

Eigene
Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
4. Juli 2013 (04.07.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/098111 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/075821
- (22) Internationales Anmeldedatum: 17. Dezember 2012 (17.12.2012) (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, 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, PA, 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.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 201 1 089 902.2 27. Dezember 2011 (27.12.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (71) Anmelder (nur für US): NOMMENSEN, Bjoern [DE/DE]; Kortendal 10, 31848 Bad Muender (DE). HEGEDUES, Csaba [HU/HU]; Jokai ut 4, H-3182 Karancslapujto (HU). LAMBERT, Zoltan [HU/HU]; Hunyadi street 1, H-7100 Szekszard (HU). MAGYAR, Balazs [HU/HU]; Frangepan Str. 72, H-1183 Budapest (HU).
- (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: METHOD FOR PRODUCING A MACHINE COMPONENT FOR AN ELECTRIC MACHINE, AND MACHINE COMPONENT

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER MASCHINENKOMPONENTE FÜR EINE ELEKTRISCHE MASCHINE SOWIE EINE MASCHINENKOMPONENTE

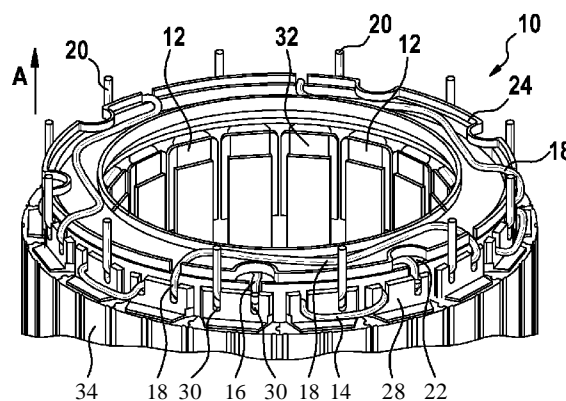


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a machine component (10) for an electric machine, in particular a Stator, comprising the following steps: winding several individual tooth segments (12) with respective individual coils, wherein several of the individual coils in a coil group are formed by means of a continuous winding wire, wherein a section of the winding wire extends between the individual coils as a connecting wire (16, 18); arranging an insulating element (22) on the connecting wire (16, 18); and assembling the individual wound tooth segments (12) of the coil group and one or more additional wound tooth segments (12) in order to form the machine component (10), wherein the assembly is performed in such a way that the insulating element (22) is arranged between the connecting wire (16, 18) and coil sides of the additional tooth segments (12).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/098111 A2

5 Beschreibung

Verfahren zum Herstellen einer Maschinenkomponente für eine elektrische
Maschine sowie eine Maschinenkomponente

10

Technisches Gebiet

15

Die Erfindung betrifft bewickelte Maschinenkomponenten für elektrische Maschinen, insbesondere Statoren oder Rotoren, sowie Verfahren zur Herstellung von Maschinenkomponenten für elektrische Maschinen.

Stand der Technik

20

Maschinenkomponenten für elektrische Maschinen, wie z. B. Statoren, können zur einfacheren Bewicklung aus einzelnen Zahnsegmenten zusammengesetzt werden. Die Zahnsegmente weisen jeweils ein Basisteil auf, von dem ein oder mehrere Zahnelemente abstehen. Die Zahnsegmente werden vor der Montage in geeigneter Weise bewickelt und anschließend gefügt, so dass die Basisteile ringförmig aneinander angeordnet werden, um einen Ring zu bilden, wobei die Zahnelemente nach innen oder außen gleichgerichtet sind.

25

Aus der DE 10 2009 060 838 A 1 ist es bekannt, einen Stator für eine elektrische Maschine herzustellen, indem eine Mehrzahl von Statorsegmenten nacheinander bewickelt werden, wobei zwei in Umfangsrichtung unmittelbar nebeneinander liegende Statorsegmente und ein ca. um 120° in Umfangsrichtung entfernt liegendes Statorsegment mit einem ununterbrochenen Wicklungsdraht bewickelt werden. Dieses bekannte Herstellungsverfahren hat den Vorteil, dass die Anzahl der frei hervorstehenden Drahtenden minimiert wird.

30

35

Nachteilig hierbei ist jedoch, dass die Verbindungsdrähte zwischen den Statorsegmenten aufwändig isoliert werden müssen. Insbesondere werden unter-

schiedliche Bearbeitungsstationen bei der Herstellung benötigt, um das Bewickeln der Statorsegmente, die Kalibration der Spulen, die Positionierung der Segmente im Montagewerkzeug und die Isolierung der Wicklungsdrähte gegeneinander zu erreichen.

5

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung einer Maschinenkomponente für eine elektrische Maschine und eine Maschinenkomponente zur Verfügung zu stellen, bei denen gewährleistet wird, dass die Wicklungsdrähte gegeneinander isoliert sind.

10

Offenbarung der Erfindung

15

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren zum Herstellen einer Maschinenkomponente, insbesondere eines Stators, gemäß Anspruch 1 und durch die Maschinenkomponente und die elektrische Maschine gemäß den nebengeordneten Ansprüchen gelöst.

20

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

25

Gemäß einem ersten Aspekt ist ein Verfahren zum Herstellen einer Maschinenkomponente für eine elektrische Maschine vorgesehen, insbesondere eines Stators, umfassend:

30

- Bewickeln von mehreren einzelnen Zahnsegmenten mit jeweiligen Einzelspulen, wobei mehrere der Einzelspulen in einer Spulengruppe mit einem ununterbrochenen Wicklungsdraht ausgeführt sind, wobei ein Abschnitt des Wicklungsdrahts als Verbindungsdraht zwischen den Einzelspulen verläuft;
- Anordnen eines Isolationselements an dem Verbindungsdraht; und
- Zusammensetzen der einzelnen bewickelten Zahnsegmente der Spulengruppe und ein oder mehrere weitere bewickelte Zahnsegmente, um die Maschinenkomponente auszubilden, wobei das Zusammensetzen so durchgeführt wird, dass das Isolationselement zwischen dem Verbindungsdraht und Spulenseiten der weiteren Zahnsegmente angeordnet wird.

35

Das obige Herstellungsverfahren hat den Vorteil, dass eine Maschinenkomponente hergestellt werden kann, bei der der Verbindungsdraht des Wicklungsdrahts, mit dem mehrere Einzelspulen fortlaufend bewickelt werden, gegen Spulenseiten von weiteren bewickelten Zahnsegmente und/oder gegen einen Verbindungsdraht zwischen Einzelspulen weiterer Spulengruppen zuverlässig isoliert werden kann. Dadurch können Kurzschlüsse bei einer Beschädigung des Isolierlacks des Wicklungsdrahts vermieden werden.

Weiterhin ist das Anordnen des Isolationselements, bevor die Zahnsegmente zum Bilden der Maschinenkomponente angeordnet werden, einfach in das Herstellungsverfahren integrierbar.

In einer bevorzugten Ausführung können die Zahnsegmente vor dem Zusammensetzen in einer Ebene angeordnet werden, so dass Zahnteile der Zahnsegmente gleichgerichtet hervorstehen und nach dem Bewickeln der Zahnsegmente der Verbindungsdraht zwischen den Einzelspulen der Spulengruppe in der Ebene seitlich versetzt zu den Zahnsegmenten angeordnet ist, wobei die Zahnsegmente beim Zusammensetzen über die Spulenseiten der mehreren weiteren Zahnsegmente in Richtung des Verbindungsdrahtes gekippt werden.

Es kann vorgesehen sein, dass die Zahnsegmente vor dem Zusammensetzen ringförmig in der Ebene angeordnet werden, wobei das Bewickeln so durchgeführt wird, dass sich der Verbindungsdraht beim Anordnen der Zahnsegmente radial innerhalb der ringförmigen Anordnung der Zahnsegmente befindet.

Weiterhin kann das Isolationselement einen isolierenden Ring umfassen, der parallel zur Anordnung in der Ebene an den Verbindungsdraht angelegt wird.

Gemäß einer Ausführungsform kann ein weiteres Isolationselement zwischen dem Verbindungsdraht zwischen den Einzelspulen einer ersten Spulengruppe und dem Verbindungsdraht zwischen den Einzelspulen einer zweiten Spulengruppe angeordnet werden. Insbesondere kann ein weiteres Isolationselement angeordnet werden, bevor das Zusammensetzen zum Ausbilden der Maschinenkomponente erfolgt.

Gemäß einem weiteren Aspekt ist eine Maschinenkomponente, insbesondere ein Stator, vorgesehen. Die Maschinenkomponente umfasst:

- mehrere Zahnsegmente, mit jeweils einem Basisteil und einem davon abstehenden Zahnteil,

5 - Einzelspulen einer Spulengruppe, wobei die Einzelspulen an mindestens zwei nicht unmittelbar benachbarten der mehreren Zahnsegmente angeordnet sind und mit einem ununterbrochenen Wicklungsdraht ausgeführt sind, wobei ein Abschnitt des Wicklungsdrahts als Verbindungsdraht zwischen mindestens zwei der Einzelspulen der Spulengruppe an den Spulenseiten von weiteren bewickelten

10 Zahnsegmenten entlang verläuft; und

- ein Isolationselement, das zwischen dem Verbindungsdraht und den Spulenseiten der weiteren bewickelten Zahnsegmente angeordnet ist.

15 Weiterhin können die Basisteile der Zahnsegmente ringförmig angeordnet sind, so dass die Zahnteile radial gleichgerichtet von den angeordneten Basisteilen abstehen

Gemäß einer Ausführungsform können mehrere erste und mehrere zweite Spulengruppen vorgesehen sein, wobei ein zweites Isolationselement zwischen dem Verbindungsdraht zwischen den Einzelspulen der ersten Spulengruppe und dem Verbindungsdraht zwischen den Einzelspulen der ersten Spulengruppe angeordnet ist.

25 Weiterhin können die Zahnsegmente jeweils ein Zahnteil und ein Basisteil umfassen, wobei das Basisteil mit einer Ausnehmung an einem Ende und einem Vorsprung an einem gegenüberliegenden Ende versehen ist, so dass beim Zusammensetzen der Zahnsegmente zum Ausbilden der Maschinenkomponente jeweils ein Vorsprung eines Basisteils in eine Ausnehmung eines benachbarten Basisteils eingreift.

30

Gemäß einem weiteren Aspekt ist eine elektrische Maschine mit den obigen Maschinenkomponenten vorgesehen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

35

Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- 5 Figur 1 eine perspektivische Darstellung eines Stators, welcher gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt worden ist;
- Figur 2 eine Darstellung einer Anordnung von Statorsegmenten vor dem Bewickeln;
- 10 Figur 3 drei Statorsegmente, welche mit einem ununterbrochenen Wickeldraht bewickelt worden sind;
- Figuren 4a-d ein Ausführungsbeispiel für ein Herstellungsverfahren, bei dem mehrere Gruppen von bewickelten Statorsegmenten und von isolierenden Ringen zu einem Stator angeordnet werden;
- 15 Figur 5 eine Ansicht eines Verfahrensschritts, bei dem die Statorsegmente zu einem Statorring zusammengesetzt werden;
- 20 Figuren 6a-b Detailansichten der Verbindung der Statorsegmente aus Figur 5;
- Figuren 7a-b eine Wickelvorrichtung zur Bewicklung der Statorsegmente;
- Figur 8 ein Statorsegment mit einem Werkzeug zum Halten, Heben und Bewegen des Statorsegments; und
- 25 Figur 9 eine weitere Ansicht des Statorsegments und des Werkzeugs aus Figur 8.

30 Beschreibung von Ausführungsformen

In Figur 1 ist ein ringförmiger Stator 10 als Beispiel für eine Maschinenkomponente gezeigt. Der Stator 10 ist in einem Gehäuseteil angeordnet. Der Stator weist eine Innenausnehmung auf, in der ein mit Permanentmagneten versehener Rotor (nicht gezeigt) drehbar angeordnet werden kann.

35

Der Stator 10 ist aus einzelnen Statorsegmenten 12 (Zahnsegmenten) zusammengesetzt, welche ringförmig angeordnet sind. Jedes Statorsegment 12 kann beispielsweise einen T-förmigen Querschnitt aufweisen und einen magnetischen Basisteil 34 und einen magnetischen Zahnteil 32 umfassen, der sich im Wesentlichen senkrecht von dem Basisteil 34 erstreckt. Alternativ kann das Statorsegment 12 auch L-förmig ausgebildet sein. Das Basisteil 34 und das Zahnteil 32 sind vorzugsweise einstückig ausgebildet. Die Basisteile 34 der einzelnen Statorsegmente 12 sind ringförmig aneinander angeordnet und bilden so einen Statorring, von dem ausgehend sich die Zahnteile 32 nach innen in Richtung der Innenausnehmung (für einen Rotor) erstrecken.

Die Zahnteile 32 sind jeweils mit einem Wicklungsdraht bewickelt, wobei zwischen den Statorsegmenten 12 und dem darauf gewickelten Wicklungsdraht jeweils eine Isoliermaske 28 angeordnet ist, welche das Statorsegment 12 gegenüber dem Wicklungsdraht isoliert. Die Isoliermasken 28 sind beispielsweise aus Kunststoff hergestellt und überragen jeweils den magnetischen Kern des Statorsegments 12 in axialer Richtung A. Jede Isoliermaske 28 weist an ihrer Oberkante zwei in Umfangsrichtung versetzte Schlitze 30 bzw. Öffnungen auf, die als Positionierung und Durchführung für den Wicklungsdraht dienen.

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist jeweils eine von sechs Spulengruppen aus jeweils drei Statorsegmenten 12 (mit drei Zahnteilen 32) mit einem ununterbrochenen (fortlaufenden) Wicklungsdraht bewickelt. Beim Bewickeln werden die Statorsegmente 12 kreisförmig angeordnet, wobei sich die Zahnteile 32 näherungsweise senkrecht zur Kreisringfläche der Statorsegmente erstrecken. Ein erstes und zweites der Statorsegmente 12 einer Spulengruppe sind in Umfangsrichtung unmittelbar nebeneinander angeordnet und ein drittes Statorsegment 12 der betreffenden Spulengruppe in Umfangsrichtung versetzt von dem ersten und zweiten Statorsegment 12, z. B. zu ungefähr 120°, so dass man drei unterschiedlich zueinander beabstandete Statorsegmente 12 für jede Spulengruppe mit jeweiligen Einzelspulen erhält.

Somit ergeben sich Abschnitte des ununterbrochenen Wicklungsdrahts, die als Verbindungsdrähte 14, 16, 18 zwischen den Einzelspulen der betreffenden Spulengruppe gebildet werden: Die Einzelspulen auf den zueinander benachbarten ersten und zweiten Statorsegmenten 12 sind jeweils durch einen kurzen Verbindungs-

5 dungsdraht 14 miteinander verbunden. Dieser kurze Verbindungsdraht 14 wird vorzugsweise durch die einander zugeordneten Schlitze 30 der benachbarten Isoliermasken 28 des ersten und zweiten Statorsegments 12 der betreffenden Spulengruppe geführt. Damit ist eine Isolierung des kurzen Verbindungs-

drahts 14 sowohl gegenüber den Einzelspulen, als auch gegenüber elektrischen Anschlüssen des Stators 10 problemlos möglich.

10 Die Einzelspule um den Zahnteil 32 des dritten Statorsegments 12, das in Umfangsrichtung versetzt zu den zwei einander benachbarten Statorsegmenten 12 angeordnet ist, ist durch einen langen Verbindungsdraht 16, 18 mit einer der Einzelspulen des ersten oder des zweiten Statorsegments 12 verbunden. Die langen Verbindungsdrähte 16, 18 verlaufen jeweils über einen Teil ihrer Länge radial innerhalb der Basisteile 34 der Statorsegmente 12, so dass diese benachbart zu den Spulenseiten der bewickelten Statorsegmente 12 angeordnet sind. Um eine elektrische Isolierung dieser langen Verbindungsdrähte 16, 18 zu den Spulenumwicklungen der Einzelspulen zu erreichen, sind ringförmige Isolationselemente 22, 24 jeweils zwischen den in die axiale Richtung A zeigenden Wicklungsseiten der Einzelspulen und den langen Verbindungsdrähten 16, 18 eingefügt.

20 Bei der gezeigten Ausführungsform mit 18 Statorsegmenten werden sechs derartige Spulengruppen benötigt, die versetzt zueinander angeordnet werden, um den Stator 10 zu bilden. Es ergeben sich somit insgesamt zwölf (2 x 6) Anschlussdrähte 20 zur elektrischen Kontaktierung der jeweiligen Spulengruppen, deren Enden durch die Schlitze 30 geführt sind und in axialer Richtung A von den jeweils oberen Enden der Wicklungen hervorstehen.

30 Die Anordnung der sechs Spulengruppen führt zu sechs langen Verbindungsdrähten 16, 18, die in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnet sind. Bei einer Anordnung des jeweils dritten Statorsegments 12 zu den ersten oder zweiten Statorsegmenten 12 jeder Spulengruppe mit einem Versatz um 120° können die langen Verbindungsdrähte 16, 18 der Spulengruppen in zwei Ebenen bezüglich der axialen Richtung A bzw. in axialer Richtung zu den Einzelspulen benachbart angeordnet werden, die voneinander durch die ringförmigen Isolationselemente 22, 24 elektrisch isoliert sind.

Im Folgenden wird anhand der Figuren 2-8 das Herstellungsverfahren des voranstehend beschriebenen Stators 10 erläutert.

5 Figur 2 zeigt die Anordnung der Statorsegmente 12 vor dem Bewickeln. Die Statorsegmente 12 sind kreisförmig um eine zentrale Achse M angeordnet sowie in radialer Richtung ausgerichtet und liegen somit zunächst in einer Ebene nebeneinander, um den Zugriff auf jedes einzelne Zahnteil 32 des Statorsegments 12 von einer Seite zu ermöglichen. Dabei wird jedes Statorsegment 12 auf einem Haltewerkzeug 100 gehalten. Das Haltewerkzeug 100 wird wiederum von einem Montagewerkzeug (nicht gezeigt) gehalten und durch dieses bewegt.
10

Das Statorsegment 12, welches bewickelt werden soll, wird mittels seines Haltewerkzeugs 100 in der axialen Richtung A, d. h. in Richtung der zentralen Achse M, aus der Ebene der übrigen Statorsegmente 12 herausgehoben und mithilfe von bekannten Verfahren über eine Wickelvorrichtung mit einem Wicklungsdraht (nicht gezeigt) bewickelt.
15

Bei der vorliegenden Ausführungsform wird eine Nadelwicklung verwendet, bei der der Kopf der Wickelvorrichtung um die Segmentachse S des ausgewählten Statorsegments 12 herumgeführt wird.
20

Die Statorsegmente jeder Spulengruppe werden nacheinander bewickelt. Nachdem das erste Statorsegment 12 bewickelt worden ist, wird es in seine Ausgangsposition in der Ebene der übrigen Statorsegmente 12 zurückbewegt, und der Wicklungsdraht kann für die ununterbrochene (fortlaufende) Bewicklung des nächsten, zweiten Statorsegments 12 gebogen werden.
25

Dann werden alle Statorsegmente 12 auf ihren Haltewerkzeugen 100 um die zentrale Achse M gedreht, so dass das zweite zu bewickelnde Statorsegment 12 und anschließend das dritte zu bewickelnde Statorsegment 12 zur Wickelvorrichtung gedreht werden.
30

Nachdem drei Statorsegmente 12 der betreffenden Spulengruppe mit dem ununterbrochenen Wicklungsdraht bewickelt worden sind, sieht die Verbindung zwischen diesen drei Statorsegmenten 12 aus wie in Figur 3 gezeigt: in Umfangsrichtung direkt nebeneinander liegende erste und zweite Statorsegmente 12 der
35

betreffenden Spulengruppe sind durch einen kurzen Verbindungsdraht 14 miteinander verbunden, welcher durch die einander zugewandten Schlitze 30 der beiden Isoliermasken 28 des ersten und zweiten Statorsegments 12 geführt wird. Ein langer Verbindungsdraht 16 verbindet das zweite Statorsegment 12 mit dem dritten Statorsegment 12 der betreffenden Spulengruppe, welches im vorliegenden Ausführungsbeispiel in Umfangsrichtung um etwa 120° versetzt angeordnet ist.

Der lange Verbindungsdraht 16 verläuft leicht V-förmig gebogen, vorzugsweise radial innerhalb des inneren Endes der Wicklungen, so dass für die nachfolgende Montage des Stators Spiel für eine Änderung des durch den langen Verbindungsdraht zu überbrückenden Abstandes zwischen dem zweiten Statorsegment 12 und dem dritten Statorsegment 12 bleibt.

In den Figuren 4a-d ist gezeigt, wie mehrere Spulengruppen solcher mit einem ununterbrochenen Wicklungsdraht gewickelten Statorsegmente 12 zu einem Ring aus 18 Statorsegmenten zusammengesetzt werden.

Wie in Figur 4a gezeigt, werden zunächst drei erste Spulengruppen mit jeweils drei ununterbrochen bewickelten Statorsegmenten 12 in einer Montagevorrichtung angeordnet. Die Anordnung bzw. Ausrichtung der einzelnen Statorsegmente 12 entspricht im Wesentlichen der in Figur 2 gezeigten. Die langen Verbindungsdrähte 18 sind dabei so angeordnet, dass sie sich jeweils nicht überschneiden, sondern in jeweils nicht überlappenden Kreissegmenten liegen. Die langen Verbindungsdrähte 18 sind bezüglich der von den angeordneten Statorsegmenten 12 umschlossenen Fläche innerhalb des radial innenliegenden Rands der Statorsegmente 12 angeordnet.

Figur 4b zeigt ein erstes ringförmiges Isolationselement 24, das auf die langen Verbindungsdrähte 18 der ersten Spulengruppen aufgelegt wird. Das erste Isolationselement 24 weist einen Außendurchmesser auf, der gleich oder kleiner ist als die von den angeordneten Statorsegmenten 12 umschlossene Fläche. Weiterhin ist der Innendurchmesser des Isolationselements 24 so gewählt, dass das Isolationselement 24 die langen Verbindungsdrähte 18 überdeckt, aber nicht größer ist als die Breite des Statorsegments 12 über dem dem Basisteil 34 gegenüberliegenden Ende des Zahnteils 32 und dem dem Zahnteil 32 gegenüberlie-

genden Ende des Basisteils 34, so dass bei dem zu fertigenden Stator das Isolationselement 24 nicht ins Innere des vom Stator umschlossenen Bereichs hineinragt. Der äußere Rand des ersten Isolationselements 24 kann Einbuchtungen 26 aufweisen, die an den Stellen angeordnet sind, an denen die langen Verbindungsdrähte 16 der nachfolgend anzuordnenden Spulengruppen aus den Isolationsmasken 28 der Einzelspulen austreten.

Anschließend werden, wie in Figur 4c gezeigt, drei zweite Spulengruppen mit jeweils ununterbrochen bewickelten Statorsegmenten 12 in der Montagevorrichtung hergestellt und zwischen die bereits vorhandenen Statorsegmente 12 eingesetzt. Durch das im vorigen Schritt eingelegte erste ringförmige Isolationselement 24 sind die langen Verbindungsdrähte 16 der zweiten Spulengruppen gegen die langen Verbindungsdrähte 18 der ersten Spulengruppen elektrisch isoliert, so dass ein Kurzschluss bei einer Beschädigung des Isolationslacks der Spulendrähte vermieden werden kann.

Schließlich wird, wie in Figur 4d gezeigt, ein zweites ringförmiges Isolationselement 22 aufgesetzt, das im fertig montierten Stator 10 die langen Verbindungsdrähte 16 gegen die Spulenseiten der Einzelspulen der bewickelten Statorsegmente 12 elektrisch isoliert (siehe Figur 1). Die Isolationselemente 22, 24 sind hierbei vorzugsweise aus Kunststoff hergestellt.

Wie in Figur 5 gezeigt, werden schließlich die bewickelten und wie in Figur 4d dargestellt angeordneten Statorsegmente 12 durch ihre Haltwerkzeuge 100 um 90 Grad gegenüber der in den Figuren 2 bis 4a-d gezeigten Ausrichtung zu den Isolationselementen 24 verkippt und dabei zu einem Statorring zusammengesetzt. Das Verkippen erfolgt in Richtung der den langen Verbindungsdrähten 16 zugewandten Spulenseiten der Einzelspulen. Der Statorring wird durch die in Umfangsrichtung aneinander angrenzenden Basisteile 34 der einzelnen Statorsegmente 12 gebildet, von denen die Zahnteile 32 der einzelnen Statorsegmente 12 radial nach innen abstehen.

Wie in den Figuren 6a und 6b gezeigt, sind die Basisteile 34 an ihren Kanten jeweils mit einem Vorsprung 36 und einer Ausnehmung 38 versehen, welche in der Endposition der Statorsegmente 12 ineinander greifen (siehe Figur 7b) und dort durch Schweißen oder Kleben verbunden werden können. Die Vorsprünge 36

und Ausnehmungen 38 gewährleisten einer zuverlässigen Ausrichtung und Anordnung der einzelnen Statorsegmente 12, um die Montage eines zylinderförmigen Stators zu vereinfachen.

5 Somit ist ein vollständiger Stator 10 hergestellt, bei dem die Anzahl der frei hervorstehenden Anschlussdrähte 20 (siehe Figur 1) minimiert ist. Weiterhin sind die Verbindungsdrähte 14, 16, 18 zwischen den Einzelspulen der Spulengruppe mit einem Wicklungsdraht gegen die Spulenseiten der Einzelspulen und gegen die Anschlussdrähte wirksam isoliert. Dadurch, dass die Isolationselemente 22, 24
10 bereits während des Bewickelns der Statorsegmente 12 in den teilweise montierten Statorring eingelegt werden, wird kein zusätzliches Montagewerkzeug benötigt, sondern die Isolation kann in demselben Montagewerkzeug und an derselben Fertigungsstation erfolgen wie die Bewicklung der Statorsegmente 12.

15 Figuren 7a und 7b zeigen verschiedene Ansichten einer Ausführungsform einer Wickelvorrichtung 200, mit der drei Statorsegmente 12 gleichzeitig bewickelt werden können. Drei Köpfe 202, welche jeweils um eine Achse S drehbar sind und an einem Ende eine Führung für einen Wicklungsdraht aufweisen, sind in Umfangsrichtung um im Wesentlichen 120° zueinander versetzt angeordnet. An
20 einem Ende weisen die Köpfe 202 jeweils eine Führung für einen Wicklungsdraht D auf, mit dem sie in einem Nadelwicklungsverfahren das jeweils unter dem Kopf 202 befindliche Statorsegment 12 bewickeln können.

Mit der in den Figuren 7a und 7b gezeigten Wickelvorrichtung 200 können drei
25 Statorsegmente 12 gleichzeitig bewickelt werden, so dass in einem einzigen Prozessschritt die in Figur 4a gezeigte Spulengruppe auf drei Statorsegmenten 12 mit ununterbrochen bewickelten Einzelspulen hergestellt werden kann.

Wie in Figur 2 gezeigt, werden auch bei der in den Figuren 7a und 7b gezeigten
30 Ausführungsform jeweils die Statorsegmente 12, welche gerade bewickelt werden, mit ihrem zugeordneten Haltewerkzeug 100 angehoben. Nach dem Bewickeln eines Statorsegments 12 wird dieses wieder abgesenkt und der Ring aus Statorsegmenten 12 wird unter der Wickelvorrichtung 200 gedreht, bis unter jedem Kopf 202 das nächste zu bewickelnde Statorsegment 12 liegt.

35

Für das Bewegen der einzelnen Statorsegmente 12 unter der Wickelvorrichtung und für das anschließende Umklappen der Statorsegmente 12 zu dem Statorring sind dabei Haltewerkzeuge 100 vorgesehen, wie in Figuren 8 und 9 gezeigt.

5 Da aufgrund der unmittelbar benachbarten Anordnung der Statorsegmente 12 in einer Montagevorrichtung die einzelnen Statorsegmente 12 schwierig zu halten sind, ist das Haltewerkzeug 100 ausgebildet, um mithilfe von Vorsprüngen oder Schienen 102 in entsprechend ausgebildete Nuten 40 an einer Seite des Statorsegmentes 12 einzugreifen.

10

Weiterhin umfasst das Haltewerkzeug 100 einen Arm 104, der einen möglichst großen und einfach zu positionierenden Angriffsabschnitt für eine Montagevorrichtung (nicht gezeigt) bildet. Im Arm 104 sind zwei Öffnungen 106 vorgesehen, in welche entsprechende Abschnitte der Montagevorrichtung eingreifen und somit das Haltewerkzeug 100 einfach greifen und bewegen können.

15

Schließlich umfasst das Haltewerkzeug 100 noch einen als Quader ausgebildeten Positionierungsabschnitt 108, welcher durch seine Kanten und Anschlagflächen eine exakte Positionierung des Haltewerkzeugs 100 im Montagewerkzeug ermöglicht.

20

Somit ermöglicht es das Haltewerkzeug 100, ein schwierig zu fixierendes Statorsegment 12 sicher auch gegen die bei der Nadelwicklung auftretenden Kräfte zu halten und präzise zu positionieren. Durch die Anschlagflächen und exakt ausgerichteten Kanten des Positionierungsabschnitts 108 kann das Haltewerkzeug 100 während der Montage des Stators 10 mit hoher Genauigkeit positioniert werden. Daher kann insbesondere das Zusammensetzen der Statorsegmente 12 zu einem Statorring mit hoher Genauigkeit erfolgen.

25

30 Beispielsweise kann die konkrete Anzahl und Ausbildung der Statorsegmente 12 entsprechend der Anwendung variiert werden. Die Verschaltung der einzelnen Wicklungsstränge kann parallel oder seriell ausgeführt werden, um die entsprechenden elektrischen Phasen zu bilden - insbesondere einen bürstenlosen Gleichstrommotor (EC-Motor).

35

Das oben beschriebene Herstellungsverfahren für einen Stator 10 ist grundsätzlich auch auf einen Rotor anwendbar, der als Außenläufer ausgebildet ist. Bevorzugt wird die erfindungsgemäße elektrische Maschine zur Verstellung beweglicher Teile im Kraftfahrzeug - beispielsweise als Lenkhilfemotor - verwendet, ist jedoch nicht auf eine solche Anwendung beschränkt.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Herstellen einer Maschinenkomponente (10) für eine elektrische Maschine, insbesondere eines Stators, umfassend:
- Bewickeln von mehreren einzelnen Zahnsegmenten (12) mit jeweiligen Einzelspulen, wobei mehrere der Einzelspulen in einer Spulengruppe mit einem ununterbrochenen Wicklungsdraht ausgeführt sind, wobei ein Abschnitt
 - 10 des Wicklungsdrahts als Verbindungsdraht (16, 18) zwischen den Einzelspulen verläuft;
 - Anordnen eines Isolationselements (22) an dem Verbindungsdraht (16, 18); und
 - Zusammensetzen der einzelnen bewickelten Zahnsegmente (12) der Spulengruppe und ein oder mehrere weitere bewickelte Zahnsegmente (12), um
 - 15 die Maschinenkomponente (10) auszubilden,
- wobei das Zusammensetzen so durchgeführt wird, dass das Isolationselement (22) zwischen dem Verbindungsdraht (16, 18) und Spulenseiten der weiteren Zahnsegmente (12) angeordnet wird.
- 20
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Zahnsegmente (12) vor dem Zusammensetzen derart in einer Ebene angeordnet werden, dass Zahnteile (32) der Zahnsegmente (12) gleichgerichtet hervorstehen und nach dem Bewickeln der Zahnsegmente (12) der Verbindungsdraht (16, 18) zwischen
- 25 den Einzelspulen der Spulengruppe in der Ebene seitlich versetzt zu den Zahnsegmenten (12) angeordnet ist, wobei die Zahnsegmente (12) beim Zusammensetzen über die Spulenseiten der mehreren weiteren Zahnsegmente (12) in Richtung des Verbindungsdrahtes (16, 18) gekippt werden, so dass die Zahnteile (32) alle radial zur Drehachse der elektrischen Maschine ausgerichtet sind.
- 30
3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die Zahnsegmente (12) vor dem Zusammensetzen ringförmig in der Ebene angeordnet werden, wobei das Bewickeln so durchgeführt wird, dass sich der Verbindungsdraht (16, 18) beim Anordnen der Zahnsegmente (12) radial innerhalb der ringförmigen Anordnung der Zahnsegmente (12) befindet.
- 35

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei das Isolationselement (22) einen isolierenden Ring (22, 24) umfasst, der parallel zur Anordnung in der Ebene an den Verbindungsdraht (16, 18) angelegt wird.
- 5
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei ein weiteres Isolationselement (24) zwischen dem Verbindungsdraht (16, 18) zwischen den Einzelspulen einer ersten Spulengruppe und dem Verbindungsdraht (16, 18) zwischen den Einzelspulen einer zweiten Spulengruppe angeordnet wird.
- 10
6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei ein weiteres Isolationselement (24) angeordnet wird, bevor das Zusammensetzen zum Ausbilden der Maschinenkomponente (10) erfolgt.
- 15
7. Maschinenkomponente (10) für eine elektrische Maschine, insbesondere ein Stator, umfassend:
- mehrere Zahnsegmente (12), mit jeweils einem Basisteil (34) und einem davon abstehenden Zahnteil (32),
 - Einzelspulen einer Spulengruppe, wobei die Einzelspulen an mindestens zwei nicht unmittelbar benachbarten der mehreren Zahnsegmente (12) angeordnet sind und mit einem ununterbrochenen Wicklungsdraht ausgeführt sind, wobei ein Abschnitt des Wicklungsdrahts als Verbindungsdraht (16, 18) zwischen mindestens zwei der Einzelspulen der Spulengruppe an den Spulenseiten von weiteren bewickelten Zahnsegmenten (12) entlang verläuft;
 - ein Isolationselement (22), das zwischen dem Verbindungsdraht (16, 18) und den Spulenseiten der weiteren bewickelten Zahnsegmente (12) angeordnet ist.
- 20
- 25
8. Maschinenkomponente (10) nach Anspruch 7, wobei die Basisteile (34) der Zahnsegmente (12) ringförmig angeordnet sind, so dass die Zahnteile (32) radial von den angeordneten Basisteilen (34) abstehen.
- 30
9. Maschinenkomponente (10) nach Anspruch 7 oder 8, wobei mehrere erste und mehrere zweite Spulengruppen vorgesehen sind, wobei ein zweites Isolationselement (22) zwischen dem Verbindungsdraht (16, 18) zwischen
- 35

den Einzelspulen der ersten Spulengruppe und dem Verbindungsdraht (16, 18) zwischen den Einzelspulen der ersten Spulengruppe angeordnet ist.

- 5 10. Maschinenkomponente nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die
Zahnsegmente (12) jeweils ein Zahnteil (32) und ein Basisteil (34) umfassen,
wobei das Basisteil (34) mit einer Ausnehmung (38) an einem Ende und ei-
nem Vorsprung (36) an einem gegenüberliegenden Ende versehen ist, so
dass beim Zusammensetzen der Zahnsegmente (12) zum Ausbilden der
10 Maschinenkomponente (10) jeweils ein Vorsprung (36) eines Basisteils (34)
in eine Ausnehmung (38) eines benachbarten Basisteils (34) eingreift.
11. Elektrische Maschine mit einer Maschinenkomponente nach einem der
Ansprüche 7 bis 10.

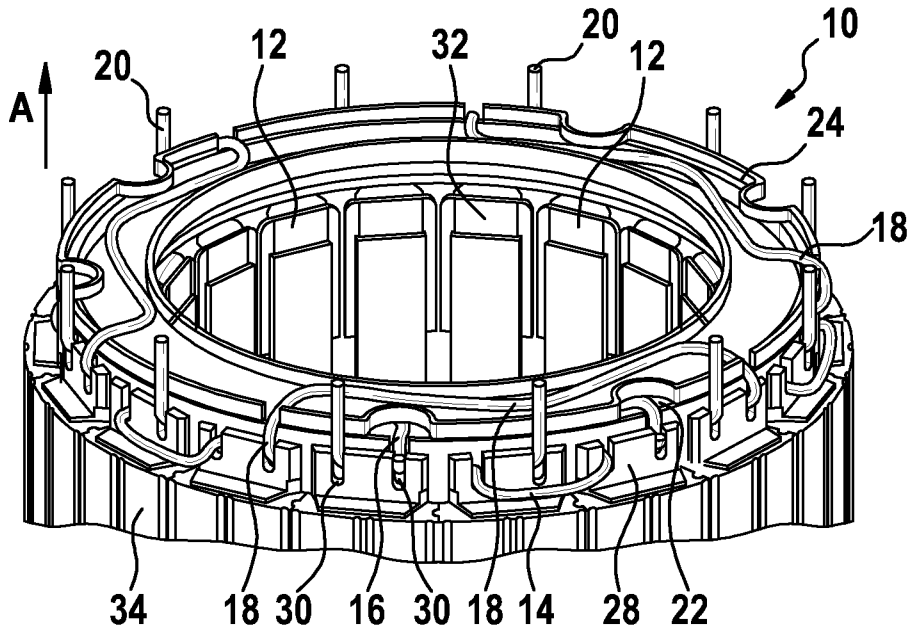


Fig. 1

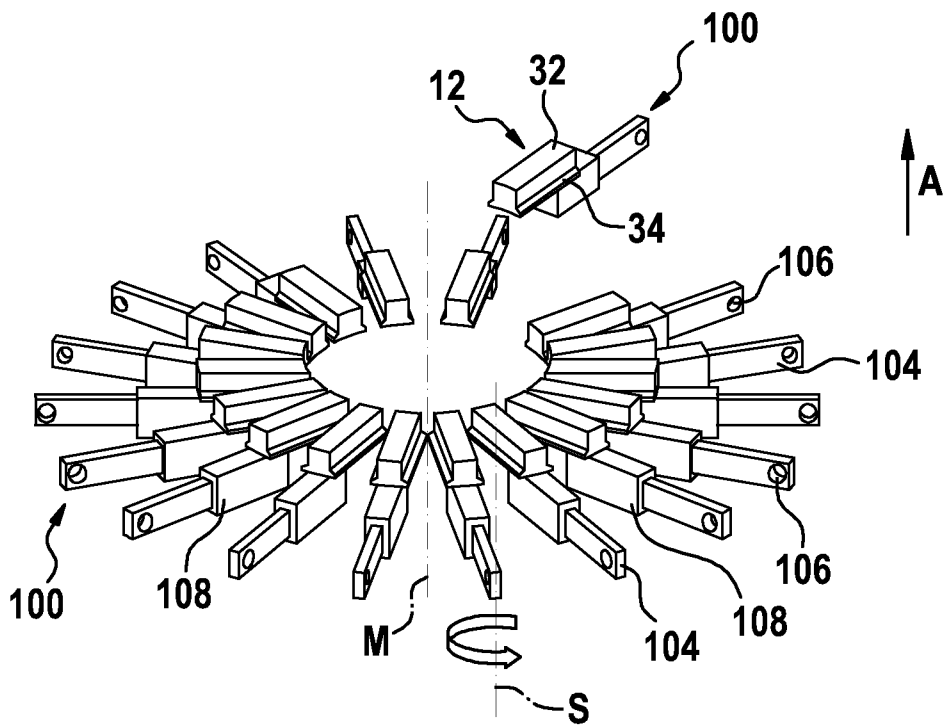


Fig. 2

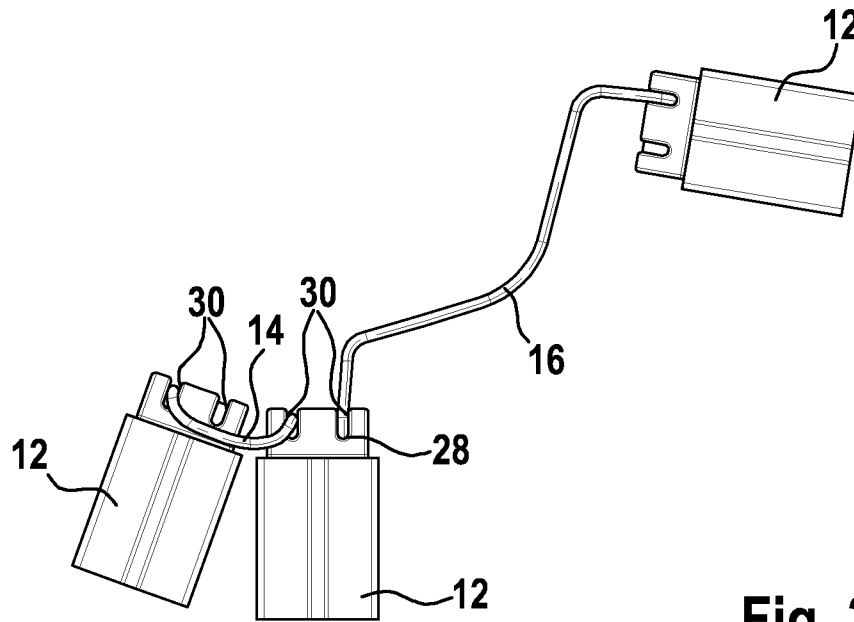


Fig. 3

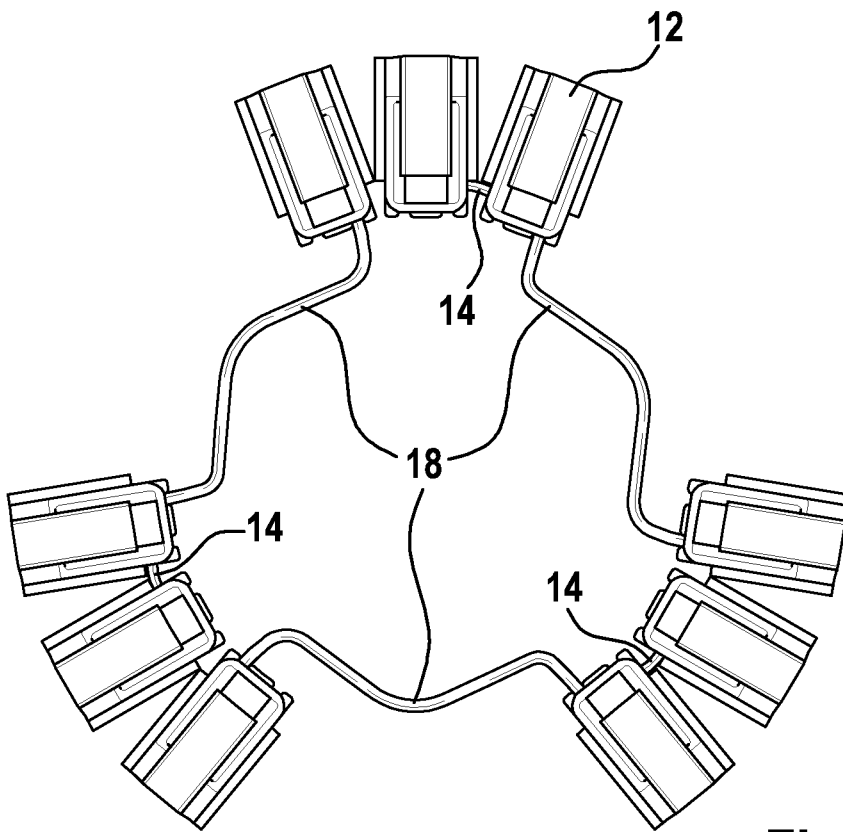


Fig. 4a

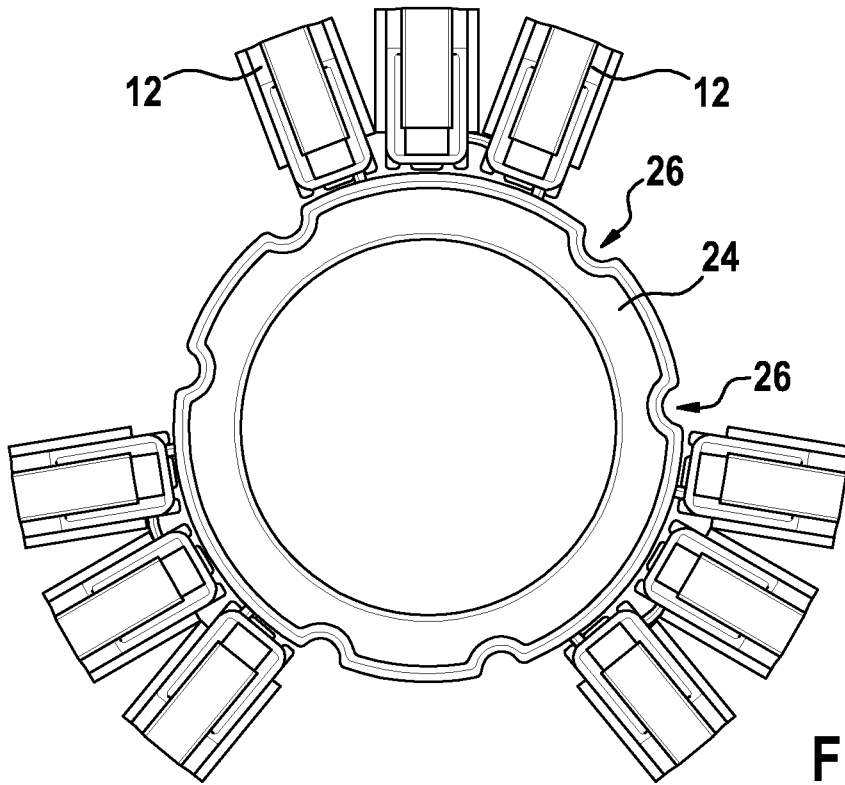


Fig. 4b

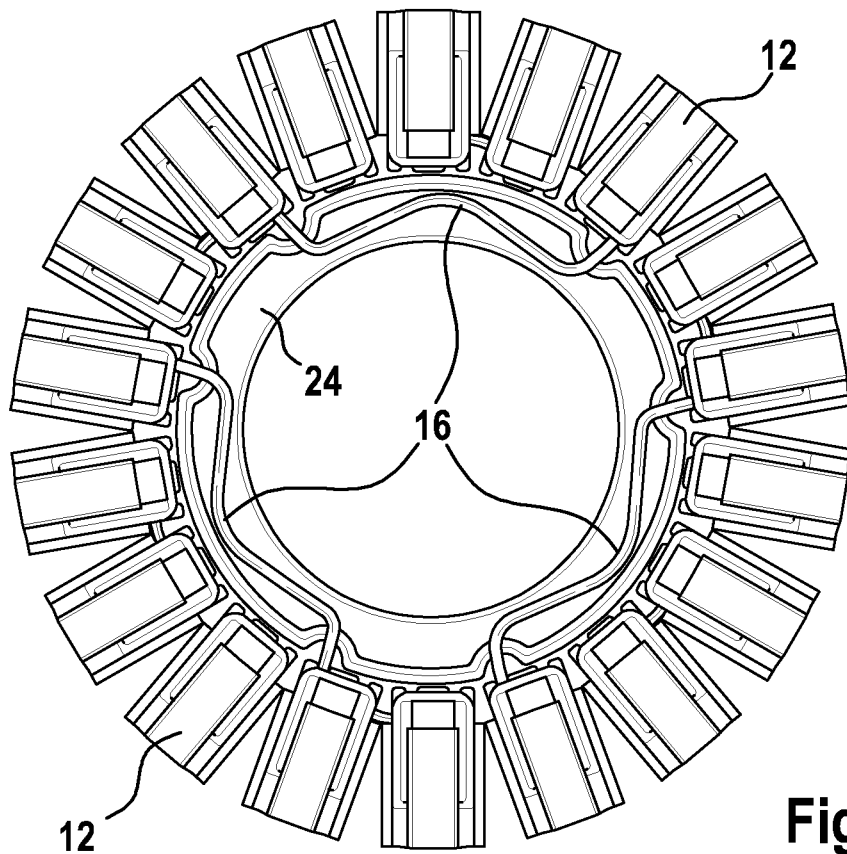


Fig. 4c

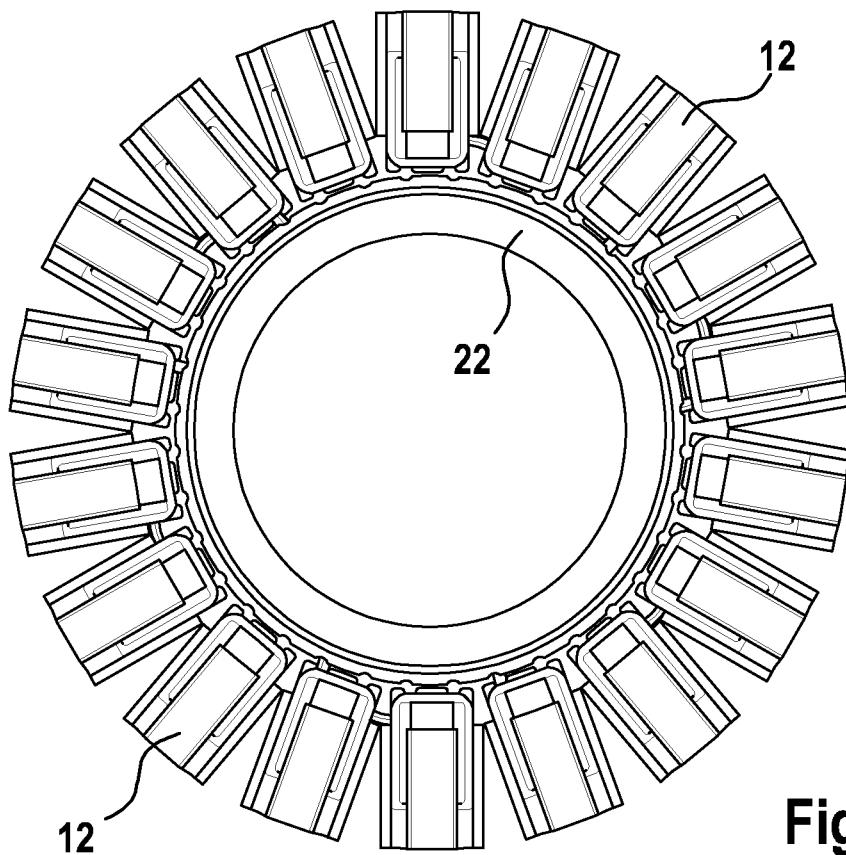


Fig. 4d

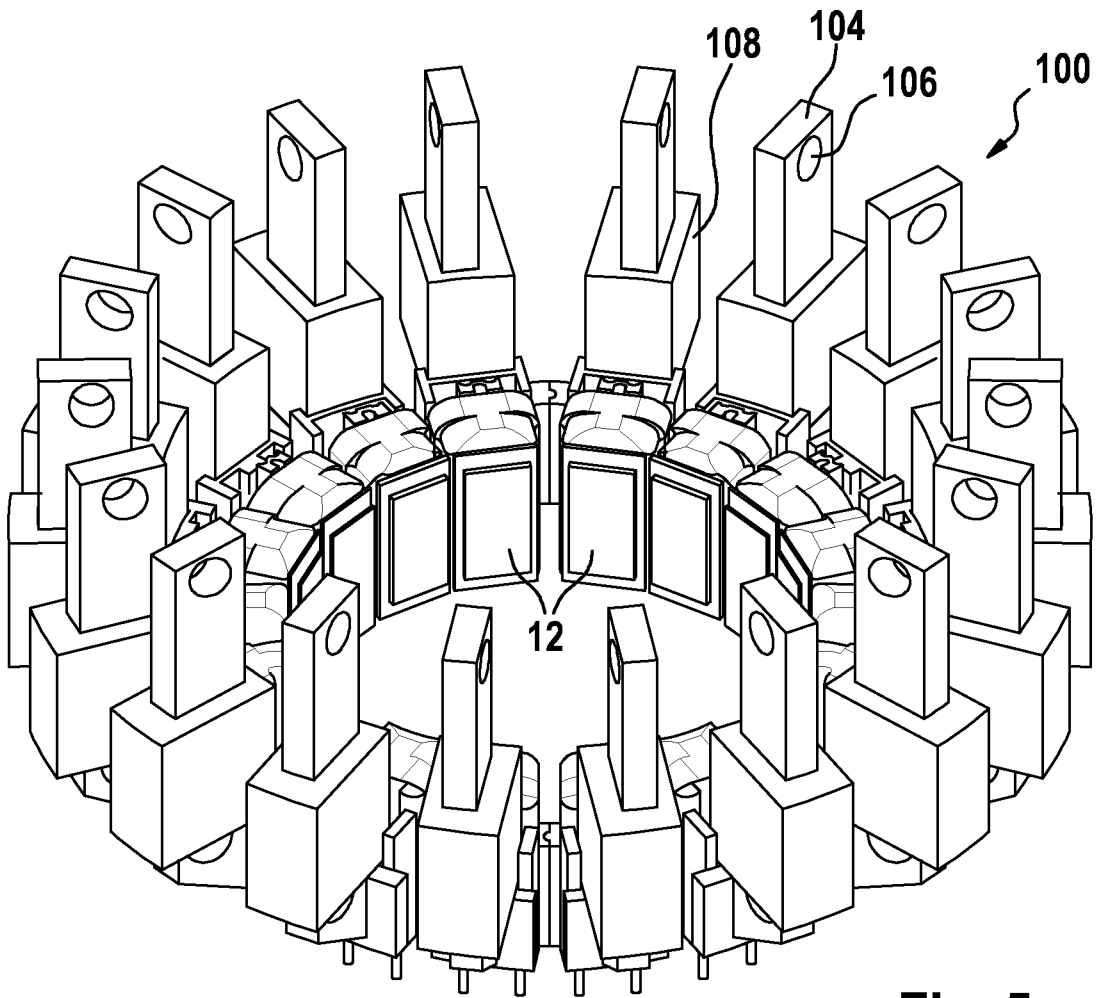


Fig. 5

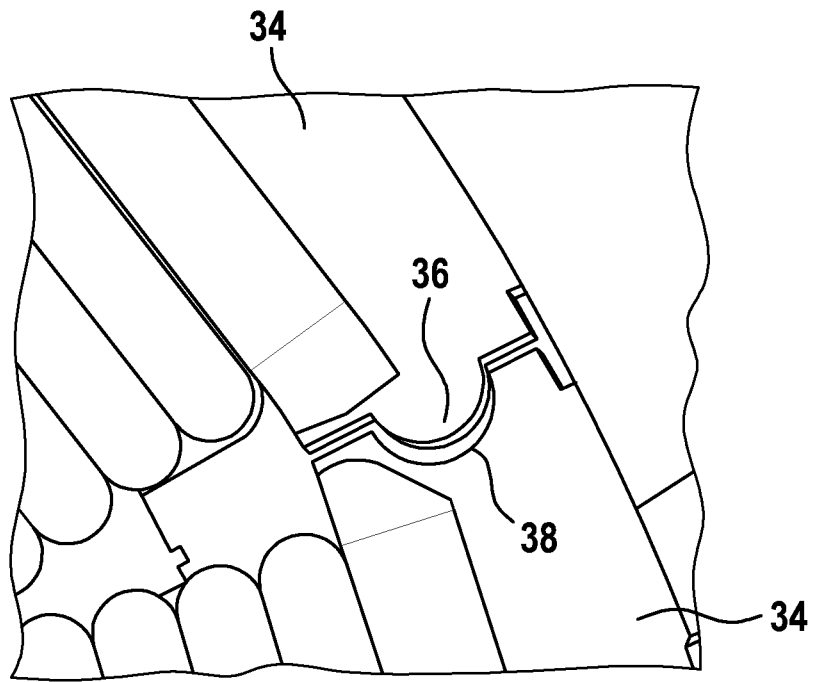


Fig. 6a

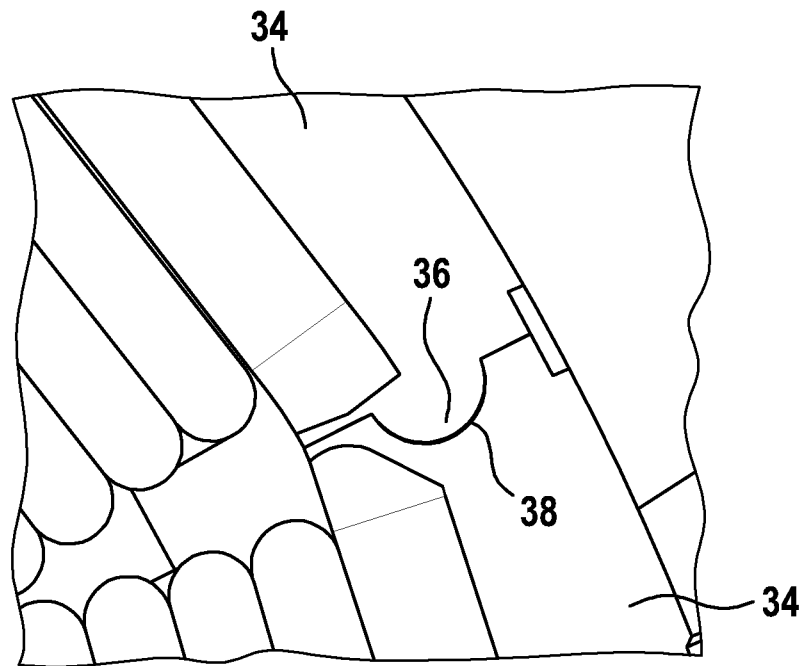


Fig. 6b

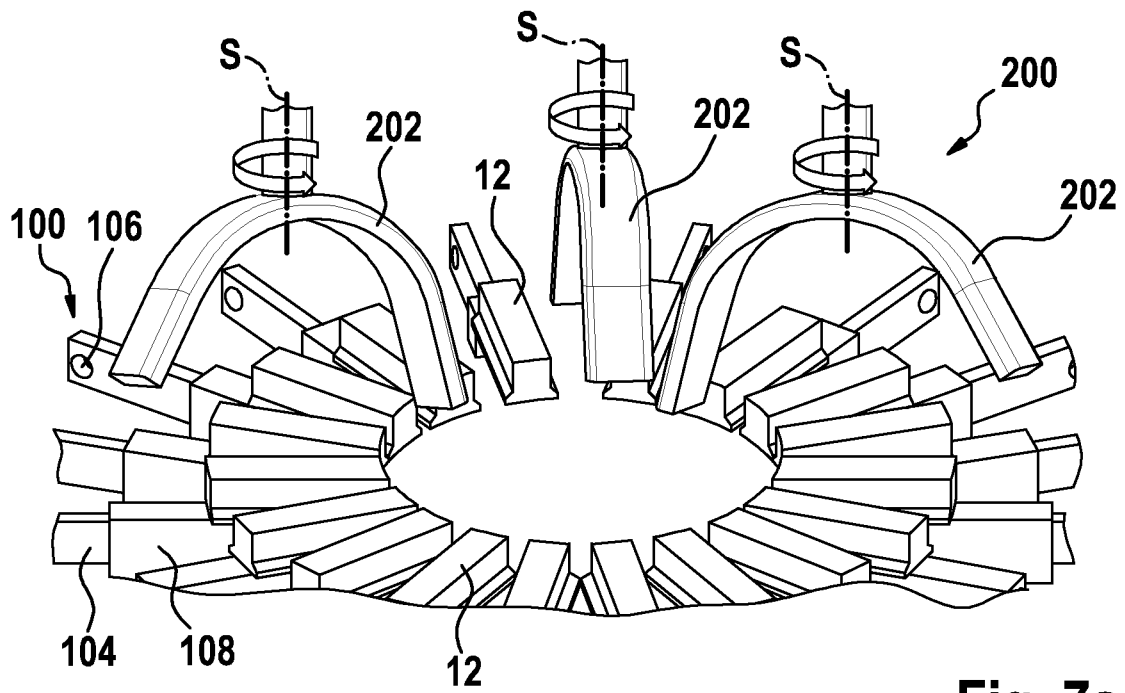


Fig. 7a

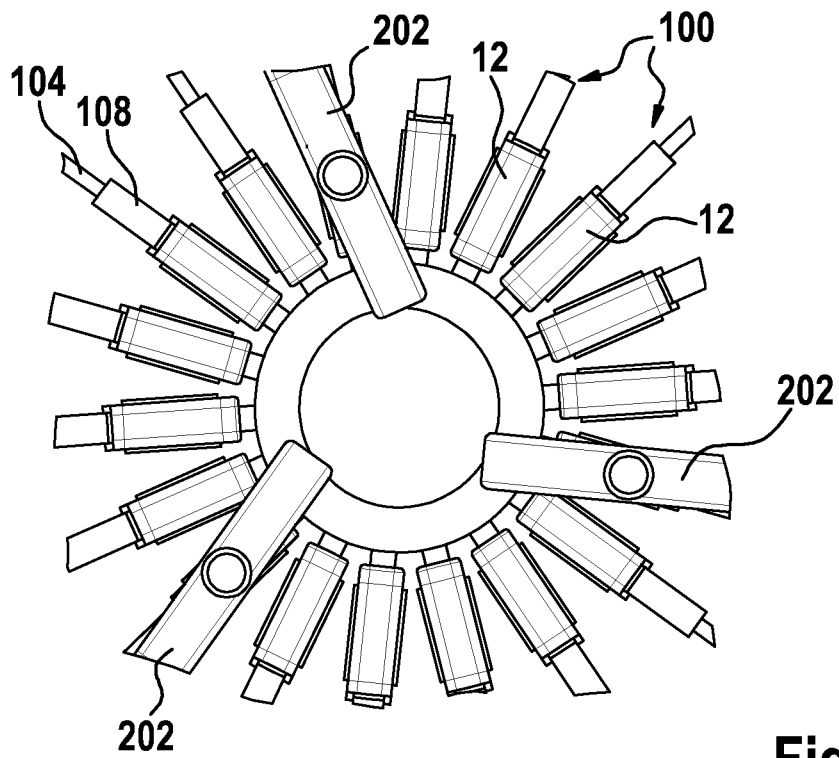


Fig. 7b

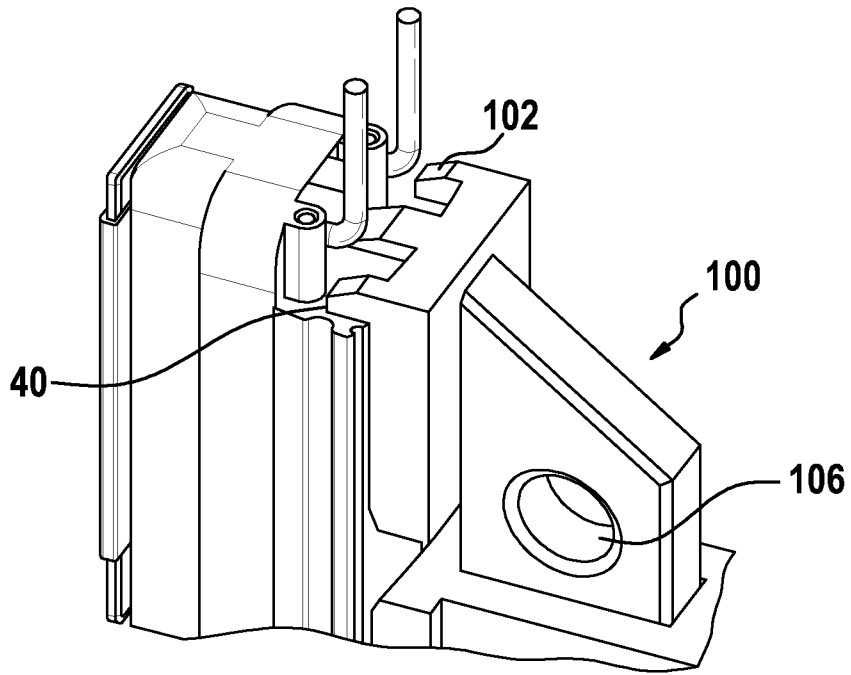


Fig. 8

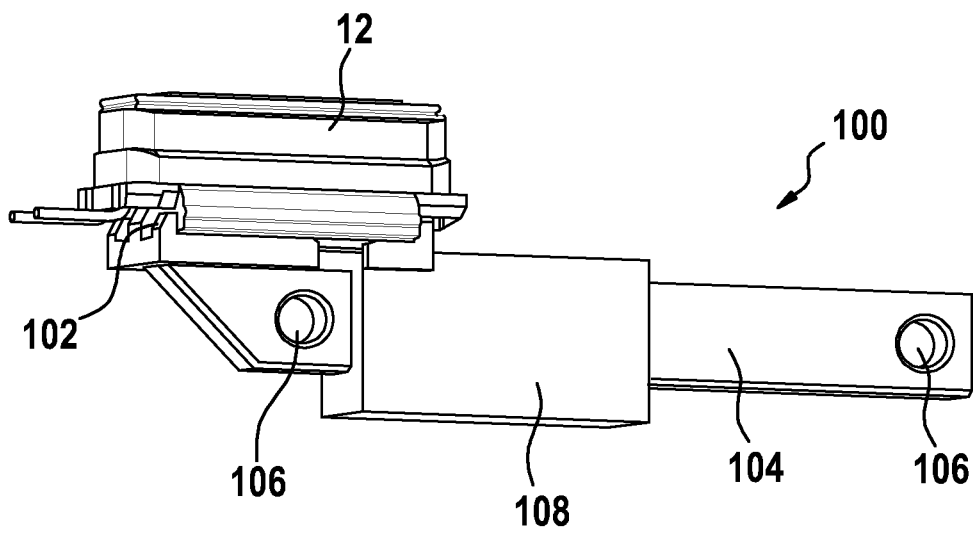


Fig. 9