



(10) **DE 10 2019 207 665 A1** 2020.03.26

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 207 665.3**

(22) Anmeldetag: **24.05.2019**

(43) Offenlegungstag: **26.03.2020**

(51) Int Cl.: **H02K 3/38 (2006.01)**

**H02K 11/25 (2016.01)**

(66) Innere Priorität:

**10 2018 216 462.2**     **26.09.2018**

(71) Anmelder:

**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046  
Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:

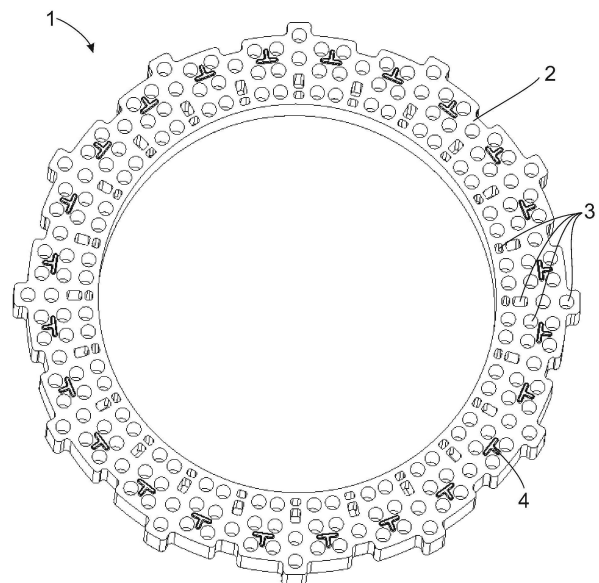
**Wittmann, Jochen, 97705 Burkardroth, DE;  
Reuter, Stefan, 97762 Hammelburg, DE; Wieder,  
Christoph, 96328 Küps, DE; Schmitt, Daniel,  
97708 Bad Bocklet, DE; Willacker, Katja,  
97353 Wiesentheid, DE; Grübel, Andre, 97486  
Königsberg, DE; Heßdörfer, Martin, 97753  
Karlstadt, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

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

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Isoliereinheit (1) für eine elektrische Maschine mit Hairpin-Wicklung, wobei die Hairpin-Wicklung eine Mehrzahl von Anschlusspins (6) für die elektrische Verbindung mit einer Verschaltung (8) sowie eine Vielzahl von verschweißten Hairpin-Enden (7), welche Kontaktpaare bilden, aufweist, wobei die Isoliereinheit (1) einen Grundkörper (2) aufweist, welcher einen isolierenden Werkstoff aufweist und sich zumindest über einen Teil des Umfangs der Hairpin-Wicklung erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (2) in axialer Richtung erstreckende, durchgängige Öffnungen (3) aufweist, und dass jede Öffnung (3) einem Hairpin-Ende (7) oder einem Anschlusspin (6) zugeordnet ist. Weiter betrifft die Erfindung eine elektrische Maschine mit einer derartigen Isoliereinheit (1) sowie eine Verfahren zur Herstellung einer derartigen elektrischen Maschine.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Isoliereinheit für eine elektrische Maschine mit einer Wicklung aus mehrere Formstäben, die zumindest zwei in Umfangsrichtung beabstandete Nuten durchlaufen und auf einer Seite der elektrischen Maschine Kontaktstellen aufweisen, welche zur Bildung der Wicklung miteinander verbunden werden. Derartige Wicklungen werden auch als Hairpin-Wicklung oder Wellenwicklung bezeichnet, wobei im Folgenden nur die Bezeichnung Hairpin beziehungsweise Hairpin-Wicklung verwendet wird, wobei hiermit im Sinne der Anmeldung auch Wellenwicklungen und dergleichen umfasst sind.

**[0002]** Im Stand der Technik ist bekannt bei Wicklungen von elektrischen Maschinen, insbesondere des Stators, nicht isolierte Bereiche mit einer isolierenden Vergussmasse abzudecken. Für Hairpin-Wicklungen ist bekannt, am Wickelkopf die nicht isolierten Hairpin-Enden, welche zur Bildung der Spulen miteinander verbunden sind, nach dem Verbinden durch eine Vergussmasse gegeneinander und gegen die Umgebung zu isolieren. Auch die Verwendung von geschlossenen Kappen, wie beispielsweise in JP 2000-209802 A, ist bekannt.

Probleme des Standes der Technik liegen in der Aufbringung und Verarbeitung der Vergussmasse, insbesondere hinsichtlich eines blasenfreien Verguss sowie der vom Spannungsniveau der elektrischen Maschine abhängig einzuhaltenen Luft- und Kriechstrecken.

**[0003]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Isolierung der Hairpin-Enden, die einfach und schnell herzustellen ist sowie eine sichere Isolierung der Hairpin-Enden darstellt.

**[0004]** Gelöst wird die Aufgabe durch eine Isoliereinheit und einer elektrischen Maschine sowie einem Verfahren zu deren Herstellung gemäß den unabhängigen Ansprüchen.

**[0005]** Erfindungsgemäß ist eine Isoliereinheit für eine elektrische Maschine mit Hairpin-Wicklung, wobei die Hairpin-Wicklung eine Mehrzahl von Anschlusspins für die elektrische Verbindung mit einer Verschaltung sowie eine Vielzahl von verschweißten Hairpin-Enden, welche Kontaktpaare bilden, aufweist, wobei die Isoliereinheit einen Grundkörper aufweist, welcher einen isolierenden Werkstoff aufweist und sich zumindest über einen Teil des Umfangs der Hairpin-Wicklung erstreckt, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper in axialer Richtung erstreckende, durchgängige Öffnungen aufweist, und dass jede Öffnung einem Hairpin-Ende oder einem Anschlusspin zugeordnet ist.

Eine Hairpin-Wicklung wird aus mehreren Hairpins beziehungsweise Formstäben gebildet, die an ihren

Enden am Wickelkopf Kontaktstellen aufweisen. An den Kontaktstellen werden jeweils paarweise miteinander elektrisch leitend verbunden um aus den Hairpins die Spulen der Hairpin-Wicklung herzustellen. Die paarweise miteinander verbundenen Kontaktstellen werden als Hairpin-Enden bezeichnet und die jeweiligen einzelnen Kontaktstellen am Start und Ende der jeweiligen Spulen werden als Anschlusspins bezeichnet. Die Anschlusspins werden mit einer Verschaltung elektrisch leitend verbunden, um die mit der Leistungselektronik zu Steuerung der elektrischen Maschine zu verbinden.

Durch die Verwendung einer Isoliereinheit als eigenständiges Bauteil kann die Positionierung sowie die Handhabung deutlich vereinfacht werden. Die Isoliereinheit weist hierbei einen Grundkörper auf, der einen elektrisch isolierenden Werkstoff umfasst. Als Werkstoff wird bevorzugt Kunststoff verwendet, wobei auch Ausführungsformen mit anderen elektrisch isolierenden Werkstoffen, wie Kautschuk beziehungsweise weitere elastische Materialien oder auch keramische Materialien, möglich sind. Der Grundkörper kann einteilig oder auch mehrteilig ausgebildet sein und erstreckt sich zumindest über einen Teil des Umfangs. Bauartbedingt können insbesondere im Bereich der Anschlusspins die Abstände zwischen den Anschlusspins und Hairpin-Enden geringer sein oder auch an anderen Stellen des Umfangs der Abstand von Hairpin-Enden zu anderen elektrisch leitfähigen Bauteilen gering sein, weshalb vor allem in diesen Bereichen eine Isolierung notwendig ist. Abhängig von der Konstruktion der elektrischen Maschine sind daher Ausführungsformen möglich, bei denen es ausreichend ist, dass durch die Isoliereinheit nur ein Teil des Umfangs der Hairpin-Wicklung abgedeckt wird. Bevorzugte Ausführungsformen weisen allerdings einen Grundkörper auf der den kompletten Umfang der Hairpin-Wicklung beziehungsweise der Hairpin-Enden abdeckt.

**[0006]** Um die Hairpin-Enden gegeneinander zu isolieren, weist der Grundkörper, in axialer Richtung der elektrischen Maschine gesehen, Öffnungen auf, welche sich über die Dicke des Grundkörpers erstrecken und somit durchgängig sind. Aufgrund der durchgängigen Öffnungen kann bei einem Verguss der Hairpin-Enden die Luft entweichen, wodurch Luft einschüsse und dergleichen sicher vermieden werden können. Gleichzeitig wird durch das zwischen den Öffnungen vorhandene Material des Grundkörpers eine Isolierung der Hairpin-Enden zueinander, insbesondere hinsichtlich des Luftspalts zueinander, verbessert. Jede Öffnung ist hierbei einem Hairpin-Ende beziehungsweise einem Kontaktpaar aus miteinander verschweißten Leiterelementen oder einem Anschlusspin zugeordnet.

**[0007]** Ausführungsformen einer Isoliereinheit sind dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper an seiner der Hairpin-Wicklung abgewandten Seite Vor-

sprünge aufweist, welche als Abstandshalter für eine Verschaltungsanordnung dienen. Um zu verhindern, dass beispielsweise durch eine aufgesetzte Verschaltung oder andere Bauteile, Dämpfungselemente die durchgängigen Öffnungen verschlossen werden, sind am Grundkörper Vorsprünge vorgesehen, durch welche ein Mindestabstand zwischen der Stirnfläche des Grundkörpers mit den Öffnungen und einem benachbarten Bauteil gewährleistet ist. Hierdurch wird sichergestellt, dass auch bei einem Verguss nachdem zum Beispiel die Verschaltung aufgesetzt und verbunden wurde, weiterhin die Öffnungen durchgängig sind und an den Öffnungen Vergussmasse eintreten beziehungsweise Luft entweichen kann.

**[0008]** Bevorzugte Ausführungsformen einer Isoliereinheit sind dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsprünge gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet sind. Durch eine gleichmäßige Verteilung wird der Mindestabstand über den kompletten Umfang sichergestellt und es können Symmetrien genutzt werden.

**[0009]** Isoliereinheit gemäß weiteren bevorzugten Ausführungsformen sind dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsprünge nicht direkt benachbart zu einer Öffnung für einen Anschlusspin angeordnet sind. Bei einer mit einem Anschlusspin verbundenen Verschaltung kann ein direkt benachbarter Vorsprung zu einer unerwünschten Verkürzung der Kriechstrecke für die Isolierung führen. Daher ist vorzugsweise am eine Öffnung für einen Anschlusspin direkt umgebenden Material des Grundkörpers kein Vorsprung vorgesehen, sondern die Vorsprünge sind zwischen Öffnung für Hairpin-Enden angeordnet.

**[0010]** Weitere bevorzugte Ausführungsformen einer Isoliereinheit sind dadurch gekennzeichnet, dass die Vorsprünge T-förmig ausgebildet sind. Aufgrund der T-Form kann auch bei relativ wenigen Vorsprüngen eine zuverlässige Abstützung sichergestellt werden und selbst bei einer Anlage an einem einzelnen Vorsprung ein Verkippen vermieden werden. Des Weiteren lassen sich T-förmige Vorsprünge gut zwischen den Öffnungen anordnen.

**[0011]** Ausführungsformen einer Isoliereinheit sind dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Öffnung eine Aufweitung zur Aufnahme eines Temperatursensors aufweist. Zur Überwachung der Temperatur der Hairpin-Wicklung während des Betriebs werden Temperatursensoren verwendet. Um eine möglichst genaue Messung zu ermöglichen, ist ein Temperatursensor möglichst nahe, vorzugsweise berührend an einem Leiterelement der Wicklung anzubringen. Hierfür ist bei zumindest einer durchgängigen Öffnung eine Aufweitung vorgesehen, wodurch die lichte Weite der Öffnung vergrößert wird, um neben dem Hairpin-Ende beziehungsweise dem An-

schlusspin noch einen Temperatursensor aufnehmen zu können. Durch einen derartigen Aufbau ist der Temperatursensor sicher gehalten und zur Hairpin-Wicklung positioniert. Des Weiteren kann der Temperatursensor gleichzeitig mit dem Hairpin-Ende durch die Vergussmasse gesichert werden.

**[0012]** Vorzugsweise sind Ausführungsformen einer Isoliereinheit dadurch gekennzeichnet, dass die Aufweitung sich entlang der axialen Erstreckung der Öffnung verjüngt, um ein Anliegen des Temperatursensors an der Hairpin-Wicklung sicherzustellen. Aufgrund der hierdurch entstehenden Keilwirkung, kann der Temperatursensor besser positioniert werden und eine zu tiefes einschieben eventuell bis zu einem Durchtritt des Temperatursensors auf der Gegenseite wird vermieden.

**[0013]** Ausführungsformen einer Isoliereinheit sind dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper mehrteilig ausgebildet ist. Der Grundkörper kann als ein einteiliger Ringkörper ausgebildet werden. Zur Reduzierung der Größe der Einzelteile und um gegebenenfalls zum Teil gleiche Teilelemente über den Umfang verteilt oder bei verschiedenen Modellen einer elektrischen Maschine zu verwenden, kann eine Ausbildung des Grundkörpers aus mehreren Teilelementen vorteilhaft sein. Insbesondere weisen diese Teilelemente an ihren einander zugewandten Kontaktflächen Verbindungsmittel, wie Nut-Feder-Verbindungen oder andere Steck- und/oder Rastverbindungen, auf, wodurch der Grundkörper leicht zu einer Baueinheit zusammengesetzt werden kann.

**[0014]** Isoliereinheiten gemäß Ausführungsformen sind dadurch gekennzeichnet, dass auf den Vorsprüngen eine Deckplatte vorgesehen ist, oder die der Hairpin-Wicklung abgewandten Enden der Öffnungen geschlossen oder eine verringerte lichte Weite, welche geringer als der Querschnitt eines Kontaktpaars ist, aufweisen. Indem eine beispielsweise ringförmige Deckplatte vorgesehen wird, oder die lichte Weite der Öffnungen verringert wird, kann verhindert werden, dass die Hairpin-Enden durch den Grundkörper durchgeschoben werden, was die Isolierung verschlechtern kann und eventuell zu Problemen mit benachbarten Bauteilen führen kann.

**[0015]** Ein weiterer Aspekt der Erfindung ist eine elektrische Maschine mit einer Hairpin-Wicklung, welche dadurch gekennzeichnet, dass eine Isoliereinheit gemäß einer der beschriebenen Ausführungsform vorgesehen ist. Somit weist die elektrische Maschine die zur Isoliereinheit beschriebenen Eigenschaften auf und es ist eine gute Isolierung der Hairpin-Enden sowie eine sichere Befestigung der Isoliereinheit auf der Hairpin-Wicklung gewährleistet.

**[0016]** Weitere Ausführungsformen einer elektrischen Maschine sind dadurch gekennzeichnet, dass

die Öffnungen mit einer Vergussmasse gefüllt sind. Wie bereits zur Isoliereinheit beschrieben, kann durch den Aufbau mit durchgängigen Öffnungen eine möglichst gute Isolierung erreicht werden, da eine Vergussmasse ohne Lufteinschlüsse erzeugt wird. Durch entsprechende Beimischung zur Vergussmasse kann gegebenenfalls noch die Wärmeleitfähigkeit der Vergussmasse erhöht werden, wodurch die Kühlung der Hairpin-Wicklung verbessert werden kann.

**[0017]** Erfindungsgemäß ist ebenfalls ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Maschine mit einer erfindungsgemäßen Isoliereinheit umfassend ein Bereitstellen der Hairpin-Wicklung, ein Positionieren der Isoliereinheit auf der Hairpin-Wicklung, wobei die Hairpin-Enden in den Öffnungen der Isoliereinheit positioniert werden, ein Einbringen einer Vergussmasse in die Öffnungen von einer axialen Richtung aus, wobei die Luft aus dem in axialer Richtung gegenüberliegenden Ende der Öffnung entweicht. Wie bereits oben zur Isoliereinheit beziehungsweise elektrischen Maschine ausgeführt, wird zunächst die Wicklung bereitgestellt, wobei es sich insbesondere um die Wicklung des Stators einer elektrischen Maschine handelt, wobei ein erfindungsgemäßer Aufbau auch für einen Rotor oder Rotor und Stator einer elektrischen Maschine verwendet werden kann. Auf den Wicklungskopf der Hairpin-Wicklung wird die Isoliereinheit positioniert, um eine Ausrichtung der Hairpin-Enden sowie den Anschlusspins zu den Öffnungen und der Verschaltung herzustellen. Durch die durchgängigen Öffnungen ist sichergestellt, dass beim Einbringen der Vergussmasse von einem axialen Ende der Öffnungen aus die Luft aus dem gegenüberliegenden Ende der Öffnung entweichen kann und somit keine Lufteinschlüsse entstehen. Es wird damit eine gleichmäßige Isolierung der Hairpin-Enden erreicht.

**[0018]** Ausführungsformen des Verfahrens sind dadurch gekennzeichnet, dass eine Verschaltung auf der Isoliereinheit aufgesetzt wird und die Anschlusspins mit der Verschaltung elektrisch leitend verbunden werden. Durch die Verschaltung können die Spulen der Hairpin-Wicklung mit Strom versorgt werden, um die elektrische Maschine zu betreiben.

**[0019]** Bevorzugte Ausführungsformen eines Verfahrens sind dadurch gekennzeichnet, dass das Einbringen der Vergussmasse nach dem Aufsetzen der Verschaltung vorgenommen wird. Durch einen Verguss nach dem Aufsetzen der Verschaltung kann diese vorteilhafter Weise zusammen mit der Isoliereinheit vergossen werden. Dies weist den Vorteil auf, dass durch einen gemeinsamen Verguss eine zusätzliche Verbindung zwischen Verschaltung und Isoliereinheit erfolgt und gleichzeitig eine Isolierung der Verschaltung erzeugt wird. Die Verschaltung wird dabei vorzugsweise auf Vorsprünge, welche an der Isoliereinheit vorgesehen

sind, aufgelegt, wodurch die Verschaltung zur Isoliereinheit beabstandet wird. Durch diese Beabstandung wird ein Kontakt zwischen der Verschaltung und den Kontaktpaaren vermieden. Des Weiteren bleiben über den Abstand die durchgängigen Öffnungen von beiden axialen Enden zugänglich, weshalb das Einbringen der Vergussmasse sowie das Entweichen der Luft erfolgen kann.

**[0020]** Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert. Gleiche oder ähnliche Bauteile werden mit einheitlichen Bezugszeichen bezeichnet. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

**Fig. 1** stellt eine Ausführungsform einer Isoliereinheit dar.

**Fig. 2** stellt einen Schnitt durch eine Ausführungsform im verbauten Zustand dar.

**Fig. 3** zeigt eine vergrößerte Detailansicht einer Ausführungsform einer Isoliereinheit.

**Fig. 4** zeigt eine vergrößerte Detailansicht einer Ausführungsform einer Isoliereinheit.

**[0021]** **Fig. 1** zeigt eine Ausführungsform einer Isoliereinheit (1) in einer perspektivischen Ansicht. Die Isoliereinheit (1) umfasst einen Grundkörper (2), der eine Vielzahl von Öffnungen (3) aufweist. Die in axialer Richtung durchgängigen Öffnungen (3) sind in mehreren der Lagen der Wicklung der elektrischen Maschine entsprechenden konzentrischen Durchmessers nebeneinander angeordnet, um jeweils ein in **Fig. 1** nicht dargestelltes Hairpin-Ende (7) aufzunehmen. Die gezeigte Ausführung ist in Form eines Kreisrings ausgeführt, der sich um 360° erstreckt. Alternativ sind auch Ausführungen als vollflächige Scheibe möglich, beispielsweise für Rotorwicklungen oder falls eine gleichzeitige Abdeckung des Innenbereichs vorgesehen sein soll. Ebenso sind entsprechend Kreis- oder Ringsegmente, die sich nur über einen Teil des Umfangs erstrecken, möglich, wobei in diesen Fällen gegebenenfalls Teile der Hairpin-Enden nicht isoliert werden oder mehrere über den Umfang verteilte Isoliereinheiten (1) verwendet werden. Geteilte Ausführungen können insbesondere für elektrische Maschinen mit großen Durchmessern vorteilhaft sein.

**[0022]** Die dargestellten Öffnungen (3) weisen größtenteils einen runden Querschnitt auf, können allerdings auch rechteckig oder sonstige polygone Querschnitte aufweisen. Die Querschnittsfläche muss hierbei jedoch größer als der Querschnitt eines Paares von miteinander verbundenen Hairpin-Enden (7) sein. Einzig bei den Öffnungen (3) für den Durchtritt der Anschlusspins (6) kann der Querschnitt kleiner ausgeführt werden, wobei dieser weiterhin größer als der Querschnitt des Anschlusspins (6) sein muss. Die Öffnungen (3) für die Anschlusspins (6) sind im gezeigten Beispiel am inneren Umfang als rechtecki-

ge Öffnungen (3) ausgeführt. Abhängig von der Wicklung können die Anschlusspins (6) auch am äußeren Umfang oder an beiden Umfangsflächen und/oder mittig angeordnet sein.

**[0023]** Des Weiteren weist das in **Fig. 1** dargestellte Beispiel an seiner der Wicklung abgewandten Oberseite eine Mehrzahl von über den Umfang verteilten Vorsprüngen (4) auf. Die Vorsprünge (4) sind T-förmig ausgeführt, und zwischen den Öffnungen (3) vorgesehen, um beispielsweise eine in axialer Richtung folgende Verschaltung (8) mit einem Abstand zum Grundkörper (2) abzustützen und somit einen Spalt zwischen den Bauteilen auszubilden. Damit vor allem für die Anschlusspins (6) Luftspalte beziehungsweise Platz für isolierende Vergussmasse erhalten bleiben und Kriechstrecken vermieden werden, sind die Vorsprünge (4) jeweils in Umfangsrichtung zwischen den Öffnungen für die Anschlusspins (6) und im gegenüberliegenden Randbereich, hier im äußeren Umfangsbereich angeordnet.

**[0024]** Die äußere Umfangsfläche des Grundkörpers (2) ist im gezeigten Beispiel mit optionalen Erhebungen und Nuten versehen, welche neben einer Gewichtsersparnis ebenfalls als Positionierhilfen bei der Montage und/oder als eine Verdreh-Sicherung im verbauten Zustand, mit entsprechenden Gegenstücke an einem Gehäuse (9), verwendet werden können.

**[0025]** In **Fig. 2** ist ein oberer Teilbereich eines Stators mit Wicklungskopf im Schnitt gezeigt. Der Wicklungskopf ist hierbei der einer Hairpin-Wicklung, bei der eine Vielzahl von Formstäben mit ihren Kontaktstellen entsprechend paarweise angeordnet und elektrisch leitend miteinander verbunden werden, wodurch sich die Hairpin-Enden (7) ausbilden. Durch die Verbindungen an den Hairpin-Enden (7) entstehen aus den Formstäben die Spulen der Hairpin-Wicklung, welche jeweils an den Spulenden einzelnen Anschlusspins (6) aufweisen. Die Hairpin-Enden (7) sind in den durchgängigen Öffnungen (3) des Grundkörpers (2) aufgenommen, wobei die Hairpin-Enden (7) innerhalb der Öffnungen (3) enden und somit nicht über den Grundkörper (2) vorstehen. Im Gegensatz hierzu stehen die, ebenfalls in Öffnungen (3) aufgenommenen, Anschlusspins (6) über den Grundkörper (2) über.

**[0026]** Die Anschlusspins (6) sind mit einer auf die Isoliereinheit (1) aufgesetzten Verschaltung (8) verbunden, mit der die verschiedenen Anschlusspins (6) entsprechend miteinander und mit einer Leistungselektronik verschalten sind. Im dargestellten Beispiel ist die Verschaltung (8) aus mehreren in axialer Richtung benachbart angeordneten sowie gegeneinander isolierten Ringleiter (12) gebildet, welche in Richtung der Anschlusspins (6) vorstehende Kontaktstellen (13) aufweisen. Die Kontaktstellen (13) sind mit

den Anschlusspins (6) elektrisch leitend verbunden, vorzugsweise verschweißt.

**[0027]** Die Verschaltung (8) liegt auf den axialen Vorsprüngen (4) des Grundkörpers (2) der Isoliereinheit (1) auf. Durch die Vorsprünge (4) ist sichergestellt, dass zwischen Verschaltung (8) und Grundkörper (2) ein freier Spalt verbleibt, durch welchen beim Einbringen einer nicht dargestellten Vergussmasse, Luft aus den Öffnungen (3) entweichen beziehungsweise Vergussmasse in die Öffnungen (3) einfließen kann. Somit ist gewährleistet, dass in der Vergussmasse keine Lufteinschlüsse entstehen, welche die Isolierwirkung verringern können.

**[0028]** Die Verschaltung (8) umfasst im dargestellten Beispiel zusätzlich optionale Stützarme (14), welche sich am Gehäuse (9) der elektrischen Maschine abstützen, um eine Positionierung der Verschaltung (8) zu verbessern.

**[0029]** Die Verschaltung (8) kann abhängig von der Konstruktion der elektrischen Maschine auch anders, beispielsweise mit koaxial angeordneten Leiterhülsen, ausgeführt sein.

**[0030]** **Fig. 3** zeigt einen Teilbereich einer Isoliereinheit (1) gemäß einem Ausführungsbeispiel. Hierbei sind in der Darstellung im Grundkörper (2) die Öffnungen (3) und teilweise ein Vorsprung (4) an der Oberseite erkennbar. Es sind runde sowie rechteckige Öffnungen (3) für die Aufnahme von Hairpin-Enden (7) gezeigt. Weiter sind Öffnungen (3) gezeigt, durch welche die Anschlusspins (6) durch den Grundkörper (2) durchtreten, um mit den Kontaktstellen (13) der Verschaltung (8) elektrisch leitend verbunden zu werden.

**[0031]** Die Öffnungen (3) für den Durchtritt der Anschlusspins (6) weisen an ihrer Oberseite eine Aufweitung (10) auf. Somit weisen diese Öffnungen (3) an der Oberseite einen größeren Querschnitt auf, welcher sich entlang des axialen Verlaufs der Öffnung (3) verringert. Die Aufweitung (10) ermöglicht, einen Temperatursensor (11) neben den Anschlusspin (6) in die Öffnung (3) aufzunehmen. Aufgrund des sich verjüngenden Querschnitts wird verhindert, dass der Temperatursensor (11) durch die Öffnung (3) durchgeschoben wird und wird somit positioniert. Durch einen sich kontinuierlich verjüngenden Querschnitt wird gleichzeitig die Spitze des Temperatursensors (11) an dem Anschlusspin (6) angenähert, um möglichst präzise Messungen zu erreichen. Alternativ kann sich die Aufweitung (10) auch über die gesamte axiale Länge der Öffnung (3) erstrecken oder anstelle einer kontinuierlichen eine sprunghafte Änderung des Querschnitts aufweisen.

**[0032]** Die Isoliereinheit (1) kann sich entgegen zum Beispiel der **Fig. 1** auch nur über einen Umfangs-

bereich der Hairpin-Wicklung, in dem sich die Anschlusspins (6) befinden, erstrecken. Abhängig von der konstruktiven Auslegung der elektrischen Maschine kann eine einfache Isolierung der Hairpin-Enden (7) ohne Isoliereinheit (1) in diesem Bereich ausreichend sein, da im weiteren Umfangsverlauf diese ausreichend voneinander beabstandet sein können. Alternativ könnte der weitere Umfang zum Beispiel mit zumindest einer weiteren Isoliereinheit isoliert werden.

**[0033]** Fig. 4 zeigt einen Teilbereich eines weiteren Ausführungsbeispiels, wobei der Grundkörper (2) in radialer Richtung schmaler ausgebildet ist.

**[0034]** Derartige Ausführungsformen können neben Hairpin-Wicklungen mit entsprechend geringer Anzahl von Lagen auch dafür genutzt werden, nur einen Teil in radialer Richtung abzudecken. So kann beispielweise eine Isoliereinheit (1) nur für die, im gezeigten Beispiel beiden inneren, Lagen in denen Anschlusspins (6) angeordnet sind, verwendet werden. Auch kann hierdurch ein modularer Aufbau ermöglicht werden, bei dem eine Isoliereinheit (1) aus mehrere ringförmige beziehungsweise ringsegmentartige Isoliereinheiten mit unterschiedlichen Durchmessern zusammengesetzt wird. Um bei einem derartigen modularen Aufbau die einzelnen Segmente besser zueinander positionieren zu können, sind an den Umfangsflächen vorzugsweise Nuten oder entsprechende Erhebungen vorgesehen, um ein formschlüssiges ineinandergreifen zu ermöglichen. Die einzelnen Segmente können über gesonderte Verbindungsmittel, wie Schrauben, Klammern oder Klebstoff, miteinander gefügt werden, wobei auch die im weiteren Prozess eingebrachte Vergussmasse als Verbindungsmittel dienen kann.

**[0035]** In Fig. 4 sind ebenfalls Öffnungen (3) für Anschlusspins (6) mit einer Aufweitung (10) gemäß Fig. 3 gezeigt, wobei an einem Anschlusspin (6) ein Temperatursensor (11) angeordnet ist. Abhängig von der Konstruktion, Redundanz, Kosten und dergleichen kann eine beliebige Anzahl an Temperatursensoren (11) an der Hairpin-Wicklung vorgesehen werden.

**[0036]** Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungen eingeschränkt. Es können wie oben ausgeführt, auch nur einzelne vorteilhafte Merkmale vorgesehen werden beziehungsweise verschiedene Merkmale unterschiedlicher Beispiele miteinander kombiniert werden.

- 4 Vorsprung
- 5 Stator mit Wicklungskopf
- 6 Anschlusspin
- 7 Hairpin-Ende
- 8 Verschaltung
- 9 Gehäuse
- 10 Aufweitung
- 11 Temperatursensor
- 12 Ringleiter
- 13 Kontaktstelle
- 14 Stützarm

#### Bezugszeichenliste

- 1 Isoliereinheit
- 2 Grundkörper
- 3 Öffnungen

**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**

- JP 2000209802 A [0002]

**Patentansprüche**

1. Isoliereinheit (1) für eine elektrische Maschine mit Hairpin-Wicklung, wobei die Hairpin-Wicklung eine Mehrzahl von Anschlusspins (6) für die elektrische Verbindung mit einer Verschaltung (8) sowie eine Vielzahl von verschweißten Hairpin-Enden (7), welche Kontaktpaare bilden, aufweist, wobei die Isoliereinheit (1) einen Grundkörper (2) aufweist, welcher einen isolierenden Werkstoff aufweist und sich zumindest über einen Teil des Umfangs der Hairpin-Wicklung erstreckt, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (2) in axialer Richtung erstreckende, durchgängige Öffnungen (3) aufweist, und dass jede Öffnung (3) einem Hairpin-Ende (7) oder einem Anschlusspin (6) zugeordnet ist.

2. Isoliereinheit (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (2) an seiner der Hairpin-Wicklung abgewandten Seite Vorsprünge (4) aufweist, welche als Abstandshalter für die Verschaltung (8) dienen.

3. Isoliereinheit (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorsprünge (4) gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet sind.

4. Isoliereinheit (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorsprünge nicht direkt benachbart zu einer Öffnung (3) für einen Anschlusspin (6) angeordnet sind.

5. Isoliereinheit (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorsprünge (4) T-förmig ausgebildet sind.

6. Isoliereinheit (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Öffnung (3) eine Aufweitung (10) zur Aufnahme eines Temperatursensors (11) aufweist.

7. Isoliereinheit (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufweitung (10) sich entlang der axialen Erstreckung der Öffnung (3) verjüngt, um ein Anliegen des Temperatursensors (11) an der Hairpin-Wicklung sicherzustellen.

8. Isoliereinheit (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (2) mehrteilig ausgebildet ist.

9. Isoliereinheit (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf den Vorsprüngen (4) eine Deckplatte vorgesehen ist, oder die der Hairpin-Wicklung abgewandten Enden der Öffnungen (3) geschlossen oder eine verringerte lichte Weite, welche geringer als der Querschnitt eines Kontaktpaars ist, aufweisen.

10. Elektrische Maschine mit einer Hairpin-Wicklung, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Isoliereinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 vorgesehen ist.

11. Elektrische Maschine nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Öffnungen (3) mit einer Vergussmasse gefüllt sind.

12. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Maschine nach einem der Ansprüche 10 oder 11 mit einer Isoliereinheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 umfassend ein Bereitstellen der Hairpin-Wicklung, ein Positionieren der Isoliereinheit (1) auf der Hairpin-Wicklung, wobei die Hairpin-Enden (7) in den Öffnungen (3) der Isoliereinheit (1) positioniert werden, ein Einbringen einer Vergussmasse in die Öffnungen (3) von einer axialen Richtung aus, wobei die Luft aus dem in axialer Richtung gegenüberliegenden Ende der Öffnung (3) entweicht.

13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Verschaltung (8) auf der Isoliereinheit (1) aufgesetzt wird und die Anschlusspins (6) mit der Verschaltung (8) elektrisch leitend verbunden werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Einbringen der Vergussmasse nach dem Aufsetzen der Verschaltung (8) vorgenommen wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

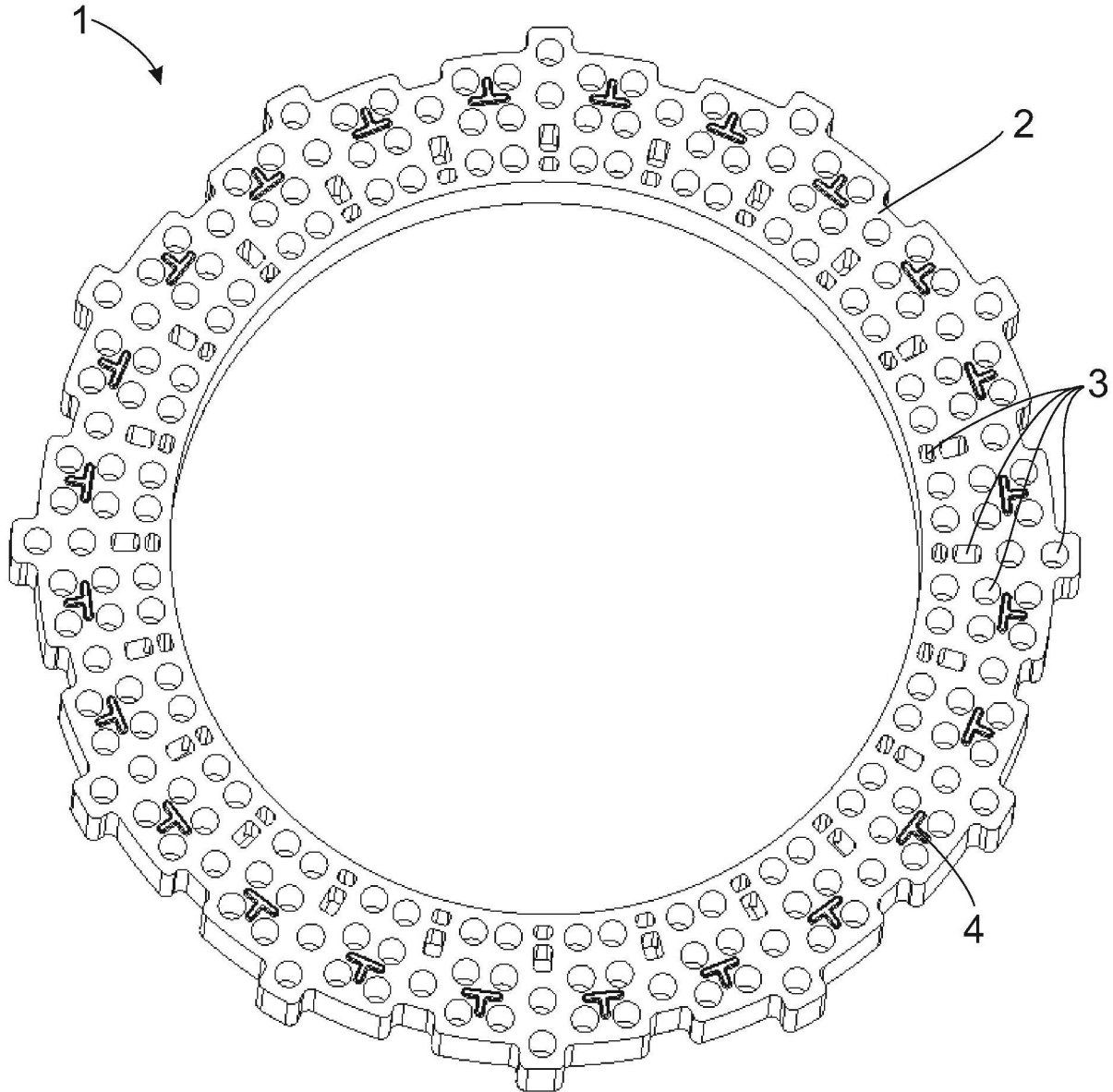


Fig.1

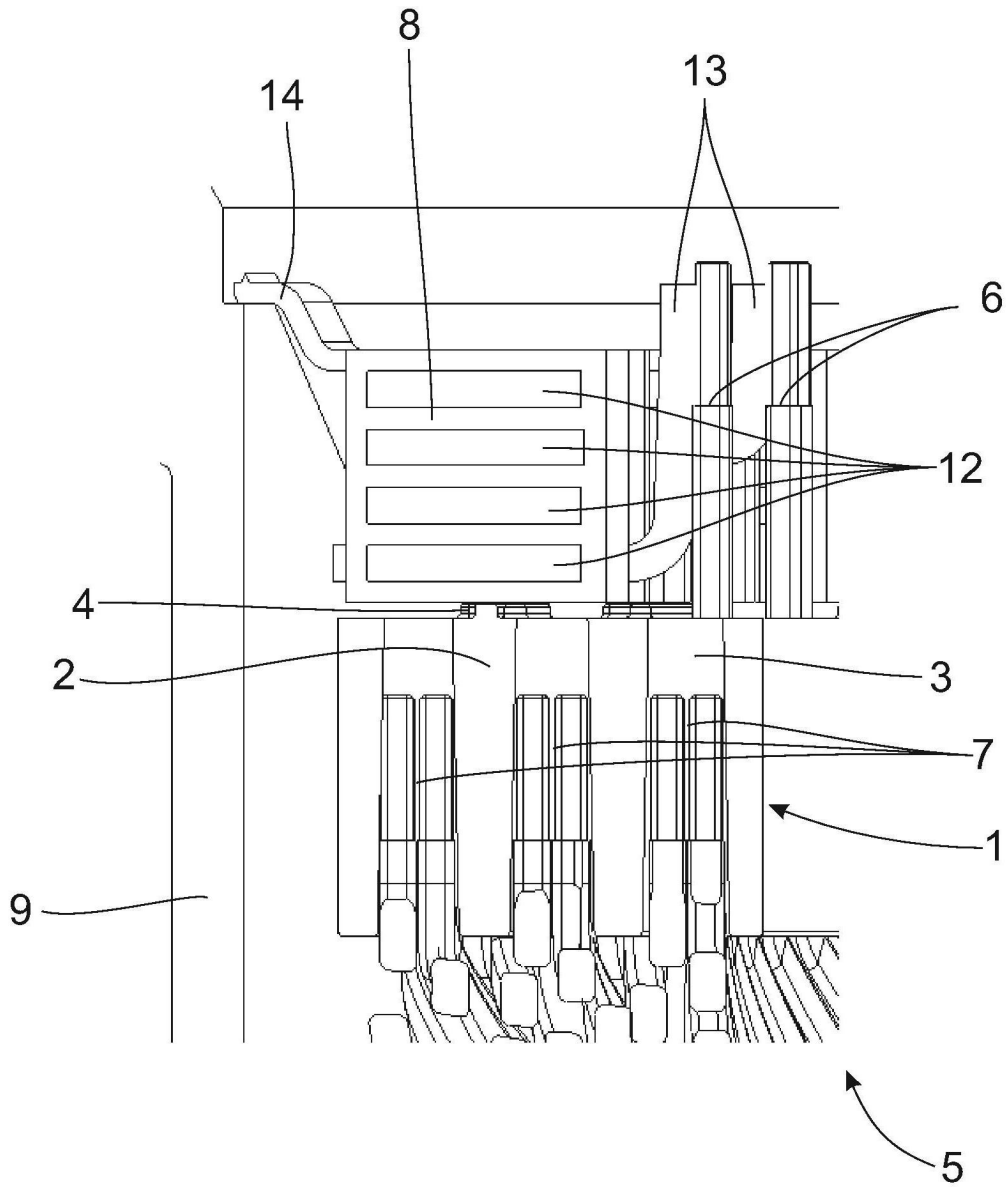


Fig. 2

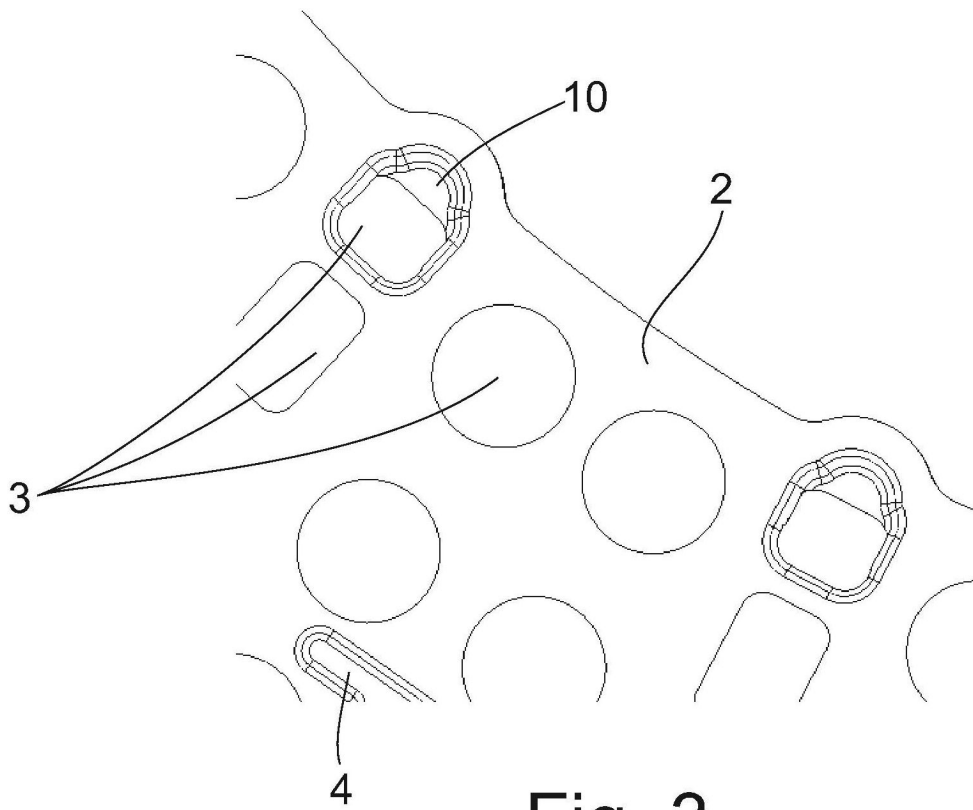


Fig. 3

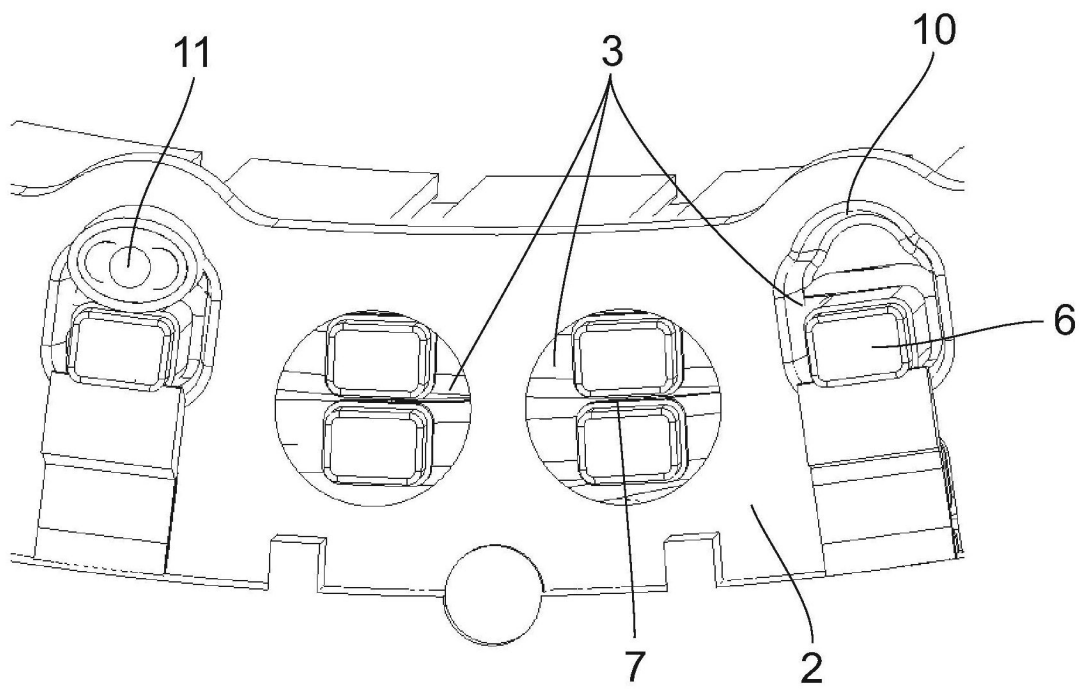


Fig. 4