verkabelung zusammengefasst werden können, oder eines Sammelleiters für die Wicklungsdrähte (in Figur 5 nicht näher dargestellt). Die voluminösere Ringnut 20a steht für je einen von der Zahnspulenwicklung ausgehenden Wicklungsdraht
30 pro Zahnspulenwicklung zur Verfügung, so dass deren Zusammenfassung zu einem Sternpunkt erfolgt. Vorzugsweise werden die Drahteinläufe 42 zum Sternpunkt zusammengefasst, wobei die Durchgangslöcher in der verbreiterten Ringnut 20 vorzugsweise

genau in dem Muster der Drahteinlaufnuten angeordnet sind, um
möglichst kurze Verdrahtungswege zwischen den betreffenden
Durchgangslöchern 47 und den Drahteinlaufnuten im Zwischen-
raum zwischen dem Wickelkopfträger 14 und dem Schaltungsträ-
ger 19 zu verwirklichen.

Alternativ (nicht dargestellt) kann an der Position der
Durchgangslöcher 47 auch ein Kontaktstift ausgeführt werden
oder der Wicklungsraht kann in einer Klemmstruktur gehalten
werden. Bei einer Ausführung mit Kontaktstiften werden diese
10 mit ihren Mittelteil im Kunststoff verankert. Die zwei Enden
weisen Kontaktbereiche für die Kontaktierung des Wicklungs-
rahtes und der Kontaktierung im Schaltungsträger 19 auf. Es
können Varianten ausgeführt werden, bei denen die Anschlüsse
15 der Spulen jeweils an der gleichen Stelle ausgeführt werden.
Dazu muss der Schaltungsträger 19 komplexer ausgeführt wer-
den. Bei der hier dargestellten Variante müssen drei Varian-
ten der Wickelkopfträger 14 ausgeführt werden. Der Vorteil
einer Positionierung der Kontakte am Wickelkopfträger 14
20 liegt in der Vereinfachung der Montage, was die höhere Kom-
plexität des Schaltungsträgers aufwiegt.

Die anderen drei Ringnuten dienen zur Verkabelung von drei
Phasen, so dass die nicht dargestellte Synchronmaschine bei
25 dem Schaltungsträger gemäß Figur 5 mit der gebräuchlichen
dreiphasigen Ansteuerung ausgestattet werden kann. Um eine
Verschaltung zu erleichtern, sind die äußeren drei Ringnuten
20 für die jeweiligen Phasen in einem Kreissegment durchbro-
chen, so dass die Nutwände fehlen. Hierdurch entsteht ein
30 Verschaltungsfenster 48, welches eine Verschaltung der jewei-
ligen, einer Phase zugehörigen Wicklungsdrähte erleichtert.

Um eine zuverlässige Fixierung der Wicklungsdrähte oder des Sammelleiters in den betreffenden Nuten 20, 20a zu gewährleisten, sind Bolzen 49 vorgesehen, welche durch seitliche Öffnungen in den Nutwänden gesteckt werden können und damit zu einer Arretierung der in den Nuten befindlichen Wicklungsdrähte beitragen. Hierdurch kann zuverlässig verhindert werden, dass die Wicklungsdrähte aus den Nuten springen und es zu Kurzschlüssen kommen kann. Um eine zuverlässige elektrische Isolierung der Phasen und des Sternpunktes zu gewährleisten, ist der Schaltungsträger aus einem elektrisch isolierenden Material, vorzugsweise Kunststoff, gefertigt.

In Figur 5 nicht dargestellt ist die Möglichkeit, in den Ringnuten 20 Verschaltungsringe vorzusehen, die mit den Enden der durch die Durchgangslöcher 47 hindurchragenden Wicklungsdrähte 18 verlötet oder verschweißt werden können. In diesem Fall kann das Verschaltungsfenster 48 eine geringere Größe aufweisen. Die Bolzen 49 können den Verschaltungsring zuverlässig fixieren und sind vorteilhaft aus einem elektrischen Isolator gefertigt oder mit einem solchen beschichtet.

Die Verschaltungsringe können als massive Ringe oder als Litzeleiter ausgeführt werden. Die Ringe müssen nicht geschlossen sein, sie können eine offene Stelle aufweisen, was die Montage erleichtert. Im Fall eines massiv ausgeführten Verschaltungsringes können auf diesen Ringen auch lösbare Kontaktelemente (z.B. Steckverbinder) direkt befestigt werden, die eine elektrische Kontaktierung mit den Enden des Wicklungsdrahtes oder mit im Wickelkopfträger befestigten Kontaktstiften ermöglicht.

Patentansprüche

1. Wickelkopfträger für einen Stator (11) einer elektrischen Maschine, der für eine Zahnspulenwicklung vorgesehen ist,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass dieser aus einem Ringbereich (15) und sich von diesem radial nach innen erstreckenden Zähnen (16) besteht, wobei die eine Stirnseite des Wickelkopfträgers als Anlagefläche (22) für den Stator (11) ausgebildet ist und die Zähne (16)
10 auf der der Anlagefläche (22) abgewandten Seite eine Stützfläche (35) für den Wickelkopf (17) der Zahnspulenwicklung aufweisen, wobei die Stützflächen (35) jeweils mit mindestens einer radial nach innen verlaufenden Führungsstruktur (38) für den Wicklungsdraht der Zahnspulenwicklung ausgestattet
15 sind, welche aus Führungselementen (37, 44) besteht, die im Abstand der Wickelbreite w des Wicklungsdrahtes auf der Stützfläche (35) angeordnet sind.

2. Wickelkopfträger nach Anspruch 1,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Führungselemente aus Kerben (37) in einer radial nach innen laufenden Kante in der Stützfläche (35) bestehen.

3. Wickelkopfträger nach Anspruch 1,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Führungselemente aus Aufsätzen (44) bestehen, die von der Stützfläche (35) abragen.

4. Wickelkopfträger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass angrenzend an die Zahnfüße (32) der Zähne (16) in der Innenseite des Ringbereiches (15) jeweils eine axial verlaufende Drahteinlaufnut (26) vorgesehen ist, die in Wickelrich-

tung gesehen von der der Anlagefläche (22) abgewandten Stirnfläche des Ringbereiches in Richtung Anlagefläche (22) führt.

5. Wickelkopfträger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass entlang der Stützfläche (35) an den Zahnfüßen (32) jeweils ein sich von der Innenseite des Ringbereiches erhebender Führungskeil (40) für das Ende der ersten Windung der Zahnspulenwicklung vorgesehen ist, der in Wickelrichtung gesehen
10 sehen am Anfang der Stützfläche (35) mit einer Höhe von 0 beginnt und am Ende der Stützfläche (35) eine Höhe h entsprechend der Wickelbreite w des Wicklungsdrahtes aufweist.

6. Wickelkopfträger nach Anspruch 5,
15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Führungskeile (40) eine Breite entsprechend der Wickelhöhe des Wicklungsdrahtes aufweisen.

7. Wickelkopfträger nach einem der Ansprüche 5 oder 6,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Führungskeile (40) als gesonderte Bauteile ausgeführt sind, welche mit dem Wickelkopfträger kraftschlüssig, stoffschlüssig oder formschlüssig verbunden sind.

25 8. Wickelkopfträger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
dass die Führungsstrukturen (38) als gesonderte Bauteile ausgeführt sind, welche mit dem Wickelkopfträger kraftschlüssig, stoffschlüssig oder formschlüssig verbunden sind.

30

9. Wickelkopfträger nach einem der vorangehenden Ansprüche,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass in der der Anlagefläche (22) abgekehrten Stirnfläche des Ringbereiches (15) Ablagenuten (27) für das Ende des Wicklungsdrahtes vorgesehen sind, die den Ringbereich (15) schräg-radial durchlaufen, wobei der Verlauf der Ablagenuten
5 (27) aus der radialen Richtung zur Wickelrichtung hin geneigt ist.

10. Wickelkopfträger nach einem der vorangehenden Ansprüche, da durch gekennzeichnet,
10 dass in der Mitte zwischen benachbarten Zähnen (16) in der Innenseite des Ringbereiches (15) axial verlaufende Formstiftnuten (29) vorgesehen sind, die einen Durchführungsraum für einen bei einem automatischen Wickelverfahren verwendeten Formstift schaffen.

15 11. Wickelkopfträger nach einem der vorangehenden Ansprüche, da durch gekennzeichnet,
dass der Wickelkopfträger aus mehreren Kreissegmenten aufgebaut ist.

20 12. Wickelkopfträger nach einem der vorherigen Ansprüche da durch gekennzeichnet,
dass die Drahtenden der Wicklungsdrähte in Klemmstrukturen gehalten werden.

25 13. Wickelkopfträger nach einem der vorherigen Ansprüche da durch gekennzeichnet,
dass die Drahtenden der Wicklungsdrähte an Kontaktstifte angeschlossen werden, wobei die Kontaktstifte im Kunststoff des
30 Wickelkopfträger (14) verankert sind und dass über die Kontaktstifte oder die eingeklemmten Enden der Wicklungsdrähte die elektrische Kontaktierung zum Schaltungsträger (19) vorgenommen wird.

FIG 1

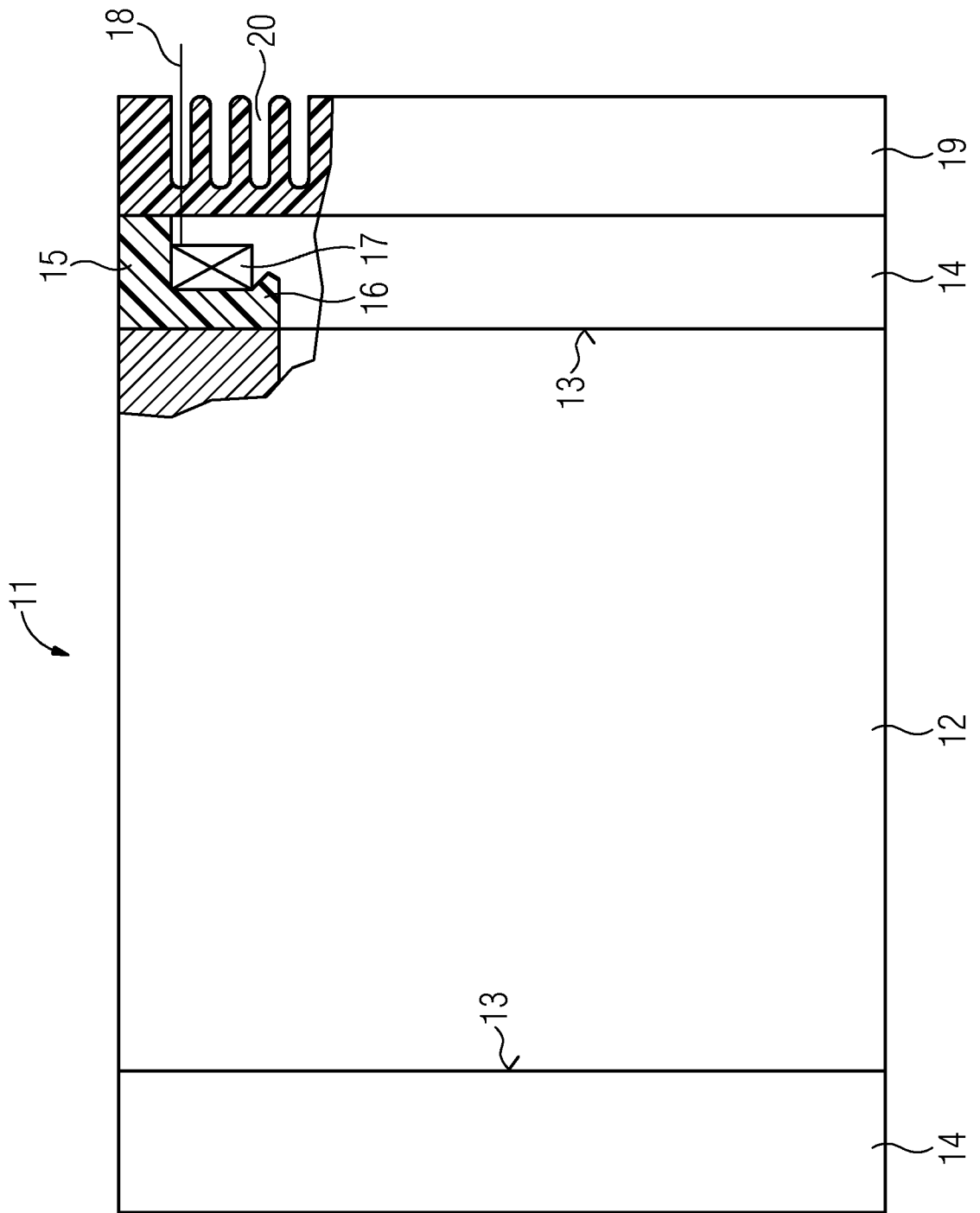


FIG 2

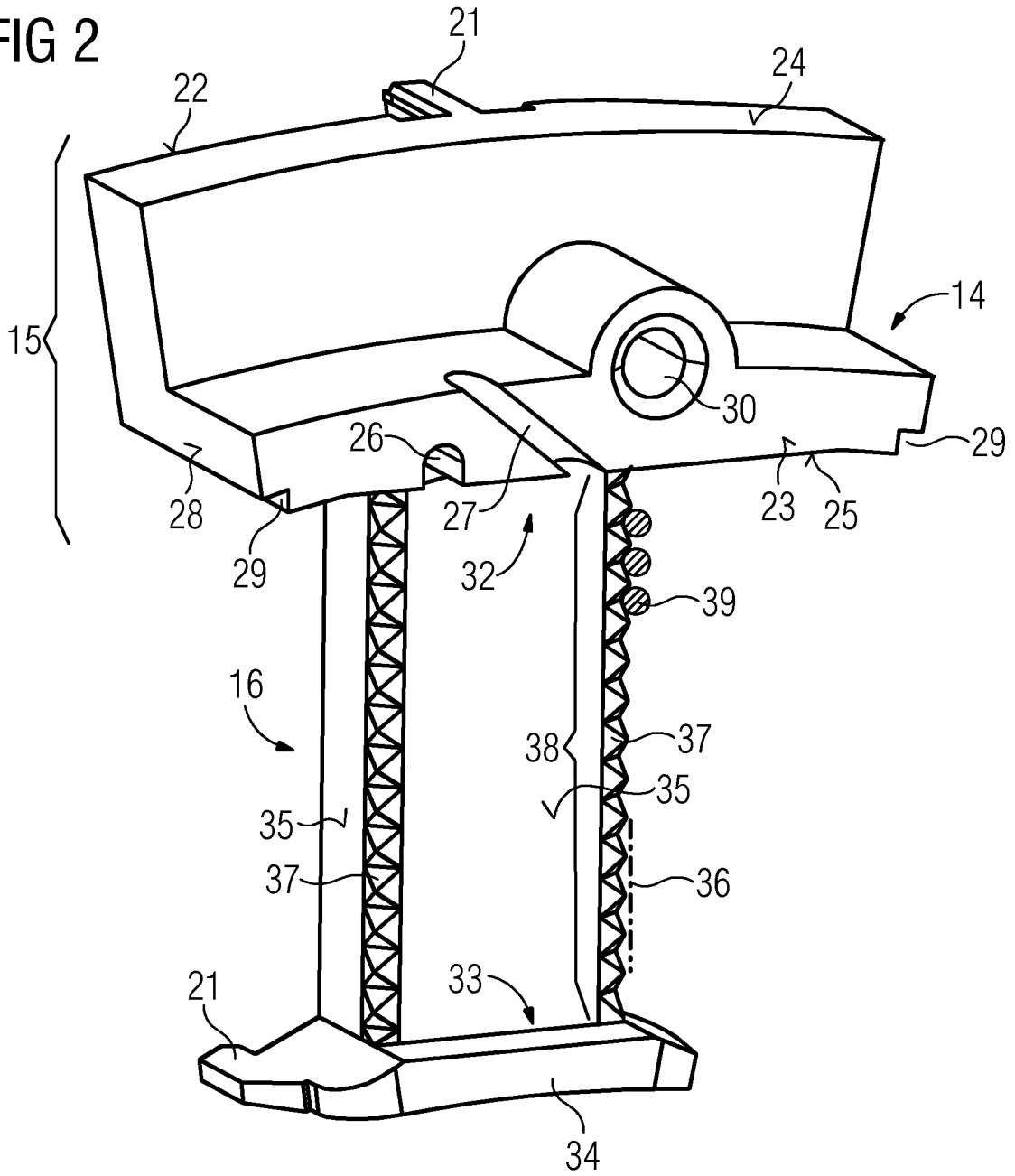
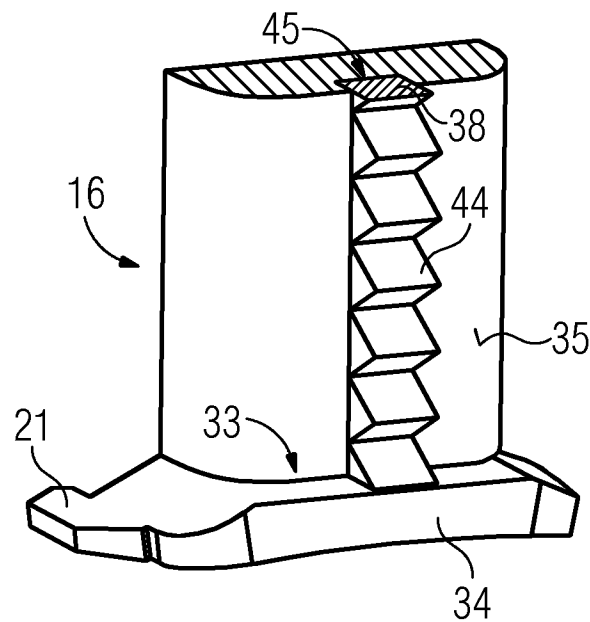


FIG 4



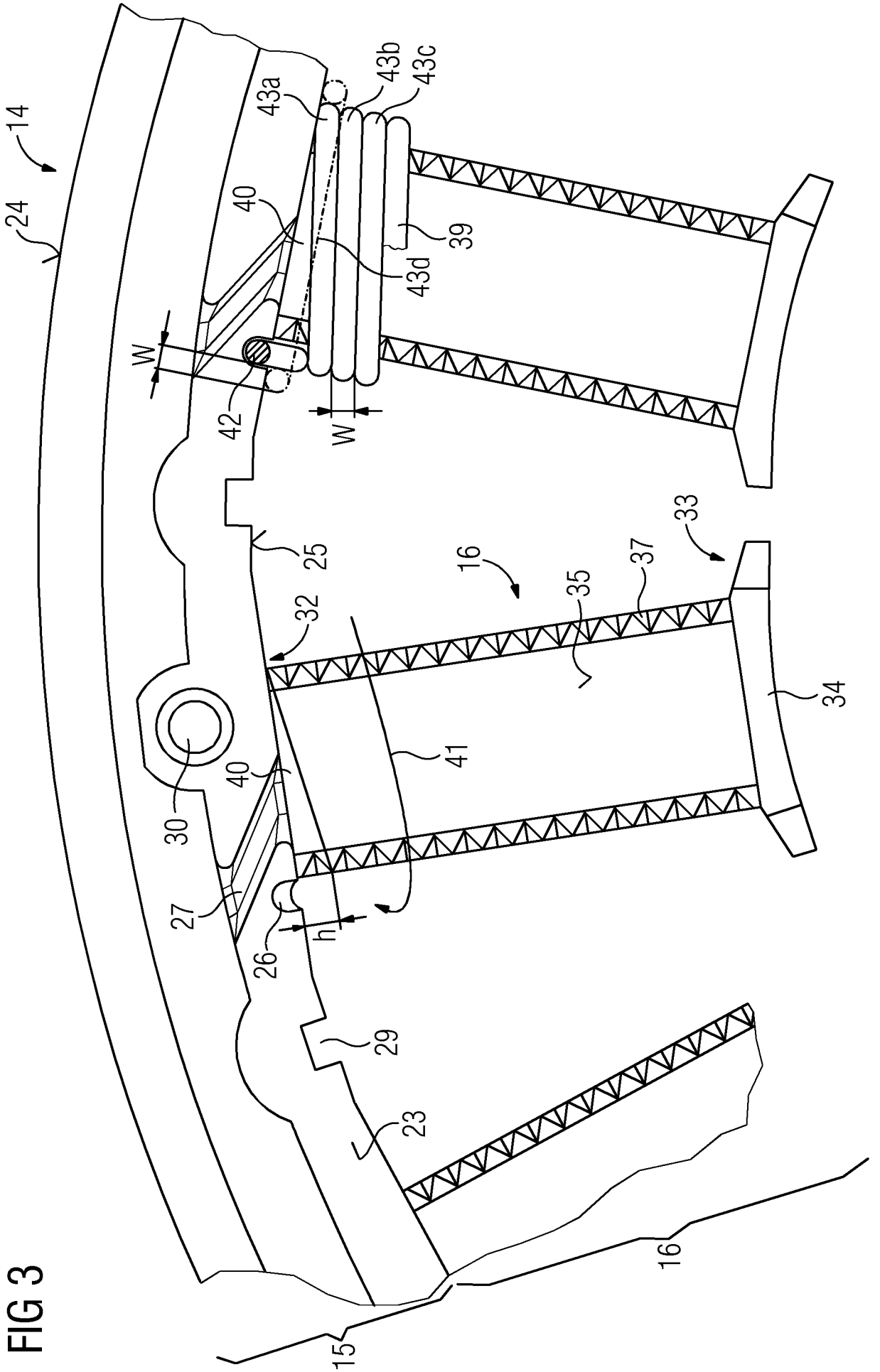


FIG 5

