

(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
14. April 2016 (14.04.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/055199 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 15/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/068640

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. August 2015 (13.08.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102014220469.0 9. Oktober 2014 (09.10.2014) DE
102015204872.1 18. März 2015 (18.03.2015) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **SCHNEIDER, Tobias**; Johannes-Daur-Str. 14,
70825 Korntal-Muenchingen (DE). **SCHUERG, Stefan**;
Engelbergstr. 9, 71636 Ludwigsburg (DE). **ZEADAN,
Jeihad**; Atherstrasse 12, B-4728 Kelmis (BE).

SCHECHTERLE, Jochen; Schoenbuehlstrasse 15, 73773
Aichwald (DE). **LAUE, Harald**; Krummenackerstr. 231,
73733 Esslingen (DE). **KELLETER, Arndt**; Amselstrasse
20, 71729 Erdmannhausen (DE).

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

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: CAGE ROTOR FOR AN ELECTRICAL ASYNCHRONOUS MACHINE WITH TIE RODS STABILIZING A SHORT-CIRCUITING RING

(54) **Bezeichnung** : KÄFIGLÄUFER FÜR EINE ELEKTRISCHE ASYNCHRONMASCHINE MIT EINEN KURZSCHLUSSRING STABILISIERENDEN ZUGANKERN

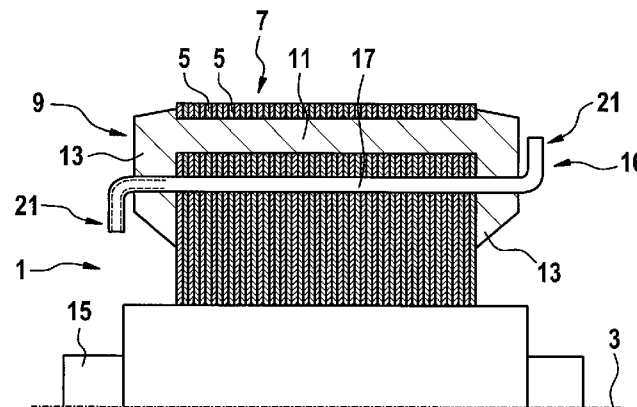


FIG. 5

(57) **Abstract**: The invention relates to a cage rotor (1) for an electrical asynchronous machine, which comprises a disk pack (7) of a plurality of laminate plates (5) stacked side by side in the axial direction as well as a short-circuiting cage (9). The short-circuiting bars (11) of the short-circuiting cage (9) extend in the axial direction through the disk pack (7) and are in each case connected to end faces of the disk pack (7) by a short-circuiting ring (13). The cage rotor is characterized in that tie rods (16) are arranged on the disk pack, which have a higher mechanical strength than the short-circuiting bars (11) and project from the end faces of the disk pack (7) in the axial direction and protrude at least partially into at least one of the short-circuiting rings (13). The tie rods (16) can be, for example, stabilizing bars (17) which extend in the axial direction through the disk pack (7). In this way, the tie rods (16) can stabilize the short-circuiting rings (13), which are typically made of mechanically soft material, against, for example, centrifugal forces occurring at high rotational speeds. If the tie rods (16) are configured as stabilizing bars (17) in the form of hollow pipes, they can additionally serve as cooling channels. Projecting end regions (21) can be suitably bent or shaped to form blades in order to circulate cooling fluid or to convey it through the hollow stabilizing bars (17).

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/055199 A2



SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

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

Es wird ein Käfigläufer (1) für eine elektrische Asynchronmaschine vorgeschlagen, der ein Lamellenpaket (7) aus einer Vielzahl von in Axialrichtung nebeneinander gestapelten Blechlamellen (5) und einen Kurzschlusskäfig (9) aufweist. Die Kurzschlussstäbe (11) des Kurzschlusskäfigs (9) erstrecken sich in Axialrichtung durch das Lamellenpaket (7) und sind jeweils durch einen Kurzschlussring (13) an Stirnflächen des Lamellenpakets (7) miteinander verbunden. Der Käfigläufer zeichnet sich dadurch aus, dass sich an dem Lamellenpaket Zuganker (16) angeordnet sind, welche eine höhere mechanische Festigkeit aufweisen als die Kurzschlussstäbe (11) und welche von den Stirnflächen des Lamellenpakets (7) in Axialrichtung abstehen und zumindest teilweise in zumindest einen der Kurzschlussringe (13) hinein ragen. Die Zuganker (16) können beispielsweise Stabilisierungsstäbe (17) sein, welche sich in Axialrichtung durch das Lamellenpaket (7) erstrecken. Dadurch können die Zuganker (16) die typischerweise aus mechanisch weichem Material bestehenden Kurzschlussringe (13) beispielsweise gegenüber bei hohen Drehzahlen auftretenden Fliehkräften stabilisieren. Wenn die Zuganker (16) als Stabilisierungsstäbe (17) in Form von Hohlröhren ausgebildet sind, können sie ergänzend als Kühlkanäle dienen. Überstehende Endbereiche (21) können geeignet gebogen oder zu Schaufeln verformt sein, um Kühlfluid umzuwälzen oder durch die hohlen Stabilisierungsstäbe (17) zu fördern.

5 Beschreibung

Titel

10 Käfigläufer für eine elektrische Asynchronmaschine mit einen Kurzschlussring
stabilisierenden Zugankern

Gebiet der Erfindung

15 Die Erfindung betrifft einen Käfigläufer für eine elektrische Asynchronmaschine.

Hintergrund der Erfindung

20 Elektrische Maschinen werden für vielfältige Zwecke eingesetzt, insbesondere als
Antriebe und/oder Generatoren in Kraftfahrzeugen wie beispielsweise Elektro- oder
Hybridfahrzeugen. Hierbei haben sich Asynchronmaschinen als vorteilhaft erwiesen,
unter anderem da bei ihnen auf teure Permanentmagnete verzichtet werden kann.

Bei einer Asynchronmaschine wird meist in einem Rotor, der relativ zu einem Stator
drehbar gelagert ist, ein sogenannter Kurzschlusskäfig vorgesehen. Der Rotor der
25 Asynchronmaschine wird daher auch als Käfigläufer oder Kurzschlussläufer
bezeichnet. Der Kurzschlusskäfig weist längliche Kurzschlussstäbe auf, die im
Allgemeinen parallel oder leicht schräg zu einer Rotationsachse, d.h. in Axialrichtung
verlaufend angeordnet sind. Die Kurzschlussstäbe sind in einem Rotorgrundkörper
gehalten. Der Rotorgrundkörper ist meist als Lamellenpaket aus einer Vielzahl
30 geeignet in Form gestanzter und axial nebeneinander gestapelter Blechlamellen
ausgebildet. Die Kurzschlussstäbe sind in freigestanzte Ausnehmungen oder Nuten in
dem Lamellenpaket eingelegt. An ihren Enden sind die Kurzschlussstäbe durch
Kurzschlussringe, welche an beiden stirnseitigen Enden des Rotorgrundkörpers
angeordnet sind, elektrisch miteinander verbunden.

35

Ein Beispiel eines Kurzschlussläufers einer Asynchronmaschine wird in DE 195 42 962 C1 beschrieben.

5 Während des Betriebs der elektrischen Maschine werden in dem Kurzschlusskäfig aufgrund variierender Magnetfelder starke Ströme induziert. Um Widerstandsverluste gering zu halten, besteht der Kurzschlusskäfig im Allgemeinen aus einem Material mit hoher elektrischer Leitfähigkeit. Beispielsweise wird Kupfer, Aluminium oder eine Legierung mit diesen Stoffen verwendet.

10 Allerdings weisen diese Materialien meist eine verhältnismäßig geringe mechanische Festigkeit auf. Wenn der Rotor auf hohe Drehzahlen beschleunigt wird, neigen die Komponenten des Kurzschlusskäfigs, insbesondere die freiliegenden Kurzschlussringe, dazu, sich aufgrund von Fliehkräften zu verformen. Eine Verringerung der Festigkeit der Komponenten, wie sie bei den im Betrieb häufig
15 vorkommenden hohen Temperaturen auftreten kann, kann Deformationstendenzen noch verstärken.

Um Deformationen der Kurzschlussringe zu vermeiden, werden diese herkömmlich durch von außen umgreifende Bandagen gestützt. Ein Bandagieren des Rotors bzw.
20 der Kurzschlussringe kann jedoch einen aufwändigen Arbeitsprozess erfordern und somit Kosten und Komplexität der Asynchronmaschine erhöhen.

Offenbarung der Erfindung

25 Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können in vorteilhafter Weise ermöglichen, Kurzschlussringe eines Käfigläufers mit geringem Montage- und Kostenaufwand zu stabilisieren. Außerdem können verbesserte Funktionalitäten wie z.B. eine verbesserte Kühlung, eine vereinfachte Wuchtbarkeit, etc. erreicht werden.

30 Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird ein Käfigläufer für eine elektrische Asynchronmaschine vorgeschlagen, welcher ein Lamellenpaket aus einer Vielzahl von in Axialrichtung nebeneinander gestapelten Blechlamellen und einen Kurzschlusskäfig aufweist. Die Kurzschlussstäbe des Kurzschlusskäfigs erstrecken sich in Axialrichtung durch das Lamellenpaket und sind jeweils durch einen
35 Kurzschlussring an Stirnflächen des Lamellenpakets miteinander verbunden. Der

Käfigläufer zeichnet sich dadurch aus, dass an dem Lamellenpaket Zuganker angeordnet sind, welche eine höhere mechanische Festigkeit aufweisen als die Kurzschlussstäbe und welche von den Stirnflächen des Lamellenpakets in Axialrichtung abstehen und zumindest teilweise in zumindest einen der Kurschlussringe hinein ragen.

Ideen zu Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können unter anderem als auf den nachfolgend beschriebenen Gedanken und Erkenntnissen beruhend angesehen werden.

Um die mechanisch wenig stabilen Kurzschlussringe des Kurzschlusskäfigs gegen radiale Deformation beispielsweise aufgrund bei hohen Drehzahlen auftretender starker Fliehkräfte abzustützen, wird vorgeschlagen, auf nachträglich anzubringende Bandagen zu verzichten und stattdessen Zuganker vorzusehen, welche beispielsweise längs durch ein als Rotorgrundkörper wirkendes Lamellenpaket hindurchreichen und welche über Stirnflächen des Lamellenpaket derart überstehen, dass sie zumindest teilweise in einen oder vorzugsweise in beide der angrenzenden Kurzschlussringe hinein ragen. Die Zuganker verbinden somit die Kurzschlussringe mechanisch mit dem Rotorgrundkörper. Da die Zuganker eine höhere mechanische Festigkeit aufweisen als die Kurzschlussstäbe und der Kurzschlussring, können sie dabei nicht nur gegebenenfalls eine Torsionssteifigkeit des Lamellenpakets erhöhen, sondern auch den Kurzschlussring bzw. die Kurzschlussringe stabilisieren.

Unter einer „höheren mechanischen Festigkeit“ der Zuganker im Vergleich zu den Kurzschlussringen soll in diesem Zusammenhang verstanden werden, dass sich die Zuganker bei mechanischer Belastung, insbesondere bei in Radialrichtung des Käfigläufers wirkender mechanischer Belastung, weniger deformieren als die Kurzschlussringe. Insbesondere sollte der Werkstoff der Zuganker generell einen höheren E-Modul haben als der Werkstoff des Kurzschlussrings.

Unter der „Axialrichtung“ soll in diesem Zusammenhang eine Richtung längs durch den Käfigläufer, d.h. im Wesentlichen parallel oder leicht schräg zu einer Rotationsachse des Käfigläufers, verstanden werden.

Die Zuganker können aus einem mechanisch stabileren Material bestehen als die Kurzschlussringe. Mit anderen Worten können die Zuganker ihre im Vergleich zu den Kurzschlussstäben höhere mechanische Festigkeit aufgrund von Festigkeitseigenschaften des für die Zuganker verwendeten Materials erhalten.

5 Alternativ oder ergänzend kann die höhere mechanische Festigkeit auch ein Resultat einer geeignet gewählten geometrischen Ausbildung der Zuganker sein. Beispielsweise können als Hohlröhren ausgebildete Zuganker eine hohe mechanische Festigkeit bezüglich Knickbelastungen aufweisen.

10 Die Zuganker können aus einem dichteren und somit schwereren Material bestehen als die Kurzschlussringe. Anders ausgedrückt kann eine Dichte eines für die Zuganker verwendeten Materials höher sein als diejenige eines für die Kurzschlussringe verwendeten Materials. Beispielsweise können die Kurzschlussringe aus leichtem Aluminium bzw. Aluminiumlegierungen gebildet sein, wohingegen die Zuganker aus
15 schweren Metallen oder Metalllegierungen gebildet sein können. Dies kann insbesondere dann vorteilhaft sein, wenn die Zuganker, wie weiter unter angegeben, zum Wuchten des Käfigläufers eingesetzt werden.

Die Zuganker können aus einem magnetisch nicht leitfähigen Material bestehen. Dies
20 kann vorteilhaft oder notwendig sein, um magnetische Kurz- oder Nebenschlüsse innerhalb des Rotors zu vermeiden.

Beispielsweise können die Zuganker aus Stahl, insbesondere aus Edelstahl, bestehen. Stahl geeigneter Legierung kann zugleich nicht magnetisch leitfähig und ausreichend
25 mechanisch stabil sein.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform erstrecken sich die Zuganker zumindest bis an eine stirnseitige Oberfläche eines Kurzschlussrings. Mit anderen Worten reichen die Zuganker nicht nur geringfügig bis in einen Kurzschlussring hinein, sondern sind
30 derart lang bemessen, dass sie sich axial durch den Kurzschlussring hindurch erstrecken, sodass sie sich bis an eine dem Lamellenpaket entgegengesetzte Oberfläche des Kurzschlussrings erstrecken.

Die Zuganker können dabei beispielsweise bündig mit der entgegengesetzten
35 Oberfläche des Kurzschlussrings abschließen. An dieser Oberfläche liegen die

Zuganker frei und können somit von außen her bearbeitet werden. Insbesondere können die Zuganker z.B. teilweise abgetragen werden, um den Käfigläufer subtraktiv zu wuchten. Insbesondere in einer solchen Ausgestaltung kann es vorteilhaft sein, die Zuganker aus einem verhältnismäßig dichten Material auszubilden, da in diesem Fall
5 zum Wuchten nur wenig Material abgetragen werden braucht.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform sind die Zuganker durch Stabilisierungsstäbe gebildet sind, die sich in Axialrichtung durch das Lamellenpaket erstrecken. Die Stabilisierungsstäbe können dabei in dem Bereich, in dem sie sich
10 vollständig durch das Lamellenpaket erstrecken, das Lamellenpaket z.B. gegen Torsion oder ein Verwinden stabilisieren, und ferner können sich die Stabilisierungsstäbe in dem Bereich, in dem sie sich axial über Stirnflächen des Lamellenpakets hinaus erstrecken, in die dortigen Kurzschlussringe hinein erstrecken und diese stabilisieren.
15

Insbesondere können die Stabilisierungsstäbe als Hohlröhren ausgebildet sein. Mit anderen Worten können die Stabilisierungsstäbe durchgehend hohl ausgebildet sein. Durch die Stabilisierungsstäbe hindurch kann dann somit beispielsweise ein Kühlfluid wie Luft, Wasser oder Öl längs durch den Käfigläufer geströmt werden und diesen
20 daher während des Betriebs effizient kühlen. Die Stabilisierungsstäbe sollten hierbei bezüglich ihres Innen- und Außendurchmessers geeignet dimensioniert sein, um einerseits eine ausreichende mechanische Festigkeit zu gewährleisten und um andererseits einen geringen Strömungswiderstand für durchströmendes Kühlfluid zu ermöglichen.
25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Zuganker mit Abragebereichen über eine stirnseitige Oberfläche eines Kurzschlussrings hinaus ragen. Anders ausgedrückt verlaufen die Zuganker in diesem Fall vom Lamellenpaket kommend durch einen oder beide Kurzschlussringe komplett hindurch und ragen an dessen bzw.
30 deren entgegengesetzten Seiten über dortige Stirnflächen hinaus ab. Die überstehenden Abragebereiche der Zuganker sind somit leicht zugänglich und können einfach von außen her bearbeitet werden. Beispielsweise kann Material zum subtraktiven Wuchten abgetragen werden.

Besonders vorteilhaft kann hierbei sein, an den über die Stirnflächen überstehenden Abtragebereichen der Zuganker Kühlfluid-fördernde Schaufeln auszubilden. Rotoren von Asynchronmaschinen können während des Betriebs aufgrund von Verlustwärme hohe Temperaturen erreichen, sodass es vorteilhaft oder notwendig sein kann, sie zu kühlen. Hierzu können Teile des Rotors mit einem Kühlfluid, beispielsweise einem Gas wie z.B. Luft oder einer Flüssigkeit wie z.B. Öl oder Wasser, umspült werden. Bewegte Schaufeln können dazu dienen, das Kühlfluid umzuwälzen. Axial überstehende Teile des Zuganker können hierzu derart geeignet umgeformt und/oder gebogen werden, dass sie als Schaufeln wirken, während sie mit dem Rotor zusammen in eine drehende Bewegung versetzt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform können Endbereiche der Zuganker derart gekrümmt sein, dass sie sich quer zur Axialrichtung erstrecken. Anders ausgedrückt kann ein zentraler Bereich der Zuganker linear ausgebildet sein und sich im Wesentlichen parallel oder leicht schräg zur Längsachse des Käfigläufers erstrecken, wohingegen Endbereiche gebogen oder abgekröpft ausgestaltet sind und sich somit quer zur Axialrichtung bzw. quer zum Zentralbereich des jeweiligen Stabilisierungsstabes erstrecken.

Dabei kann beispielsweise ein Endbereich nach innen, d.h. hin zur Rotationsachse des Käfigläufers gebogen sein und ein entgegengesetzt angeordneter Endbereich kann nach außen, d.h. weg von der Rotationsachse gebogen sein.

Aufgrund der gebogenen Endbereiche können während einer Rotation des Käfigläufers geeignete Druckverhältnisse innerhalb eines den Käfigläufer umgebenden Fluids bewirkt werden, sodass dieses umgewälzt und vorzugsweise durch die hohl ausgebildeten Zuganker hindurch geleitet wird. Auch in diesem Fall kann es wiederum vorteilhaft sein, zumindest Teile der Endbereiche der Zuganker mit geeigneten Geometrien in Form von Kühlfluid-fördernde Schaufeln auszubilden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform können die Zuganker als Bolzen, Stifte und/oder Schrauben ausgebildet sein, welche in Löcher, vorzugsweise Sacklöcher, an den Stirnflächen des Lamellenpakets eingreifen. Anders ausgedrückt können in Endbereichen des Lamellenpakets mehrere in Axialrichtung verlaufende Löcher vorgesehen sein, in welche Zuganker beispielsweise in Form von Bolzen, Stiften oder

Schrauben kraft-, form- oder stoffschlüssig eingreifend befestigt werden können. Die Löcher in dem Lamellenpaket können beispielsweise durch geeignetes Stanzen der einzelnen Blechlamellen oder durch ein nachträgliches Einbohren erzeugt werden. Die Zuganker können beispielsweise eingeschraubt oder eingepresst werden.

5

Eine Anzahl von über einen Umfang des Lamellenpakets verteilten Zugankern kann prinzipiell beliebig sein. Es kann jedoch vorteilhaft sein, zur Vermeidung von elektromagnetischen Kopplungen die Anzahl von Zugankern möglichst teilerfremd zu einer Polzahl der elektrischen Maschine zu wählen.

10

Es wird darauf hingewiesen, dass einige der möglichen Merkmale und Vorteile der Erfindung hierin mit Bezug auf unterschiedliche Ausführungsformen beschrieben sind. Ein Fachmann erkennt, dass die Merkmale in geeigneter Weise kombiniert, angepasst oder ausgetauscht werden können, um zu weiteren Ausführungsformen der Erfindung zu gelangen.

15

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, wobei weder die Zeichnungen noch die Beschreibung als die Erfindung einschränkend auszulegen sind.

20

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht auf einen Käfigläufer gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

25

Fig. 2 zeigt eine teilweise Querschnittsansicht durch einen Käfigläufer einer Asynchronmaschine mit in einen Kurzschlussring ragenden Stabilisierungsstäben gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

30

Fig. 3 zeigt eine teilweise Querschnittsansicht durch einen Käfigläufer einer Asynchronmaschine mit außenbündig durch einen Kurzschlussring verlaufenden Stabilisierungsstäben gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Fig. 4 zeigt eine teilweise Querschnittsansicht durch einen Käfigläufer einer Asynchronmaschine mit über einen Kurzschlussring hinaus abragenden Stabilisierungsstäben gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

- 5 Fig. 5 zeigt eine teilweise Querschnittsansicht durch einen Käfigläufer einer Asynchronmaschine mit in Endbereichen gebogenen Stabilisierungsstäben gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

- 10 Fig. 6 zeigt eine teilweise Querschnittsansicht durch einen Käfigläufer einer Asynchronmaschine mit als Stifte ausgebildeten Zugankern gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

- 15 Fig. 7 zeigt eine teilweise Querschnittsansicht durch einen Käfigläufer einer Asynchronmaschine mit als Schrauben ausgebildeten Zugankern gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht maßstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in den Figuren gleiche oder gleichwirkende Merkmale.

- 20 Ausführungsformen der Erfindung

- Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht auf einen Käfigläufer 1 einer Asynchronmaschine. Mehrere Blechlamellen 5 sind axial nebeneinander zu einem Lamellenpaket 7 gestapelt. Jede einzelne Blechlamelle 5 wurde zuvor durch Freistanzen in eine geeignete Form gebracht. Dabei wurden nahe einem Außenumfang eine Vielzahl von Ausnehmungen 6 oder Nuten freigestanzt, durch die später Kurzschlussstäbe 11 eines Kurzschlusskäfigs 9 verlaufen können. Weitere Ausnehmungen 8 können als Kühlkanäle und/oder zur Aufnahme von Zugankern 16, insbesondere Stabilisierungsstäben 17, dienen. Zentral ist eine große Ausnehmung 10 vorgesehen, durch die hindurch eine Welle angeordnet werden kann.
- 25
30

Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht durch eine obere Hälfte eines Käfigläufers 1 einer Asynchronmaschine, der innerhalb eines Stators um eine Achse 3 rotieren kann.

Eine Vielzahl von axial nebeneinander gestapelten Blechlamellen 5 bildet ein Lamellenpaket 7. Jede Blechlamelle 5 erstreckt sich in einer Ebene orthogonal zur Achse 3, d.h. in radialer Richtung. Jede Blechlamelle weist eine Dicke von beispielsweise 0,3 bis 0,4mm auf und wurde zuvor in eine geeignete Form gestanzt.

5 Dabei wurden unter anderem die Ausnehmungen 6 bzw. Nuten eingebracht, durch die beim fertig montierten Käfigläufer Kurzschlussstäbe 11 eines Kurzschlusskäfigs 9 verlaufen sollen. Das Lamellenpaket 7 ist auf eine Welle 15 gepresst, welche sich axial durch die zentrale Ausnehmung 10 der Blechlamellen 5 erstreckt.

10 Durch jede der Ausnehmungen 8 hindurch ist jeweils ein Zuganker 16 in Form eines Stabilisierungsstabs 17 angeordnet. Die Ausnehmungen 8 bzw. die Stabilisierungsstäbe 17 sind vorzugsweise radial zwischen den Ausnehmungen 6 bzw. Nuten für die Kurzschlussstäbe 11 und der zentralen Ausnehmung 10 für die Welle 15 angeordnet. Dabei kann es vorteilhaft sein, die Ausnehmungen 8 bzw. die

15 Stabilisierungsstäbe 17 radial möglichst weit außen, d.h. nahe den Ausnehmungen 6 bzw. Nuten für die Kurzschlussstäbe 11, zu positionieren.

Der Stabilisierungsstab 17 besteht dabei aus einem magnetisch nicht leitfähigen Material wie z.B. Edelstahl und weist aufgrund seiner Materialeigenschaften und/oder

20 seiner Geometrie eine hohe mechanische Festigkeit auf.

Eine Länge der Stabilisierungsstäbe 17 ist größer als eine axiale Länge des Lamellenpakets 7. Enden 18 der Stabilisierungsstäbe 17 ragen dabei axial über die jeweils äußersten Blechlamellen 5 des Lamellenpakets 7 hinaus ab.

25

Ein Außendurchmesser der Stabilisierungsstäbe 17 ist passend zu einem Innendurchmesser der Ausnehmungen 8 gewählt, sodass die Stabilisierungsstäbe 17 in die Ausnehmungen 8 presspassend eingeschoben werden können bzw. die Blechlamellen sukzessive auf die Stabilisierungsstäbe 17 aufgepresst werden können.

30 Dabei können die Stabilisierungsstäbe 17 sowohl eine Torsionssteifigkeit des Lamellenpaktes 7 erhöhen als auch einen Vorgang des Paketierens vereinfachen.

Um anschließend den Kurzschlusskäfig 9 zu bilden, kann um das Lamellenpaket 7 herum eine Form gebildet werden, in die dann ein den Kurzschlusskäfig 9 bildendes

35 Material wie z.B. Kupfer oder Aluminium im flüssigen Zustand und unter hohem Druck

eingegossen werden kann. Die Form wird dabei derart gewählt, dass beim Druckgießen vorzugsweise gleichzeitig sowohl die Kurzschlussstäbe 11 als auch an den Stirnseiten des Lamellenpakets 7 Kurzschlussringe 13, welche die Kurzschlussstäbe 11 elektrisch miteinander verbinden, d.h. kurzschließen, gegossen werden.

Nach dem Druckgießen des Kurzschlusskäfigs 9 erstrecken sich Enden der Stabilisierungsstäbe 17 zumindest teilweise bis in die Kurzschlussringe 13 hinein. Mit anderen Worten werden die Stabilisierungsstäbe 17 beim Druckgießen des Kurzschlusskäfigs mit eingegossen.

Da die Stabilisierungsstäbe 17 eine höhere mechanische Festigkeit aufweisen als die aus relativ weichem Material gebildeten Kurzschlussringe 13, können die in die Kurzschlussringe 13 hineinragenden Enden 18 der Stabilisierungsstäbe 17 die Kurzschlussringe 13 insbesondere gegenüber radial wirkenden Kräften stabilisieren.

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform eines Käfigläufers 1, bei dem die Stabilisierungsstäbe 17 als Hohlröhren ausgebildet sind und durch die Kurzschlussringe 13 hindurch bis an die jeweiligen freiliegende Oberflächen 14 verlaufen. Die Stabilisierungsstäbe 17 schließen bündig mit diesen Oberflächen 14 ab. Gegebenenfalls können die somit von außen zugänglichen Stabilisierungsstäbe 17 nachträglich bearbeitet werden. Beispielsweise kann partiell von ihnen Material gezielt entfernt werden, um den Käfigläufer zu wuchten.

Durch die hohlen Stabilisierungsstäbe 17 kann ein Kühlfluid geleitet werden, sodass die Stabilisierungsstäbe 17 nicht nur die Kurzschlussringe 13 stabilisieren sondern auch für eine Kühlung des Inneren des Käfigläufers, in dem im Betrieb Verluste zu einer signifikanten Erwärmung führen können, sorgen können. Ein Innendurchmesser der Stabilisierungsstäbe 17 ist dabei geeignet groß gewählt, um ausreichend Kühlfluid durch den Käfigläufer strömen lassen zu können. Beispielsweise können die Stabilisierungsstäbe 17 einen Außendurchmesser im Bereich von 5 bis 8 mm und einen Innendurchmesser im Bereich von 30 bis 60% des Außendurchmessers aufweisen.

In Fig. 4 ist eine Ausführungsform eines Käfigläufers 1 gezeigt, bei der die Stabilisierungsstäbe 17 mit einem Abgabebereich 19 axial über die Kurzschlussringe 13 hinaus abragen. Der Abgabebereich 19 kann dabei eine axiale Länge aufweisen, die kleiner, gleich oder größer als eine Dicke der Kurzschlussringe 13 in Axialrichtung ist.

5 Die Stabilisierungsstäbe 17 sind in den Abgabebereichen einfach von außen zugänglich und können somit leicht nachträglich bearbeitet werden. Beispielsweise können sie vereinzelt gekürzt werden, um den Käfigläufer zu wuchten. Die Stabilisierungsstäbe 17 können wie dargestellt massiv oder alternativ auch hohl ausgeführt sein.

10 Insbesondere können die Stabilisierungsstäbe 17 an den Abgabebereichen derart bearbeitet und/oder umgeformt werden, dass sie Schaufeln 23 bilden, die geeignet geformt sind, um damit beispielsweise ein gasförmiges oder flüssiges Kühlfluid umzuwälzen oder gezielt in eine bestimmte Richtung zu fördern. Die Schaufeln können
15 beispielsweise mittels eines Prägevorgangs gebildet werden.

Abschließend ist in Fig. 5 eine Ausführungsform dargestellt, bei der die Stabilisierungsstäbe 17 ähnlich wie bei dem Beispiel aus Fig. 3 als Hohlröhren ausgebildet sind. Allerdings gehen die Stabilisierungsstäbe 17 nicht wie in Fig. 3 linear
20 durch die Kurzschlussringe 13 hindurch. Stattdessen sind Endbereiche 21 der Stabilisierungsstäbe 17 derart gekrümmt, dass sie sich bereichsweise quer zur Axialrichtung des Käfigläufers 1 erstrecken. Die Endbereiche schauen dabei zumindest teilweise aus dem Kurzschlussring heraus. Bei einem möglichen Herstellungsprozess sind sie zunächst noch achsparallel zu der Welle bzw. der Paketachse. Erst nach
25 einem Erkalten des Druckgussmaterials des Kurzschlusskäfigs werden diese dann gebogen und erhalten ihre Vorzugsrichtung. Alternativ könnten vorgebogene Röhren nachträglich in axiale Bohrung eingebracht und befestigt werden, beispielsweise durch Pressverband, Formschluss oder ähnliches.

30 An einem in Fig. 5 links dargestellten Ende ist ein Stabilisierungsstab 17 hierbei nach innen hin zur Welle 15 gekrümmt, wohingegen der Stabilisierungsstab 17 am entgegengesetzten Ende nach außen weg von der Welle 15 gekrümmt ist. Aufgrund der gekrümmten Endbereiche 21 und insbesondere wenn diese an entgegengesetzten Enden in unterschiedliche Richtungen gekrümmt sind, können sich bei Rotation des
35 Käfigläufers 1 an den entgegengesetzten Enden der Stabilisierungsstäbe 17

verschiedene Druckverhältnisse einstellen, welche eine Fluidströmung durch die hohlen Stabilisierungsstäbe 17 bewirken können. Auch in diesem Fall können axial und/oder radial über den Kurzschlussring 13 hinausstehende Abragebereiche geeignet geformt sein, um fluidfördernde Schaufeln zu bilden.

5

In den Fig. 6 und 7 sind alternative Ausführungsformen dargestellt, bei denen die Zuganker 16 nicht in Form von durch das Lamellenpaket 7 durchgehender Stäbe sondern in Form von im Vergleich zum Lamellenpaket 7 wesentlich kürzerer Bolzen 18 bzw. Schrauben 20 ausgebildet sind. Die Bolzen 18 bzw. Schrauben 20 greifen in Ausnehmungen in Form von Sacklöchern 24 ein, welche in dem Lamellenpaket 7 an dessen Stirnflächen vorgesehen sind. Die Bolzen 18 bzw. Schrauben 20 stehen dabei in Axialrichtung über die Stirnflächen hinaus ab und werden bei einem Gießen des Kurzschlusskäfigs 9 in dessen Kurzschlussringe 13 mit eingegossen.

10

15

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass Begriffe wie „aufweisend“, „umfassend“, etc. keine anderen Elemente oder Schritte ausschließen und Begriffe wie „eine“ oder „ein“ keine Vielzahl ausschließen. Ferner sei darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eines der obigen Ausführungsbeispiele beschrieben worden sind, auch in Kombination mit anderen Merkmalen oder Schritten anderer oben beschriebener Ausführungsbeispiele verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

20

5 Ansprüche

1. Käfigläufer (1) für eine elektrische Asynchronmaschine, aufweisend:
ein Lamellenpaket (7) aus einer Vielzahl von in Axialrichtung nebeneinander
gestapelten Blechlamellen (5);
10 einen Kurzschlusskäfig (9);
wobei sich Kurzschlussstäbe (11) des Kurzschlusskäfigs (9) in Axialrichtung durch das
Lamellenpaket (7) erstrecken und jeweils durch einen Kurzschlussring (13) an
Stirnflächen des Lamellenpakets (7) miteinander verbunden sind;
dadurch gekennzeichnet, dass
15 an dem Lamellenpaket Zuganker (16) angeordnet sind, welche eine höhere
mechanische Festigkeit aufweisen als die Kurzschlussstäbe (11) und welche von den
Stirnflächen des Lamellenpakets (7) in Axialrichtung abstehen und zumindest teilweise
in zumindest einen der Kurzschlussringe (13) hinein ragen.
- 20 2. Käfigläufer nach Anspruch 1, wobei die Zuganker (16) aus einem mechanisch
stabileren Material bestehen als die Kurzschlussringe (13).
3. Käfigläufer nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Zuganker (16) aus einem
dichteren Material bestehen als die Kurzschlussringe (13).
- 25 4. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Zuganker (16) aus
einem magnetisch nicht leitfähigen Material bestehen.
5. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Zuganker (16) aus
30 Stahl, insbesondere aus Edelstahl, bestehen.
6. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Zuganker (16) sich
zumindest bis an eine stirnseitige Oberfläche (14) eines Kurzschlussrings (13)
erstrecken.

7. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Zuganker durch Stabilisierungsstäbe (17) gebildet sind, die sich in Axialrichtung vollständig durch das Lamellenpaket (7) hindurch erstrecken.
- 5 8. Käfigläufer nach Anspruch 7, wobei die Stabilisierungsstäbe (17) als Hohlröhren ausgebildet sind.
9. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Zuganker (16) mit Abriagebereichen (19) über eine stirnseitige Oberfläche (14) eines Kurzschlussrings
10 (13) hinaus ragen.
10. Käfigläufer nach Anspruch 9, wobei an den Abriagebereichen (19) der Zuganker (16) Kühlfluid-fördernde Schaufeln (23) ausgebildet sind.
- 15 11. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei Endbereiche (21) der Zuganker (16) derart gekrümmt sind, dass sie sich quer zur Axialrichtung erstrecken.
12. Käfigläufer nach einem der Ansprüche 1 bis 11, die Zuganker (16) als Bolzen
20 (18), Stifte und/oder Schrauben (20) ausgebildet sind, welche in Löcher (24) an den Stirnflächen des Lamellenpakets (7) eingreifen.

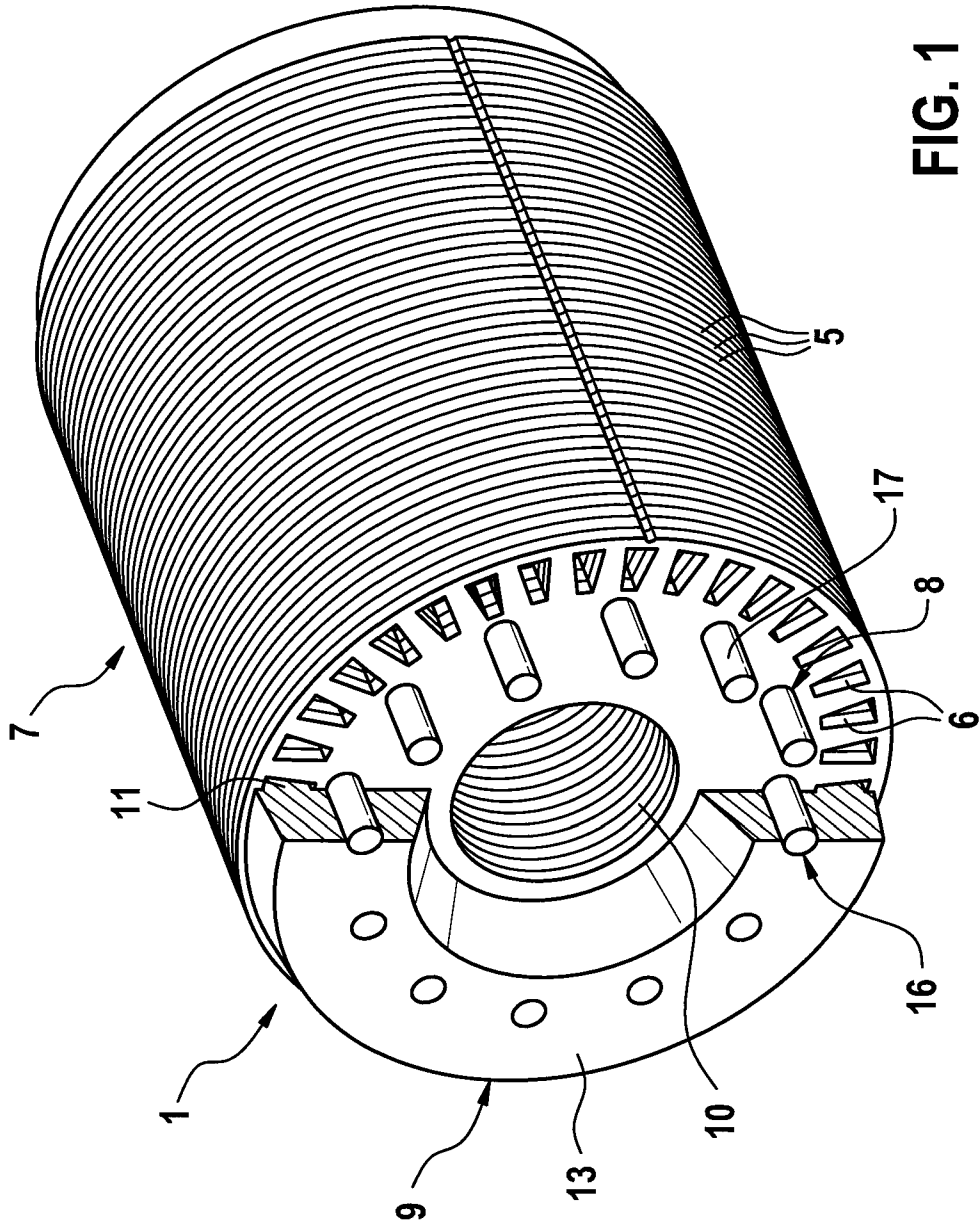


FIG. 1

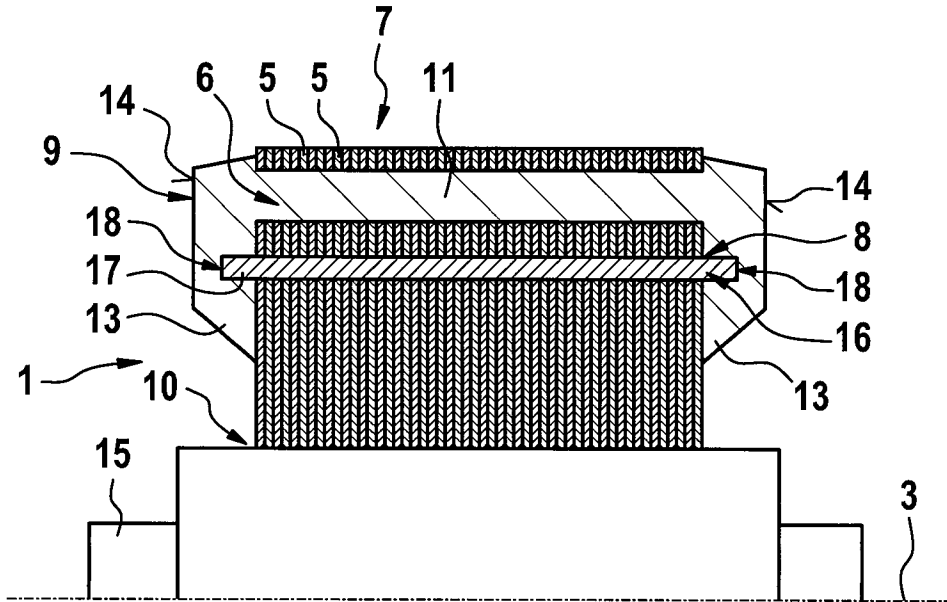


FIG. 2

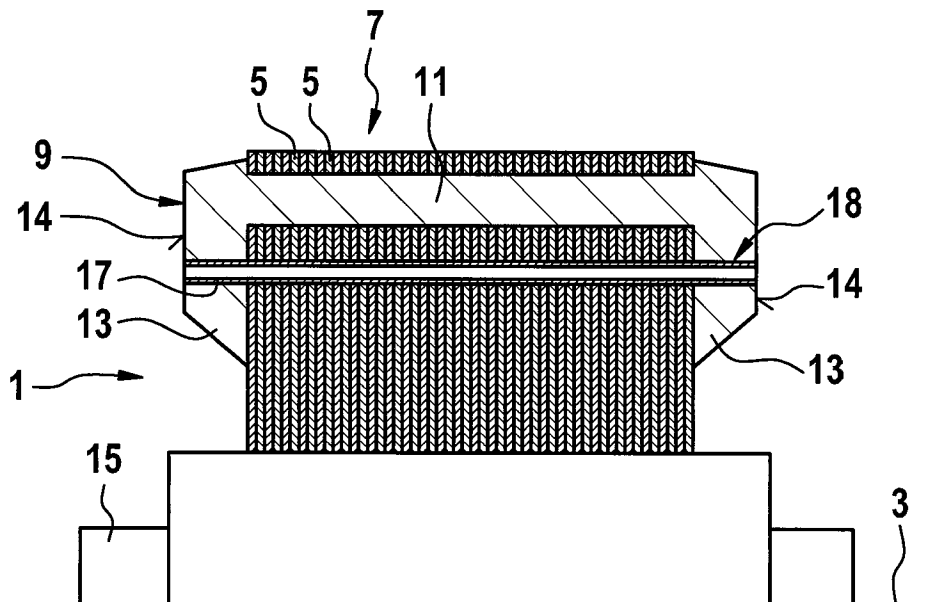


FIG. 3

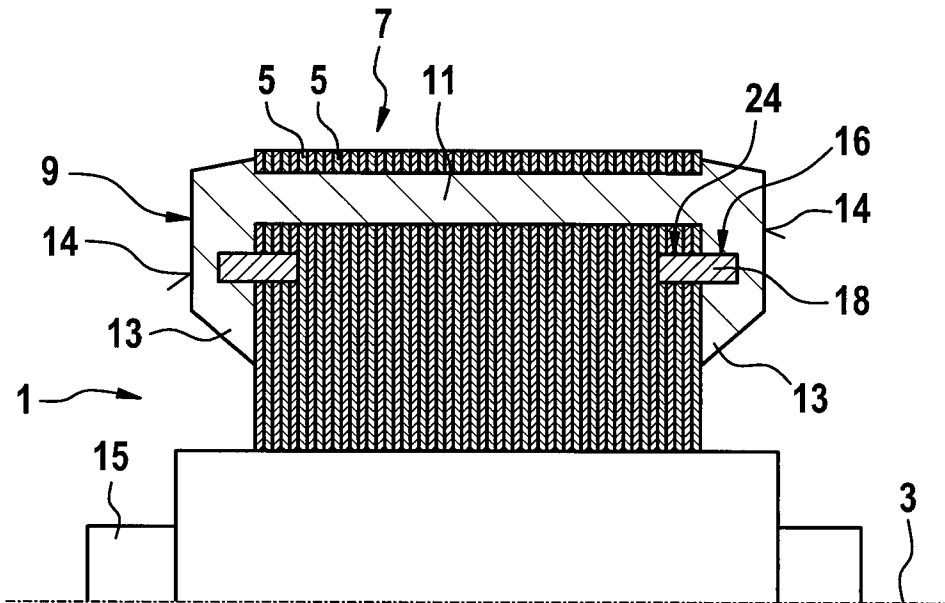


FIG. 6

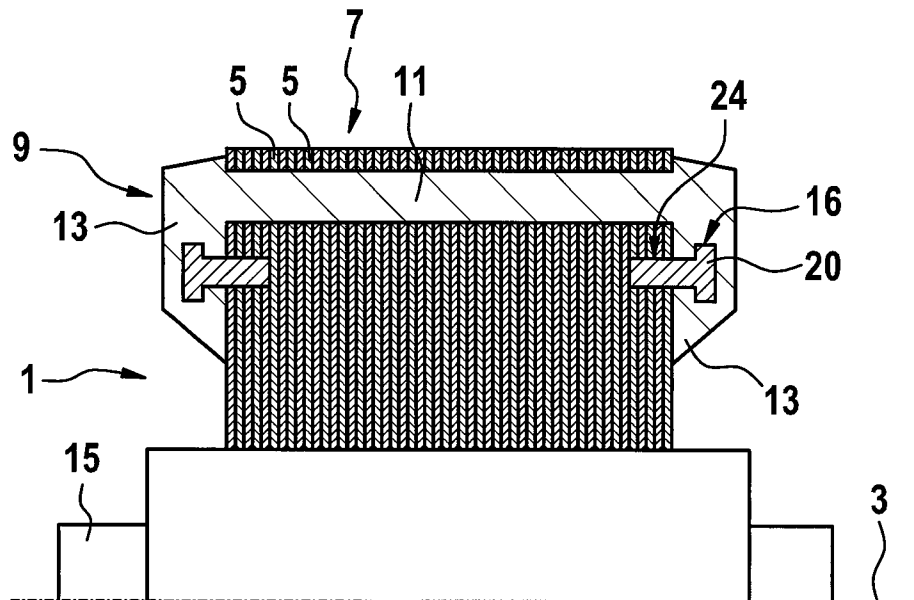


FIG. 7