



(10) **DE 10 2014 201 637 A1** 2015.07.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 201 637.1**
(22) Anmeldetag: **30.01.2014**
(43) Offenlegungstag: **30.07.2015**

(51) Int Cl.: **H02K 15/00 (2006.01)**
H02K 15/095 (2006.01)
H02K 3/50 (2006.01)

(71) Anmelder:
OVALO GmbH, 65555 Limburg, DE

(74) Vertreter:
**GH-Patent Patentanwaltskanzlei, 65307 Bad
Schwalbach, DE**

(72) Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	20 2005 016 915	U1
DE	20 2009 000 415	U1
DE	21 2006 000 034	U1
DE	314 459	A
AT	513 114	A1
US	7 265 472	B2
EP	1 526 628	B1

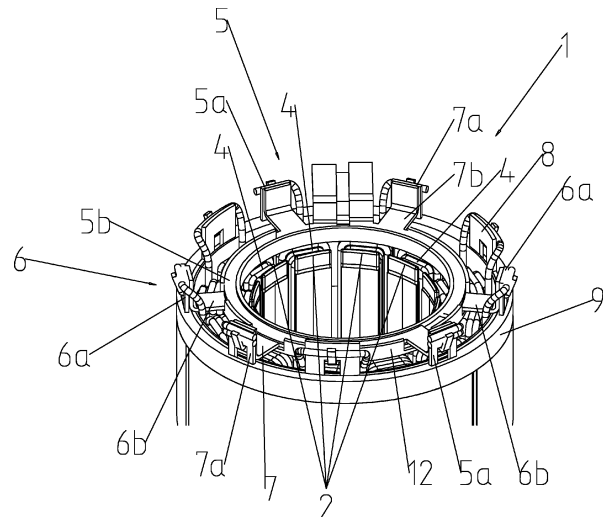
**Gottkehaskamp, R.: Optimal gefertigt –
Systematischer Entwurf von dreisträngigen
Zahnspulenwicklungen bürstenloser Motoren. In:
antriebstechnik, 2007, Heft 10, S. 30-35.**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Stromschiene für einen Stator, Stator, Elektromotor und Verfahren zum Herstellen eines Stators**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Stators, der mehrere Statorpole und wenigstens eine Stromschiene zum elektrischen Verbinden der Enden der Wicklungen unterschiedlicher Statorpole aufweist. Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Stromschiene mehrteilig ausgebildet ist und mehrere Halteteile, an denen jeweils wenigstens ein Wickeldraht fixierbar ist, und ein Verbindungsteil zum elektrischen Verbinden der Halteteile aufweist, und dass zeitlich vor einem Wickelvorgang zunächst die Halteteile an einem Trägerbauteil angeordnet werden und anschließend der Wickelvorgang erfolgt, bei dem wenigstens ein Wickeldraht auf Statorzähne aufgewickelt und an den Halteteilen fixiert wird. Zeitlich nach dem Wickelvorgang wird die Stromschiene dadurch zusammengesetzt, dass die Halteteile mittels des Verbindungsteils elektrisch leitend verbunden werden. Die Erfindung betrifft außerdem eine Stromschiene für einen Stator und einen Stator, sowie einen Elektromotor mit einer solchen Stromschiene.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Stators, der mehrere Statorpole und wenigstens eine Stromschiene zum elektrischen Verbinden der Enden der Wicklungen unterschiedlicher Statorpole aufweist.

[0002] Die Erfindung betrifft außerdem eine Stromschiene für einen Stator und einen Stator, sowie einen Elektromotor mit einer solchen Stromschiene.

[0003] Aus EP 1 526 628 B1 ist ein Stator für einen Elektromotor, mit einem ringförmigen Statorpaket, das eine Mehrzahl von sich nach innen erstreckenden Statorzähnen aufweist, bekannt. Der Stator weist eine auf einer Stirnseite des Statorpakets angeordnete, ringförmige Verschaltungseinheit auf, die auf ihrer vom Statorpaket abgelegenen Stirnseite mit Umlenkelementen versehen ist. Die ringförmige Verschaltungseinheit weist ein aus elektrisch nicht leitfähigem Material bestehendes Trägerbauteil mit einem Hohlraum auf, wobei in dem Hohlraum mehrere elektrisch voneinander isolierte Schaltringe angeordnet sind. Jeder Schaltring weist Kontaktelemente auf, die durch Schlitze nach außen geführt sind. Bei diesem Stator sind die Kontaktringe hochkant nebeneinander stehend angeordnet. Eine solche Anordnung ist nachteiliger Weise nur bei Motoren mit Delta-Schaltung, also nicht bei Motoren mit Sternpunkt-schaltung, verwendbar. Außerdem ist die Stirnkappe durch die Anordnung der Kontaktringe sehr dick und versperrt den Zugang zu den Statorzähnen, das Bewickeln, sowie das Befestigen des Wickeldrahtes durch Schweißen oder Löten sehr erschwert. Außerdem sind die Phasenabgänge räumlich problematisch.

[0004] Aus DE 2009 000 415 U1 ist ein elektronisch kommutierter Motor mit einem Rotor, der um eine gedachte Achse drehbar ist, und mit einer Statoranordnung, in welcher eine durch die Zahl drei oder ein ganzzahliges Vielfaches hiervon ganzzahlig teilbare Zahl von ausgeprägten Statorpolen vorgesehen ist, bekannt. Den Stator Polen sind Spulen zugeordnet, welchen zu ihrem elektrischen Anschluss hochkant angeordnete Stromschienen zugeordnet sind, die in einem Isolierteil angeordnet sind. Die Stromschienen weisen jeweils einen zentralen Abschnitt auf, der in einem mittleren Abstand von der gedachten Achse des Rotors verläuft. Außerdem weisen die Stromschienen jeweils einen ersten Endabschnitt auf, der in einem ersten Abstand von der gedachten Achse verläuft und der kleiner ist als der mittlere Abstand. Der erste Abschnitt geht über eine erste Umlenkstelle in den zentralen Abschnitt über. Die Stromschienen sind voneinander isoliert und ineinander geschachtelt, wobei die Möglichkeit einer Verschiebung der Stromschienen in Umfangsrichtung in einem vorgegebenen Winkelbereich mechanisch be-

grenzt ist. Auch dieser Stator ist wegen der hochkant ineinander geschachtelten Stromschienen nur für Motoren mit Delta-Schaltung, jedoch nicht für Motoren in Sternpunkt-schaltung, geeignet. Darüber hinaus beansprucht der Stator aufgrund der besonderen Anordnung der Stromschienen radial sehr viel Bauraum.

[0005] Aus DE 21 2006 000 034 U1 ist ein Stator für einen elektronisch kommutierten Elektromotor mit einem zylinderförmigen Mantel und mehreren nach innen, gegen die Zylinderachse gerichteten Polen aus ferromagnetischem Material bekannt, wobei die Pole einen zylinderförmigen Hohlraum zur Aufnahme eines Rotors umschließen. Jeder Pol ist mit einer Wicklung mit mehreren Drahtwindungen versehen. Die Windungen der Wicklungen sind ohne Unterbruch nacheinander um die Pole gewickelt angeordnet. Die Kontaktierung zur Beschaltung der Wicklungsanordnung und die Zusammenführung der Wicklungen zu einer dreiphasigen Anordnung mit drei Wicklungsanschlüssen erfolgt über einen Kontaktring mit elektrischen Leitern. Die Herstellung eines solchen Stators ist umständlich. Darüber hinaus benötigt ein solcher Stator viel Bauraum.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein automatisiert ausführbares Verfahren zum Herstellen eines besonders kompakten Stators, der auch eine Sternpunkt-schaltung erlaubt, anzugeben.

[0007] Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, das dadurch gekennzeichnet ist, dass

- a. die Stromschiene mehrteilig ausgebildet ist und mehrere Halteteile, an denen jeweils wenigstens ein Wickeldraht fixierbar ist, und ein Verbindungsteil zum elektrischen Verbinden der Halteteile aufweist, und dass
- b. zeitlich vor einem Wickelvorgang zunächst die Halteteile an einem Trägerbauteil angeordnet werden und anschließend der Wickelvorgang erfolgt, bei dem wenigstens ein Wickeldraht auf Statorzähne aufgewickelt und an den Halteteilen fixiert wird, und dass
- c. zeitlich nach dem Wickelvorgang die Stromschiene dadurch zusammengesetzt wird, dass die Halteteile mittels des Verbindungsteils elektrisch leitend verbunden werden.

[0008] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Stromschiene für einen Stator anzugeben, die es erlaubt, den Stator automatisiert herzustellen und dennoch kompakt und bauraumsparend auszubilden.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Stromschiene gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Stromschiene aus mehreren separaten Teilen, nämlich zumindest aus mehreren Halteteilen, an de-

nen jeweils ein Wickeldraht fixierbar ist, und aus einem Verbindungsteil zum elektrischen Verbinden der Halteteile nach einem Wickelvorgang, zusammengesetzt ist oder zusammensetzbar ist.

[0010] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Stator und einen Elektromotor anzugeben, die besonders kompakt ausgebildet sein können.

[0011] Diese Aufgabe wird durch einen Elektromotor bzw. einen Stator gelöst, der eine erfindungsgemäße Stromschiene aufweist.

[0012] Die erfindungsgemäße Stromschiene hat den ganz besonderen Vorteil, dass ein schnelles, effizientes und präzises Bewickeln der Statorzähne ermöglicht ist, bei dem die zur Kontaktierung nötigen Drahtschleifen bereits während des Wickelvorganges an den Halteteilen befestigt werden können und bei dem die Statorzähne nicht störend durch eine Stromschiene oder Teile einer Stromschiene verdeckt sind. Durch den mehrteiligen Aufbau der Stromschiene können zunächst ausschließlich die Halteteile der Stromschiene verwendet werden, die für den Wickelvorgang von Nöten sind, während das für den Wickelvorgang nicht relevante Verbindungsteil der Stromschiene erst nach dem Wickelvorgang eingefügt und elektrisch leitend mit den Halteteilen verbunden wird, so dass es während des Wickelvorganges nicht stört.

[0013] Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass eine Stromschiene, die elektrisch den Nullleiter zugeordnet ist und die auch als Sternpunkt-schiene bezeichnet werden könnte, vor den übrigen Stromschienen und vor dem Beginn des Bewickelns der Statorpole eingelegt wird.

[0014] Für die allermeisten Anwendungen ist es zweckmäßig, wenn die Stromschiene mehrere Halteteile, an denen jeweils wenigstens ein Wickeldraht fixierbar ist, aufweist. Allerdings ist es, beispielsweise wenn der Stator lediglich 3 Statorpole aufweist, auch möglich die Stromschiene der ad auszubilden, dass sie lediglich ein einziges Halteteil, an dem wenigstens ein Wickeldraht fixierbar ist, aufweist.

[0015] Die elektrisch leitende Verbindung des Verbindungsteils mit den Halteteilen kann beispielsweise durch Schweißen oder durch Löten erfolgen. Grundsätzlich gibt es hinsichtlich der Möglichkeiten zum Verbinden des Verbindungsteil seinen Halteteilen keine grundsätzlichen Einschränkungen. Insoweit kann die jeweilige Verbindung formschlüssiger und/oder stoffschlüssiger und/oder kraftschlüssiger Art sein. Beispielsweise kann eine Formschlussverbindung durch Pressen oder durch Krippen oder durch Nieten erfolgen. Alternativ oder zusätzlich ist es insbesondere auch möglich, dass das Verbinden durch Ultraschallschweißen erfolgt.

[0016] Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass jeweils ein Halteteil mit dem Verbindungsteil durch einen Schweißvorgang verbunden wird, bei dem gleichzeitig auch ein an dem Halteteil, beispielsweise durch einhängen, fixierter Wickeldraht mit verschweißt oder verlötet wird. Für den Fall, dass ein Statorpol, wie weiter unten noch ausführlicher beschrieben ist, mit zueinander parallel geschalteten Wickeldrähten gewickelt wird, kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass gleichzeitig und in einem Vorgang die mehreren Wickeldrähte zusammen mit dem Halteteil und dem Verbindungsteil, insbesondere durch Schweißen oder Löten, befestigt werden.

[0017] Beispielsweise können die Halteteile jeweils mindestens einen Haken aufweisen, in den der Wickeldraht jeweils zum Fixieren an dem Halteteil, vorzugsweise mittels eines Nadelwicklers, mit dem auch die Statorzähne verwickelt werden, eingehängt wird. Insbesondere kann zusätzlich vorgesehen sein, dass der wenigstens eine, jeweils an den Halteteilen fixierte Wickeldraht nach dem Wickelvorgang mit dem Halteteil zusätzlich stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen oder Löten, oder kraftschlüssig, insbesondere durch Pressen, verbunden wird. Nach der zusätzlichen Verbindung kann ein Auftrennen des Wickeldrahts an den hierfür vorgesehenen Stellen erfolgen, um die Spulen elektrisch voneinander zu trennen, die unterschiedlichen Phasen zuzuordnen sind.

[0018] Die Halteteile und/oder das Verbindungsteil können vorteilhaft insbesondere als Blechbiegeteile oder als Stanzbiegeteile ausgebildet sein. Derartige Ausführungen sind einerseits besonders kostengünstig herstellbar und darüber hinaus besonders robust.

[0019] Bei einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass die Halteteile und/oder das Verbindungsteil im Wesentlichen flach ausgebildet sind, was eine raumsparende Anordnung dieser Bauteile, insbesondere auch in Stapelbauweise, ermöglicht. Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass das Verbindungsteil zunächst durch einen Stanzprozess aus einem Blech heraus gestanzt wird und anschließend Vorsprünge, die dazu bestimmt sind mit den Halteteil verbunden zu werden oder selbst die Halteteil zu bilden, bei einem Umformungsprozess, beispielsweise durch Abwinkeln in axiale Richtung, herausgebildet werden.

[0020] Insbesondere kann zusätzlich auch vorgesehen sein, dass die Vorsprünge, die dazu bestimmt sind mit den Halteteil verbunden zu werden oder selbst die Halteteil zu bilden, mit einer Kröpfung versehen werden; dies beispielsweise um zu erreichen, dass sämtliche Halteteile mehrerer Stromschienen den gleichen Radialabstand zu einer Mittelachse des Stators aufweisen.

[0021] Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist vorgesehen, dass das Verbindungsteil ein flaches Ringsegment aufweist, das sich in einer zur Mittelachse des Stators senkrechten Ebene erstreckend angeordnet wird. Insbesondere kann hierbei vorgesehen sein, dass sich von dem Ringssegment ausgehend in radialer und/oder axialer Richtung, insbesondere abgewinkelte, Kontaktelemente nach außen erstrecken, die mit den Halteteilen elektrisch leitend verbunden werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sich die abgewinkelten Enden der Kontaktelemente bei zusammengebauter Stromschiene flächig an die Halteteile anschmiegen.

[0022] Bei besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass die Halteteile vor einem Wickelvorgang, insbesondere äquidistant zueinander, in gleichem Abstand zur Mittelachse des herzustellenden Stators angeordnet werden und/oder dass die Halteteile, insbesondere äquidistant zueinander, in derselben, zur Mittelachse des herzustellenden Stators senkrechten Ebene angeordnet werden.

[0023] Insbesondere kann vorteilhaft auch vorgesehen sein, dass die Halteteile im Wesentlichen flach ausgebildet sind und sich jeweils in einer Tangentialebene des herzustellenden Stators oder in einer zur Tangentialebene des herzustellenden Stators parallelen Ebene erstreckend an dem Trägerbauteil angeordnet werden.

[0024] Es kann insbesondere auch vorgesehen sein, dass die Halteteile in Einstecktaschen des Trägerbauteils eingesteckt werden und/oder dass die Halteteile axial in axial ausgerichtete Einstecktaschen des Trägerbauteils eingesteckt werden. Alternativ hierzu kann auch vorgesehen sein, dass die Halteteile in einem Spritzgussprozess bei der Herstellung des Trägerbauteils als Einlegeteil teilweise umspritzt werden.

[0025] Die vorgenannten Anordnungen der Halteteile ermöglichen ein effizientes Bewickeln und einen kompakten Aufbau des Stators.

[0026] Bei einer besonderen, radial besonders raumsparenden Ausführung werden das Trägerbauteil und/oder die Haltebauteile und/oder das Verbindungsteil axial versetzt zu den Statorpolen angeordnet. Bei einer anderen, axial besonders raumsparenden Ausführung werden das Trägerbauteil und/oder die Haltebauteile und/oder das Verbindungsteil axial auf der Höhe der Statorpole angeordnet. Bei einer anderen Ausführungsform ist vorgesehen, dass zumindest eine Stromschiene radial nach außen versetzt ist.

[0027] Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist vorgesehen, dass das Verbindungsteil nach dem Zusammensetzen der Stromschiene einen Raum begrenzt, der für einen Rotor bestimmt ist, und/

oder dass die Stromschiene erst zeitlich nach einem Einfügen eines Rotors in den Stator durch Einfügen des Verbindungsteils zusammengesetzt wird. Alternativ ist es natürlich auch möglich, den Rotor von nicht von der Seite einzuführen, auf der die Stromschienen angeordnet sind, sondern von der anderen Seite des Stators. Diese Ausführungen haben den besonderen Vorteil, dass der Stator besonders kompakt ausgebildet sein kann, weil der zum Einfügen des Rotors nötige Raum nach dem Einfügen des Rotors für das Verbindungsteil verwendet werden kann.

[0028] Bei einer ganz besonders vorteilhaften Ausführung ist vorgesehen, dass mehrere erfindungsgemäße Stromschienen verwendet und unterschiedlichen Gruppen von Statorpolen zugeordnet werden, und/oder dass mehrere erfindungsgemäße Stromschienen verwendet werden, die jeweils die Wicklungen der Statorpole einer von mehreren unterschiedlichen Gruppen von Statorpolen elektrisch leitend miteinander verbinden. Hierbei kann insbesondere vorteilhaft vorgesehen sein, dass jede Gruppe einer eigenen elektrischen Phase oder dem Nulleiter zugeordnet ist.

[0029] Es kann insbesondere vorgesehen sein, dass die den elektrischen Phasen zugeordneten Stromschienen in erfindungsgemäßer Weise ausgebildet sind, während die dem Nulleiter zugeordnete Stromschiene, die man auch als Sternpunktschiene bezeichnen könnte, anders ausgebildet ist. Insbesondere kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass die den elektrischen Phasen zugeordneten Stromschienen erfindungsgemäß und flach ausgebildet, sowie axial gestapelt angeordnet werden, während die dem Nulleiter zugeordnete Stromschiene zylinderabschnittförmig ausgebildet und koaxial hochkant angeordnet ist. Eine solche Ausführung ist einerseits hinsichtlich der elektrischen Anschließbarkeit besonders vorteilhaft und kann andererseits dennoch sehr kompakt ausgebildet werden.

[0030] Einer besonderen Ausführung weisen die Verbindungsteile wenigstens zweier Stromschienen, insbesondere die Verbindungsteile von genau drei Stromschienen, jeweils ein flaches Ringsegment auf, die axial übereinander gestapelt jeweils in einer zur Mittelachse des Stators senkrechten Ebene angeordnet sind. Hierbei kann es sich insbesondere um die Stromschienen handeln, die den elektrischen Phasen zugeordnet sind.

[0031] Bei einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass die Verbindungsteile wenigstens zweier Stromschienen, insbesondere die Verbindungsteile von genau drei Stromschienen, in einer Stromschienenaufnahme angeordnet werden. In der Stromschienenaufnahme können die Stromschienen derart gehalten sein, dass Sie elektrisch voneinander getrennt sind. Alternativ ist es auch möglich, dass zwi-

schen den Stromschienen jeweils eine Isolierschicht eingefügt wird.

[0032] Ein besonders schnelles und effizientes Bewickeln kann dadurch erreicht werden, dass alle Statorzähne zunächst mit einem durchgehenden Wickeldraht oder mit mehreren durchgehenden Wickeldrähten bewickelt werden und dass nach dem Wickelvorgang ein Auftrennen erfolgt.

[0033] Das Trägerbauteil für die Halteteile ist vorzugsweise aus einem nichtleitenden Material gefertigt. Bei einer besonderen Ausführung ist das Trägerbauteil zylinderförmig oder ringförmig ausgebildet ist und weist stirnseitig die Öffnungen von Einstecktaschen für die Haltebauteile auf. Alternativ kann, wie bereits erwähnt, auch vorgesehen sein, dass die Halteteile in das Trägerbauteil und/oder eine dem Nullleiter zugeordnete Stromschiene, die man auch als Sternpunktschiene bezeichnen könnte, spritzguss-technisch eingespritzt sind.

[0034] Um den Zusammenbau zu erleichtern und um ein versehentliches Lösen der Halteteile vor dem Bewickeln zu verhindern kann zumindest eine fixiert Vorrichtung zum vorübergehenden fixieren des Halteteils bzw. der Halteteil während der Herstellung vorgesehen sein. Hierbei kann es sich um ein Bauteil handeln, dass nach dem Bewickeln wieder entfernt wird. Bei einer besonderen Ausführung handelt es sich um ein oder mehrere kostengünstigere Bauteile, die insbesondere als Spritzgußteile ausgebildet sein können, die nach dem Bewickeln nicht entfernt werden.

[0035] Bei einer besonderen Ausführung ist vorgesehen, dass auf einen Statorzahn mehrere, zueinander elektrisch parallel geschaltete Wicklungen aufgewickelt werden. Eine solche Ausführung parallel geschalteter Spulen hat den ganz besonderen Vorteil, dass ein höherer Füllfaktor erreicht werden kann. Dank der vorliegenden Erfindung kann nämlich, da die Statorzähne weitgehend frei zugänglich sind, sehr filigran mit einem dünnen Wickeldraht und mit einer filigranen Nadel eines Nadelwinklers bewickelt werden.

[0036] Der Stator kann vorteilhaft besondere zur Verwendung für einen elektronisch kommutierten Dreiphasenmotor ausgebildet sein. Insbesondere kann auch vorgesehen sein, dass die Statorpole in Sternschaltung miteinander verschaltet werden.

[0037] Einer besonderen Ausführung weist der Stator ein ganzzahliges Vielfaches von 3 Statorpolen auf. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Stator genau 12 Statorpole, nämlich 3 Gruppen à 4 Statorpole aufweist, wobei vorzugsweise jeder Gruppe eine elektrische Phase zugeordnet ist.

[0038] In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben, wobei gleiche oder gleich wirkende Elemente zumeist mit denselben Bezugszeichen versehen sind.

[0039] Fig. 1 zeigt eine Detailansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Stators **1**. Der Stator **1** weist mehrere Statorpole **2** auf, wobei jeder Statorpol **2** einen Statorzahn **3** mit einem auf den Statorzahn **3** gewickelten Wickeldraht **4** aufweist.

[0040] Der Stator **1** weist drei mehrteilig ausgebildete Stromschienen, nämlich eine erste Stromschiene **5**, eine zweite Stromschiene **6** und eine dritte Stromschiene **7** auf. Jede der Stromschienen **5**, **6**, **7** ist einer elektrischen Phase zugeordnet. Darüber hinaus weist der Stator **1** eine weitere Stromschiene **8** auf, die den Nullleiter zugeordnet ist.

[0041] Wie bereits erwähnt kann alternativ auch vorgesehen sein, dass ein Statorpol mit zueinander parallel geschalteten Wickeldrähten gewickelt wird. In einem solchen Fall ist es möglich, die mehreren Wickeldrähte jeweils an dem jeweiligen Halteteil **5a**, **6a**, **7a** zu befestigen.

[0042] Die erste Stromschiene **5** weist zwei Halteteile **5a** auf, die an einem nichtleitenden Trägerbauteil **9** befestigt sind. Konkret sind die Halteteile **5a** axial in Einstecktaschen des ringförmig ausgebildeten Trägerbauteils **9** eingesteckt. An den Halteteilen **5a** ist jeweils ein Wickeldraht **4** durch ein hängen in einen nach außen gerichteten Haken fixierbar. Der Haken könnte auch nach innen gerichtet sein.

[0043] Die erste Stromschiene **5** weist außerdem ein Verbindungsteil **5b** zum elektrischen Verbinden der Halteteile **5a**, insbesondere nach einem Wickelvorgang, auf. Das Verbindungsteil **5b** ist separat in Fig. 6 dargestellt.

[0044] Die zweite Stromschiene **6** und die dritte Stromschiene **7** sind im Wesentlichen gleichartig aufgebaut, wie die erste Stromschiene **5**.

[0045] Die zweite Stromschiene **6** weist zwei Halteteile **6a** auf, die an dem nichtleitenden Trägerbauteil **9** befestigt sind. Die zweite Stromschiene **6** weist außerdem ein Verbindungsteil **6b** zum elektrischen Verbinden der Halteteile **6a**, insbesondere nach einem Wickelvorgang, auf. Das Verbindungsteil **6b** ist separat in Fig. 5 dargestellt.

[0046] Die dritte Stromschiene **7** weist zwei Halteteile **7a** auf, die an dem nichtleitenden Trägerbauteil **9** befestigt sind. Die dritte Stromschiene **7** weist außerdem ein Verbindungsteil **7b** zum elektrischen Verbinden der Halteteile **7a**, insbesondere nach einem Wi-

ckelvorgang, auf. Das Verbindungsteil **7b** ist separat in **Fig. 4** dargestellt.

[0047] Es ist in der Figur deutlich zu erkennen, dass die Verbindungsteile **6a**, **6b**, **6c** axial über den bewickelten Statorzähnen **3** angeordnet sind. Diese Anordnung ist nur deshalb möglich, weil die für den Wickelvorgang nicht relevanten Verbindungsteile **5b**, **6b**, **7b** nach dem Wickelvorgang eingefügt werden können, so dass sie während des Deckelvorgangs den Zugang zu den Statorzähnen **3** nicht versperren.

[0048] Die den Nullleiter zugeordnete weitere Stromschiene **8** ist im wesentlichen Zylinderabschnitt förmig ausgebildet und axial hochkant ausgerichtet. Die weitere Stromschiene **8** ist separat in **Fig. 7** dargestellt.

[0049] Die Verbindungsteile **5b**, **6b**, **7b** sind Stromschieneaufnahme **12** gehalten. Die Stromschieneaufnahme **12** ist als separates Bauteil in **Fig. 3** dargestellt. Stromschieneaufnahme **12** weist eine Nut auf, in der die Verbindungsteile **5b**, **6b**, **7b** in axialer Richtung übereinander gestapelt und elektrisch voneinander isoliert angeordnet werden.

[0050] Ein Halteteil **5a**, **6a**, **7a** ist separat in **Fig. 8** dargestellt.

[0051] **Fig. 2** zeigt das einstückig zusammen mit den Statorzähnen **3**, beispielsweise als Spritzgussbauteil, hergestellte Trägerbauteil **9**. Wie bereits erwähnt, weist das Trägerbauteil **9** Einstecktaschen **10** für die Halteteile **5a**, **6a**, **7a** auf. Außerdem weist das Trägerbauteil **9** eine Nut **11** auf, in die die weitere Stromschiene **8** eingesteckt werden kann.

[0052] **Fig. 9** zeigt in einer besonderen Darstellung, bei der der besseren Übersicht halber insbesondere die Statorpole **2** und das Trägerbauteil **9** weggelassen sind, die Anordnung der Stromschienen **5**, **6**, **7** und der Stromschieneaufnahme **12**. Die Stromschienen **5**, **6**, **7** weisen Kontaktanschlüsse **5c**, **6c**, **7c** auf, die beispielsweise mittels Steckverbindern angeschlossen werden können.

[0053] Der Stator weist bei diesem Ausführungsbeispiel zwölf Statorpole auf, deren Spulen wie in **Fig. 10** gezeigt miteinander verschaltet sind.

[0054] Ein möglicher Wickelvorgang erfolgt beispielsweise in drei Schritten, wobei beispielsweise bei dem Phasenabgang A begonnen und die ersten zwei Statorzähne in Reihe gewickelt werden. Dann wird über den Sternpunkt S und nachfolgend über die nächsten **2** Statorzähne in Reihe bis hin zum Phasenabgang B gewickelt. Dies ist in **Fig. 12** dargestellt.

[0055] Das Gleiche erfolgt dann von dem Phasenabgang B über den Sternpunkt S zu dem Phasenab-

gang C und schließlich zurück vom Phasenabgang C über den Sternpunkt S zum Phasenabgang A.

[0056] Eine andere Möglichkeit des Bewickelns wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die **Fig. 1** und **Fig. 13** erläutert: so kann beispielsweise das Bewickeln an dem Halteteil **5a** begonnen werden, wobei zunächst die beiden diesen Halteteil **5a** benachbarten Statorpole bewickelt werden. Anschließend wird der Wickeldraht über das gegen den Uhrzeigersinn neben dem Halteteil **5a** angeordnete Halteteil **8** geführt. Das Bewickeln wird anschließend gegen den Uhrzeigersinn fortgesetzt; erfolgt also über die beiden nächsten Statorpole zu dem Halteteil **6a** usw.

[0057] Alternativ kann beispielsweise auch nach dem ersten Durchgang von Phasenabgang A über den Standpunkt S zu Phasenabgang B, in umgekehrte Richtung dieselben Spulen von Phasenabgang B über den Sternpunkt S zu Phasenabgang A gewickelt werden. Die anderen beiden Durchgänge erfolgen auch in umgekehrte Reihenfolge. Damit erzeugt man die parallelen Spulen auf einem Statorzahn.

[0058] Wie bereits erwähnt, kann mehrmals über einen Statorzahn gewickelt werden. Damit können parallele Spulen auf einem Statorzahn erzeugt werden. Der Vorteil besteht darin, dass man mit einem dünnen Draht wickeln kann, um einen höheren Kupferfüllfaktor zu erreichen. Je dünner der Draht ist, desto kleiner kann der Nadelwickler sein, was sich auf den Kupferfüllfaktor positiv auswirkt. Ein dicker Draht braucht eine dicke und stabilere Nadel, die die Nutfläche versperren würde. Außerdem kann man dicke Drähte schlecht in Engstellen einlegen. Der direkte, in **Fig. 11** dargestellte Vergleich zeigt eine Kupferfüllfaktor-Erhöhung von 25 % bis zu 45 %. 100 % wäre wenn die komplette Nut mit reinem Kupfer voll wäre.

[0059] **Fig. 11** zeigt exemplarisch drei unterschiedliche Ausschnitte **13**, **14**, **15** aus unterschiedlichen Statoren, wobei die Ausschnitte **13**, **14**, **15** in eine einzige schematischen Darstellung zusammengefügt sind. Zur Klarheit sei angemerkt, dass **Fig. 11** keinen Stator zeigt, der wirklich herstellbar ist; vielmehr dient die Darstellung lediglich dem Vergleich des Füllfaktors bei unterschiedlicher Bewicklung. In der Praxis ist es von Vorteil, wenn sämtliche Statorpole auf die gleiche Art gewickelt sind.

[0060] Der erste Ausschnitt **13** zeigt einen Querschnitt bei einer einfachen Bewicklung. Der zweite Ausschnitt **14** zeigt einen Querschnitt bei einer Bewicklung mit zwei zueinander parallel geschalteten, dünneren Wickeldrähten. Der dritte Ausschnitt **15** zeigt einen Querschnitt bei einer Bewicklung mit vier zueinander parallel geschalteten, noch dünneren Wickeldrähten. Es ist deutlich zu erkennen, dass bei einer Bewicklung mit zwei zueinander parallel geschalteten Wickeldrähten (Ausschnitt **14**) ein höherer Kup-

ferfüllfaktor erzielbar ist, als bei einfacher Bewicklung (Ausschnitt **13**). Außerdem ist deutlich zu erkennen, dass bei einer Bewicklung mit vier zueinander parallel geschalteten Wickeldrähten (Ausschnitt **15**) ein höherer Kupferfüllfaktor erzielbar ist, als bei Bewicklung mit zwei zueinander parallel geschalteten Wickeldrähten (Ausschnitt **14**).

[0061] Fig. 12 zeigt schematisch die mit zwei zueinander parallel geschalteten Wickeldrähten bewickelten Statorpole **2**.

Bezugszeichenliste

1	Stator
2	Statorpole
3	Statorzähne
4	Wickeldraht
5	erste Stromschiene
6	zweite Stromschiene
7	dritte Stromschiene
8	weitere Stromschiene
9	Trägerbauteil
10	Einstecktasche
11	Nut
12	Stromschieneaufnahme
13	Erster Ausschnitt
14	Zweiter Ausschnitt
15	Dritter Ausschnitt
5a, 6a, 6b	Halteteile
5b, 6b, 7b,	Verbindungssteile
5c, 6c, 7c	Kontaktanschlüsse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1526628 B1 [0003]
- DE 2009000415 U1 [0004]
- DE 212006000034 U1 [0005]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Stators, der mehrere Statorpole und wenigstens eine Stromschiene zum elektrischen Verbinden der Enden der Wicklungen unterschiedlicher Statorpole aufweist,

dadurch gekennzeichnet, dass

a. die Stromschiene mehrteilig ausgebildet ist und mehrere Halteteile, an denen jeweils wenigstens ein Wickeldraht fixierbar ist, und ein Verbindungsteil zum elektrischen Verbinden der Halteteile aufweist, und dass

b. zeitlich vor einem Wickelvorgang zunächst die Halteteile an einem Trägerbauteil angeordnet werden und anschließend der Wickelvorgang erfolgt, bei dem wenigstens ein Wickeldraht auf Statorzähne aufgewickelt und an den Halteteilen fixiert wird, und dass

c. zeitlich nach dem Wickelvorgang die Stromschiene dadurch zusammengesetzt wird, dass die Halteteile mittels des Verbindungsteils elektrisch leitend verbunden werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass

a. die Halteteile jeweils mindestens einen Haken aufweisen und das Fixieren des wenigstens einen Wickeldrahtes ein Einhängen in den Haken des Halteteils umfasst und/oder dass

b. der wenigstens eine jeweils an den Halteteilen fixierte Wickeldraht nach dem Wickelvorgang mit dem Halteteil zusätzlich stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen oder Löten, oder kraftschlüssig, insbesondere durch Pressen, oder formschlüssig verbunden wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass

a. die Halteteile und/oder das Verbindungsteil als Blechbiegeteile oder als Stanzbiegeteile ausgebildet sind und/oder dass

b. die Halteteile und/oder das Verbindungsteil im Wesentlichen flach ausgebildet sind und/oder dass

c. das Verbindungsteil ein flaches Ringsegment aufweist, das sich in einer zur Mittelachse des Stators senkrechten Ebene erstreckend angeordnet wird, und/oder dass

d. das Verbindungsteil ein flaches Ringsegment aufweist, von dem aus sich in radialer Richtung, insbesondere abgewinkelte, Kontaktelemente nach außen erstrecken, die mit den Halteteilen elektrisch leitend verbunden werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass

a. die Halteteile, insbesondere äquidistant zueinander, in gleichem Abstand zur Mittelachse des herzustellenden Stators angeordnet werden und/oder dass

b. die Halteteile, insbesondere äquidistant zueinander, in derselben, zur Mittelachse des herzustellenden

den Stators senkrechten Ebene angeordnet werden, und/oder dass

c. die Halteteile im Wesentlichen flach ausgebildet sind und sich jeweils in einer Tangentialebene des herzustellenden Stators oder in einer zur einer Tangentialebene des herzustellenden Stators parallelen Ebene erstreckend an dem Trägerbauteil angeordnet werden und/oder dass

d. die Halteteile in Einstecktaschen des Trägerbauteils eingesteckt werden und/oder dass

e. die Halteteile axial in axial ausgerichtete Einstecktaschen des Trägerbauteils eingesteckt werden und/oder dass

f. die Halteteile in einem Spritzgussprozess bei der Herstellung des Trägerbauteils als Einlegeteil teilweise umspritzt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass

a. das Trägerbauteil und/oder die Haltebauteile und/oder das Verbindungsteil axial versetzt zu den Statorpolen angeordnet werden oder dass

b. das Trägerbauteil und/oder die Haltebauteile und/oder das Verbindungsteil axial auf der Höhe der Statorpole angeordnet werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass

a. das Verbindungsteil nach dem Zusammensetzen der Stromschiene einen Raum begrenzt, der für einen Rotor bestimmt ist, und/oder dass

b. die Stromschiene zeitlich nach einem Einfügen eines Rotors in den Stator durch Einfügen des Verbindungsteils zusammengesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass

a. mehrere, jeweils mehrteilige Stromschienen verwendet und unterschiedlichen Gruppen von Statorpolen zugeordnet werden, und/oder dass

b. mehrere, jeweils mehrteilige Stromschienen, verwendet werden, die jeweils die Wicklungen der Statorpole einer von mehreren unterschiedlichen Gruppen von Statorpolen elektrisch leitend miteinander verbinden, und/oder dass

c. die Verbindungsteile wenigstens zweier Stromschienen, insbesondere die Verbindungsteile von genau drei Stromschienen, jeweils ein flaches Ringsegment aufweisen, die axial übereinander gestapelt jeweils in einer zur Mittelachse des Stators senkrechten Ebene angeordnet werden und/oder dass

d. die Verbindungsteile wenigstens zweier Stromschienen, insbesondere die Verbindungsteile von genau drei Stromschienen, in einer Stromschienenaufnahme angeordnet werden, und/oder dass

e. alle Statorzähne zunächst mit einem durchgehenden Wickeldraht oder mit mehreren durchgehenden Wickeldrähten bewickelt werden und dass nach dem Wickelvorgang ein Auftrennen erfolgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. das Trägerbauteil aus einem nichtleitenden Material gefertigt ist und/oder dass
- b. das Trägerbauteil zylinderförmig oder ringförmig ausgebildet ist und stirnseitig Öffnungen von Einstecktaschen für die Haltebauteile aufweist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einen Statorzahn mehrere, zueinander elektrische parallel geschaltete Wicklungen aufgewickelt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wickelvorgang mit einem Nadelwickler erfolgt.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. der Stator zur Verwendung für einen elektronisch kommutierten Dreiphasenmotor ausgebildet wird und/oder dass
- b. die Statorpole in Sternschaltung miteinander verschaltet werden.

12. Stator, insbesondere für einen elektronisch kommutierten Dreiphasenmotor, hergestellt mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Stromschiene für einen mehrere Statorpole aufweisenden Stator, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stromschiene aus mehreren separaten Teilen, nämlich zumindest aus mehreren Halteteilen, an denen jeweils ein Wickeldraht fixierbar ist, und aus einem Verbindungsteil zum elektrischen Verbinden der Halteteile nach einem Wickelvorgang, zusammengesetzt ist oder zusammensetzbar ist.

14. Stromschiene nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halteteile jeweils mindestens einen Haken aufweisen, in den der Wickeldraht zum Fixieren an dem jeweiligen Halteteil einhängbar ist.

15. Stromschiene nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. die Halteteile und/oder das Verbindungsteil als Blechbiegeteile oder als Stanzbiegeteile ausgebildet sind und/oder dass
- b. die Halteteile und/oder das Verbindungsteil im Wesentlichen flach ausgebildet sind und/oder dass
- c. das Verbindungsteil ein flaches Ringsegment aufweist, von dem aus sich in radialer Richtung, insbesondere abgewinkelte, Kontaktelemente nach außen erstrecken, die mit den Halteteilen elektrisch leitend verbindbar sind oder verbunden sind.

16. Stator mit einer Stromschiene nach einem der Ansprüche 13 bis 15.

17. Stator nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine jeweils an den Halteteilen fixierte Wickeldraht mit dem Halteteil zusätzlich stoffschlüssig, insbesondere durch Schweißen oder Löten, oder kraftschlüssig verbunden ist.

18. Stator nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. die Halteteile, insbesondere äquidistant zueinander, in gleichem Abstand zur Mittelachse des Stators angeordnet sind und/oder dass
- b. die Halteteile, insbesondere äquidistant zueinander, in derselben, zur Mittelachse des Stators senkrechten Ebene angeordnet sind, und/oder dass
- c. die Halteteile im Wesentlichen flach ausgebildet sind und sich jeweils in einer Tangentialebene des herzustellenden Stators oder in einer zur einer Tangentialebene des herzustellenden Stators parallelen Ebene erstreckend an dem Trägerbauteil angeordnet sind und/oder dass
- d. die Halteteile in Einstecktaschen des Trägerbauteils eingesteckt sind und/oder dass
- e. die Halteteile axial in axial ausgerichtete Einstecktaschen des Trägerbauteils eingesteckt sind, und/oder dass
- f. die Halteteile als Einlegeteile bei der Herstellung des Trägerbauteils in einem Spritzgussprozess teilweise umspritzt sind.

19. Stator nach einem der Ansprüche 16 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. das Trägerbauteil und/oder die Haltebauteile und/oder das Verbindungsteil axial versetzt zu den Statorpolen angeordnet sind oder dass
- b. das Trägerbauteil und/oder die Haltebauteile und/oder das Verbindungsteil axial auf der Höhe der Statorpole angeordnet sind.

20. Stator nach einem der Ansprüche 16 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. das Verbindungsteil ein flaches Ringsegment aufweist, das sich in einer zur Mittelachse des Stators senkrechten Ebene erstreckend angeordnet ist, und/oder dass
- b. das Verbindungsteil nach dem Zusammensetzen der Stromschiene einen Raum begrenzt, der für einen Rotor bestimmt ist, und/oder dass
- c. das die Stromschiene in einer Einführöffnung zum Einfügen eines Rotors in den Stator anordenbar sind oder angeordnet sind.

21. Stator nach einem der Ansprüche 16 bis 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Stromschiene jeweils nach einem der Ansprüche 13 bis 15 vorhanden sind.

22. Stator nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. jede der mehreren Stromschiene einer Gruppe von Statorpolen zugeordnet ist, und/oder dass

- b. jede der mehreren Stromschienen jeweils die Wicklungen der Statorpole einer von mehreren unterschiedlichen Gruppen von Statorpolen elektrisch leitend miteinander verbindet, und/oder dass
- c. die Verbindungsteile wenigstens zweier Stromschienen, insbesondere die Verbindungsteile von genau drei Stromschienen, axial übereinander gestapelt jeweils in einer zur Mittelachse des Stators senkrechten Ebene angeordnet sind und/oder dass
- d. die Verbindungsteile wenigstens zweier Stromschienen, insbesondere die Verbindungsteile von genau drei Stromschienen, in einer Stromschienenaufnahme angeordnet sind.

23. Stator nach einem der Ansprüche 16 bis 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. das Trägerbauteil aus einem nichtleitenden Material gefertigt ist und/oder dass
- b. das Trägerbauteil als Kunststoffspritzgußteil gefertigt ist und/oder dass
- c. das Trägerbauteil zylinderförmig oder ringförmig ausgebildet ist und stirnseitig Öffnungen von Einstecktaschen für die Haltebauteile aufweist.

24. Stator nach einem der Ansprüche 16 bis 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf einen Statorzahn mehrere, zueinander elektrische parallel geschaltete Wicklungen aufgewickelt werden.

25. Stator nach einem der Ansprüche 16 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. der Stator zur Verwendung für einen elektronisch kommutierten Dreiphasenmotor ausgebildet ist und/oder dass
- b. die Statorpole in Sternschaltung miteinander verschaltet sind, und/oder dass
- c. der Stator ein ganzzahliges Vielfaches von 3 Statorpolen, aufweist, und/oder dass
- d. der Stator genau 12 Statorpole, nämlich 3 Gruppen à 4 Statorpolen aufweist.

26. Elektromotor mit einem Stator nach Anspruch 12 und/oder mit einer Stromschiene nach einem der Ansprüche 13 bis 15 und/oder mit einem Stator nach einem der Ansprüche 16 bis 25.

27. Elektromotor nach Anspruch 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- a. der Elektromotor als elektronisch kommutierter Dreiphasenmotor ausgebildet ist und/oder dass
- b. der Stator 12 Statorpole aufweist und der Elektromotor einen Rotor mit 5 Polpaaren oder mit 7 Polpaaren aufweist.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

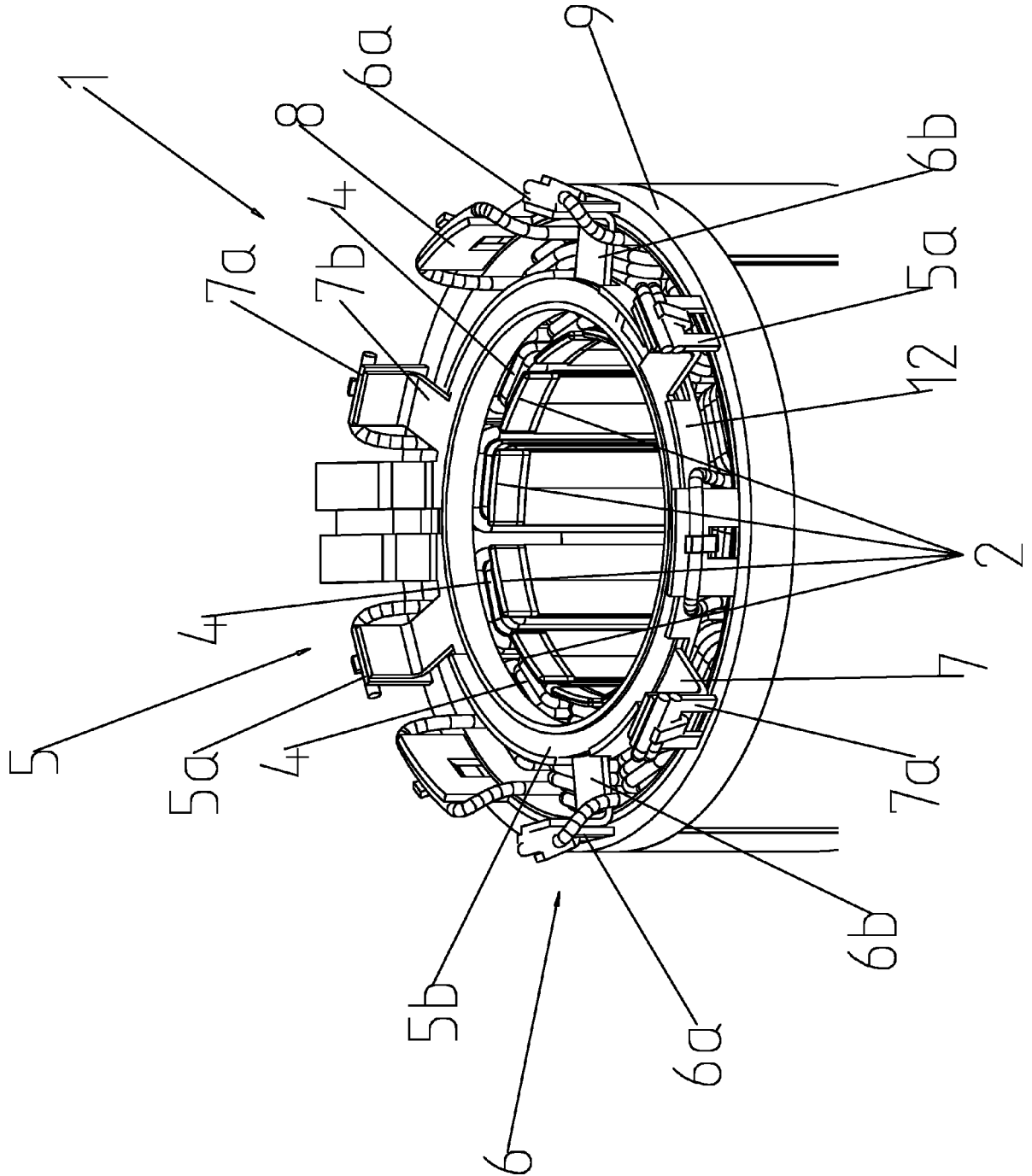


Fig. 2

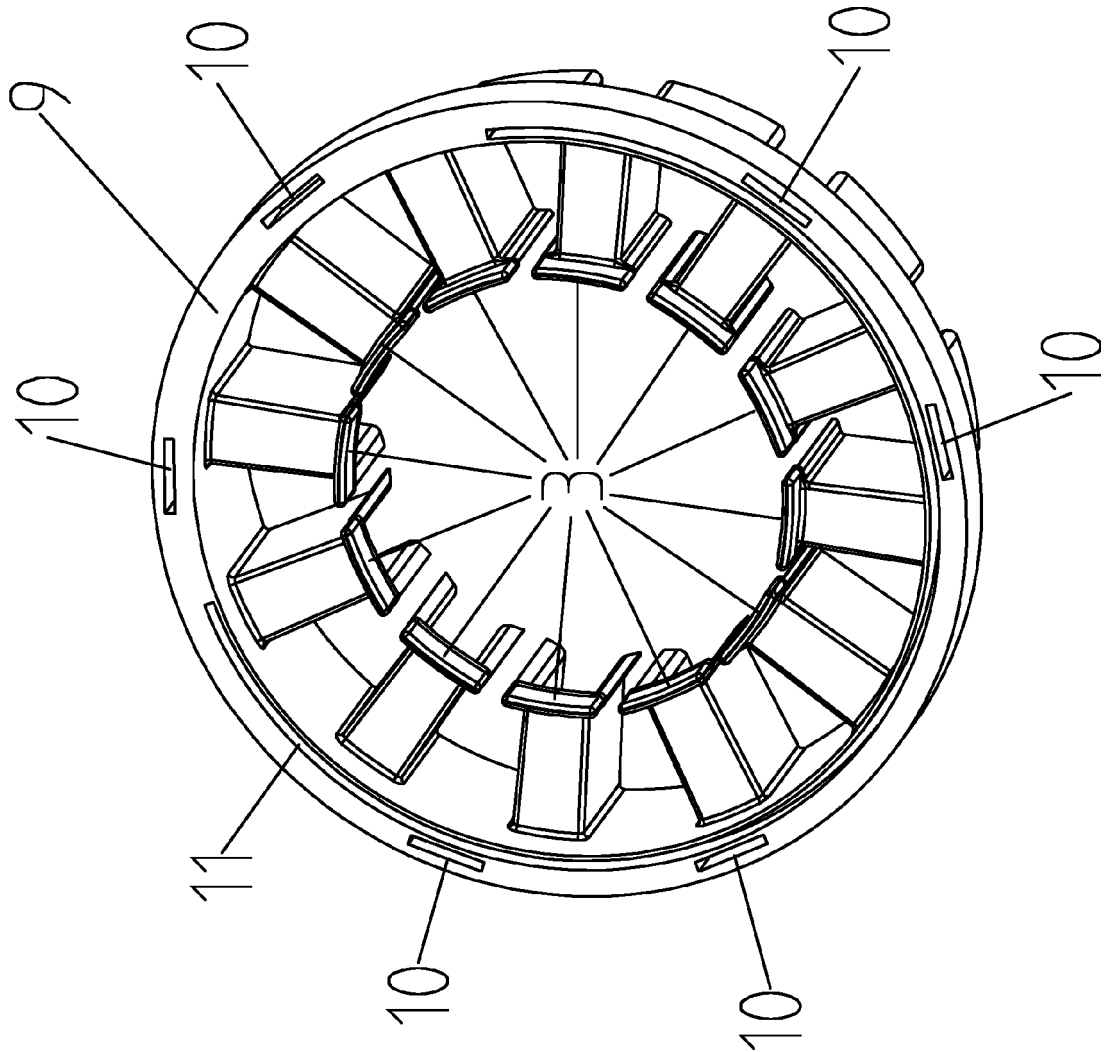


Fig. 3

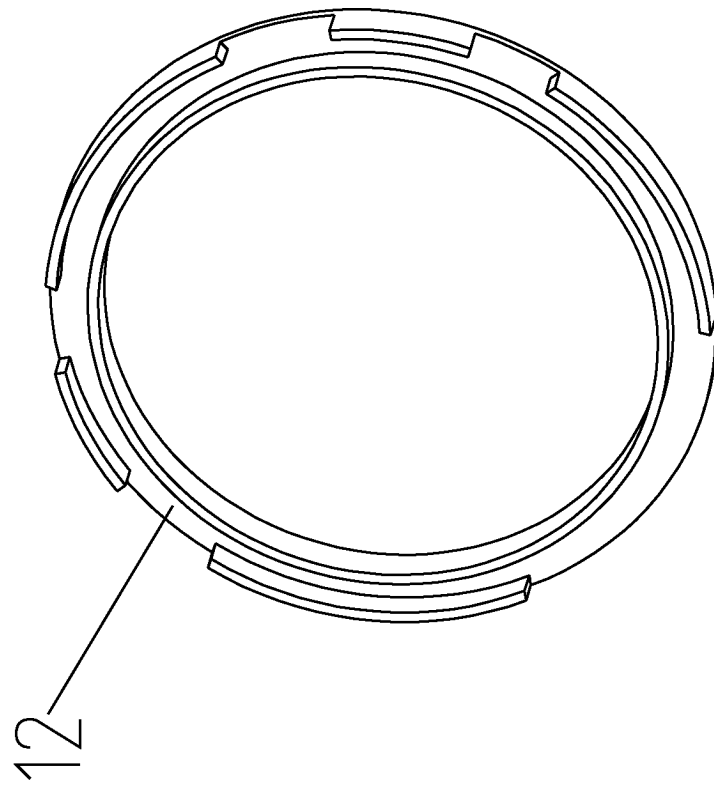
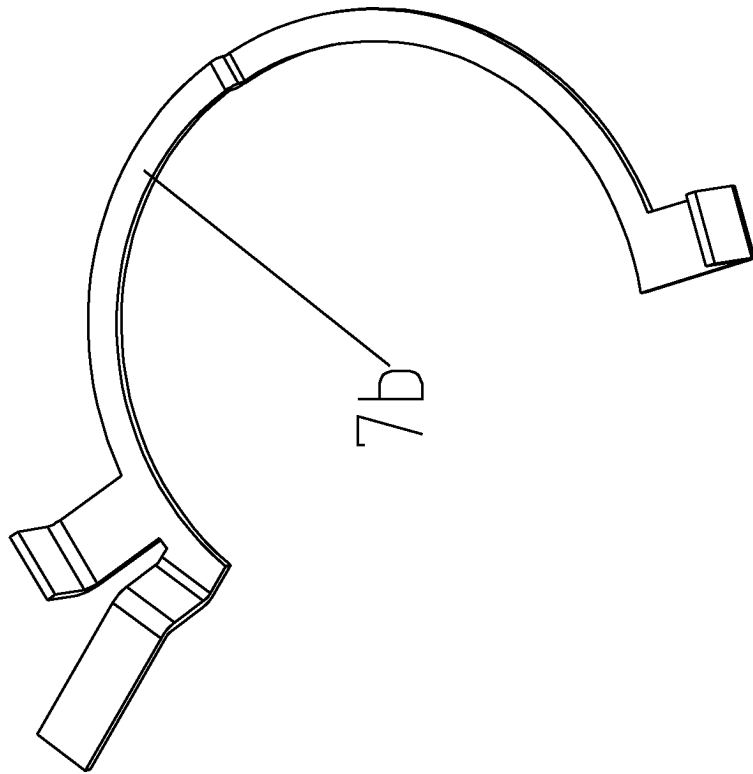


Fig. 4



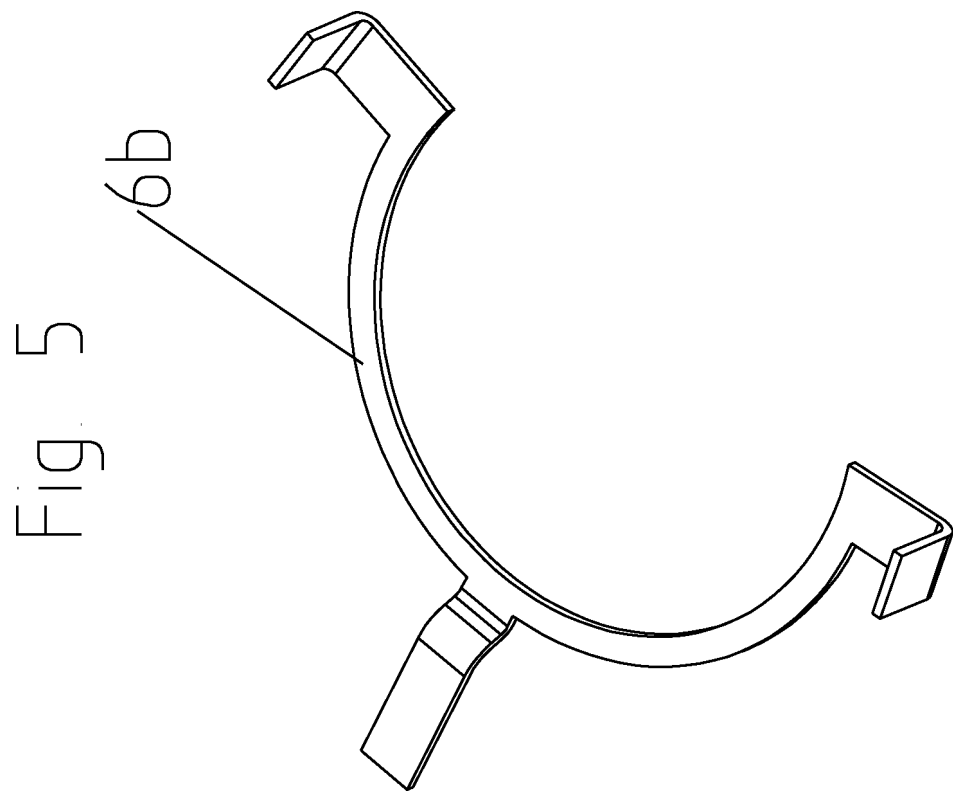


Fig. 6

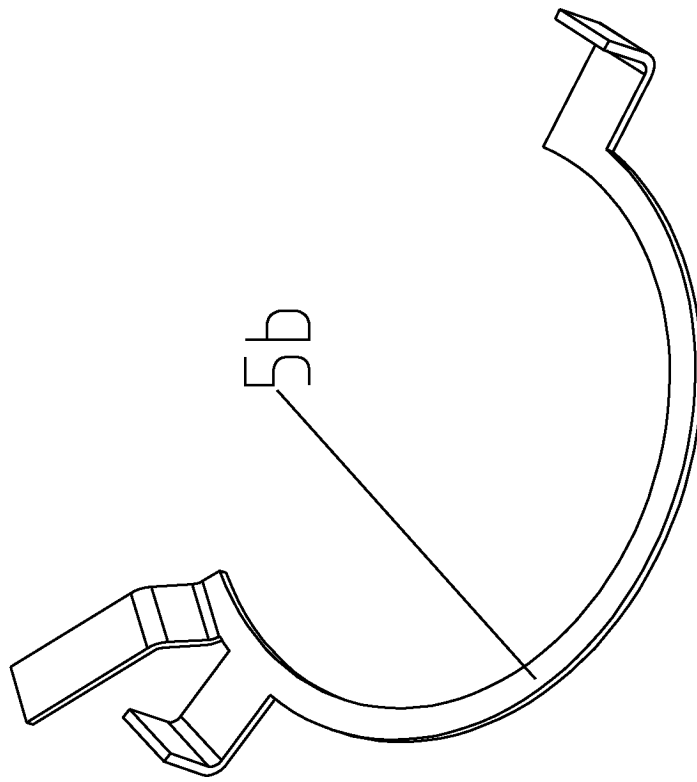


Fig. 7

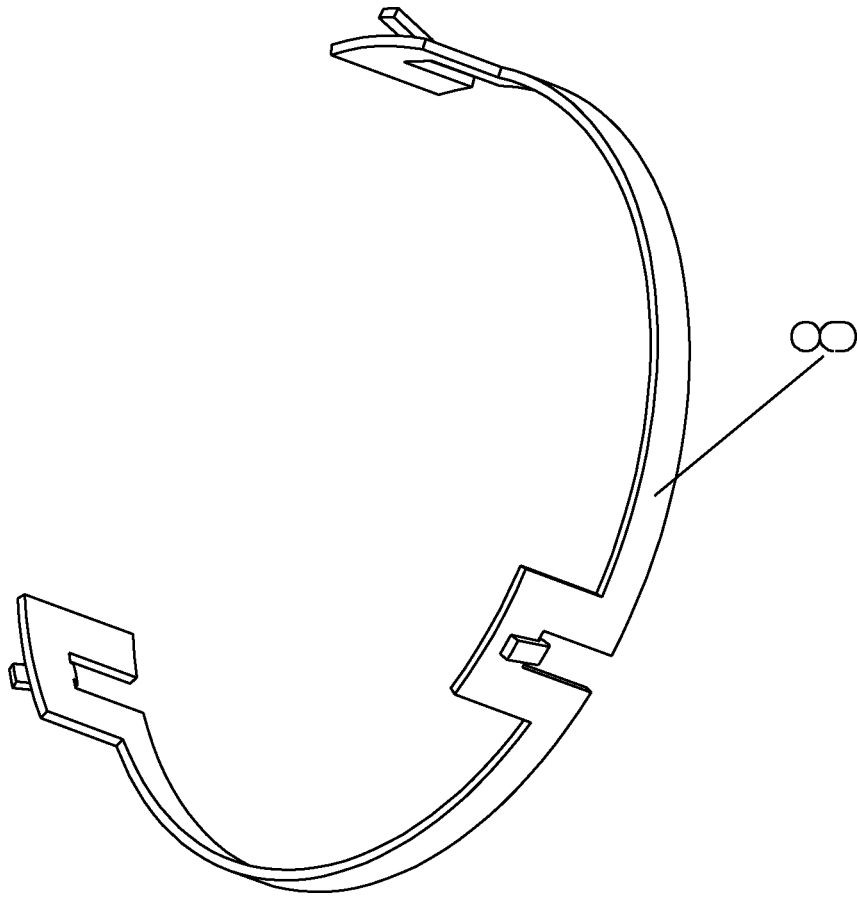


Fig. 8

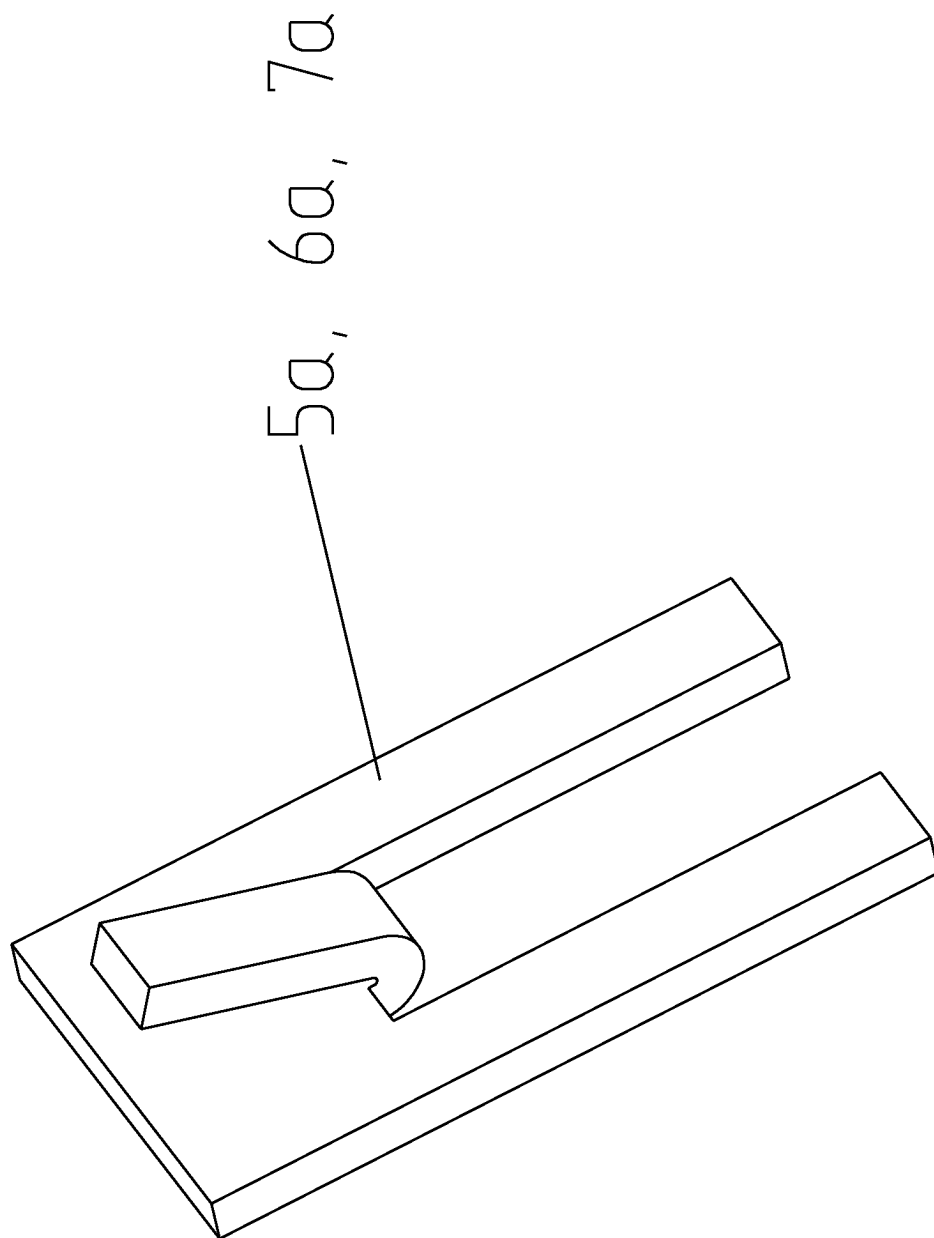


Fig. 9

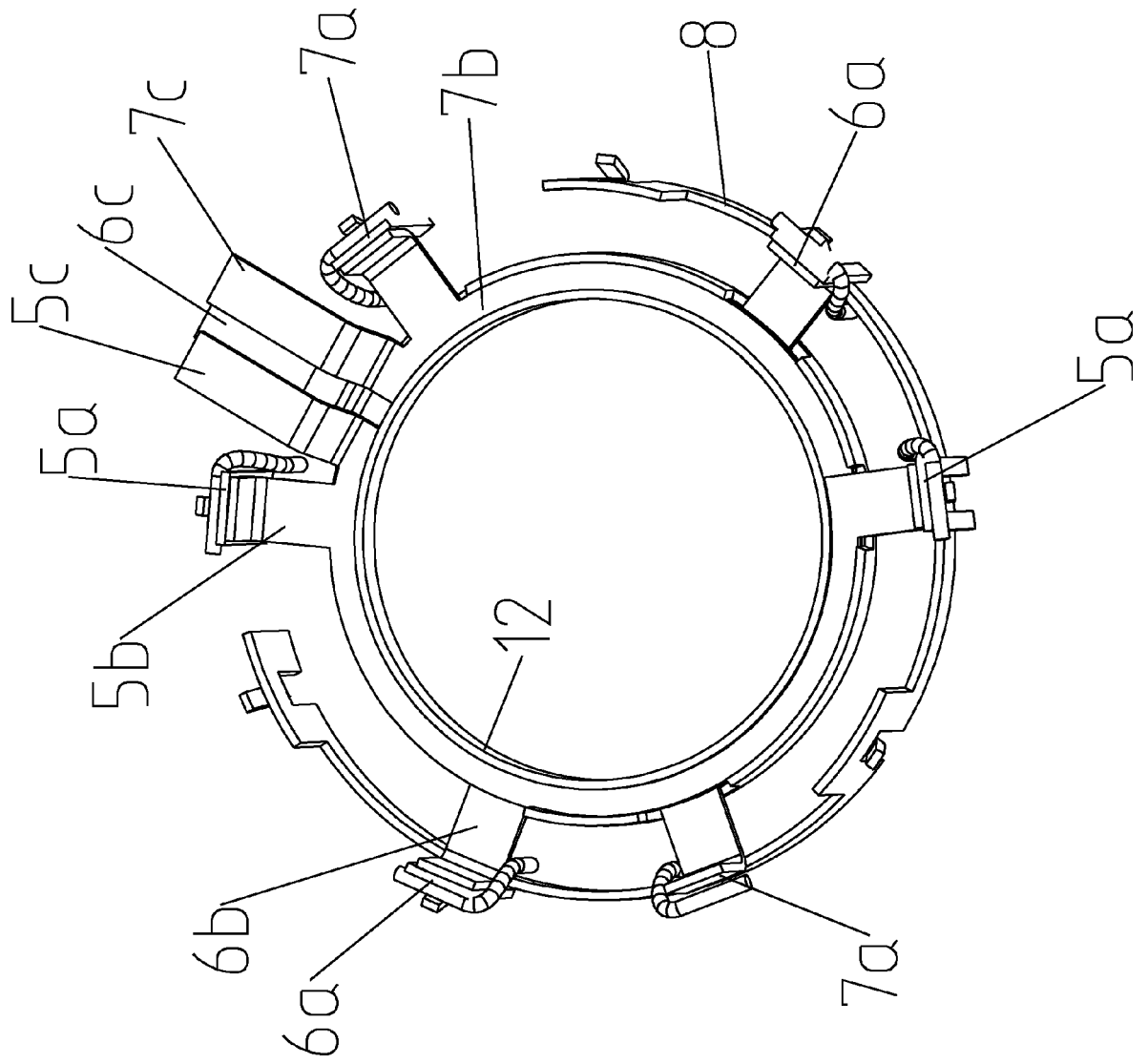


Fig. 10

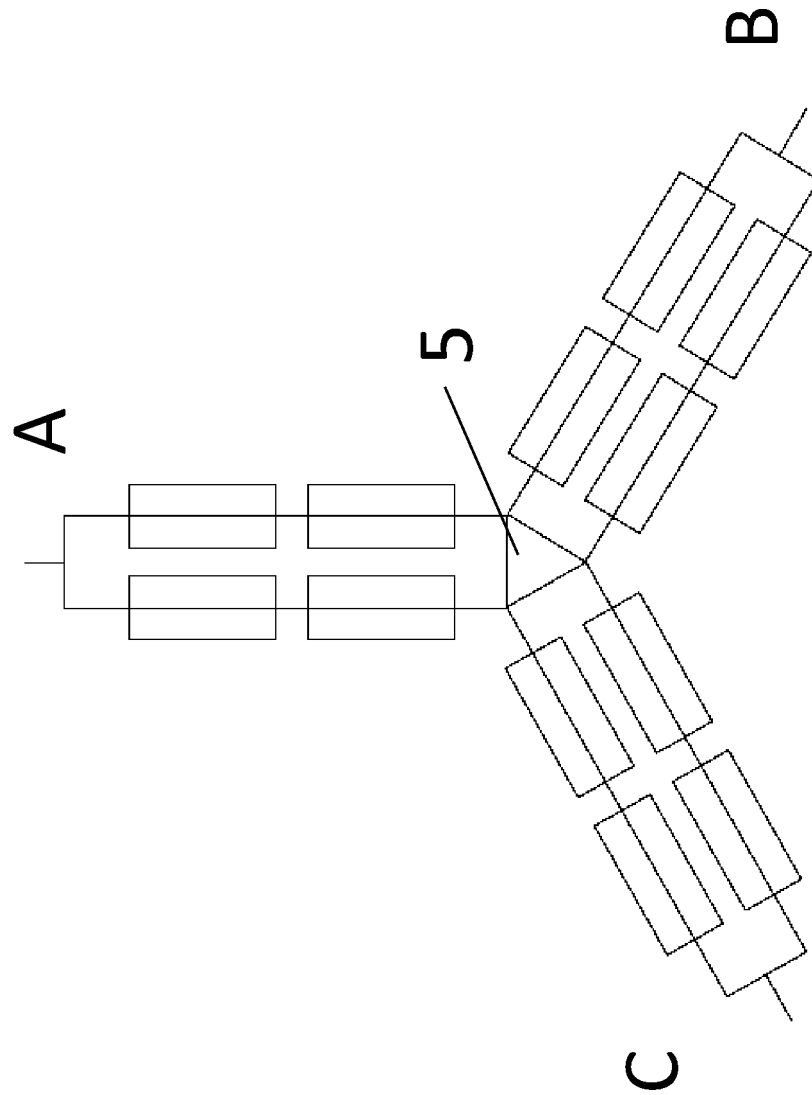


Fig. 11

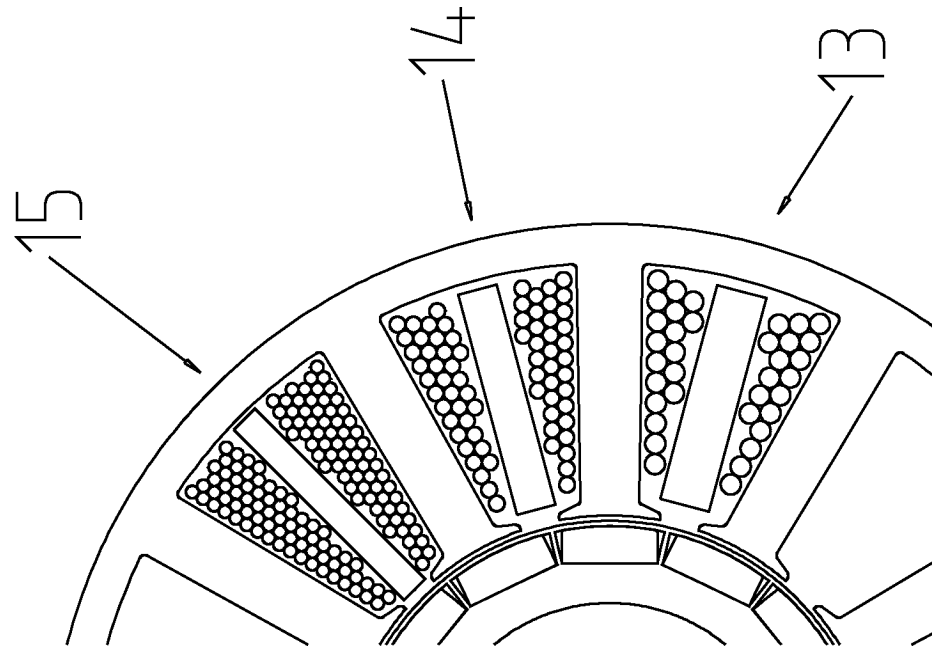


Fig. 12

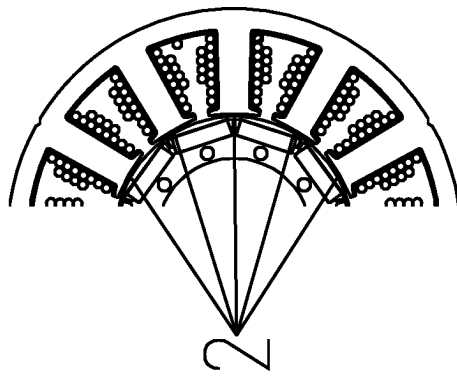


Fig. 13

