



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2007 016 482 U1** 2009.05.07

(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2007 016 482.3**

(22) Anmeldetag: **24.11.2007**

(47) Eintragungstag: **02.04.2009**

(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **07.05.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H02K 3/50** (2006.01)

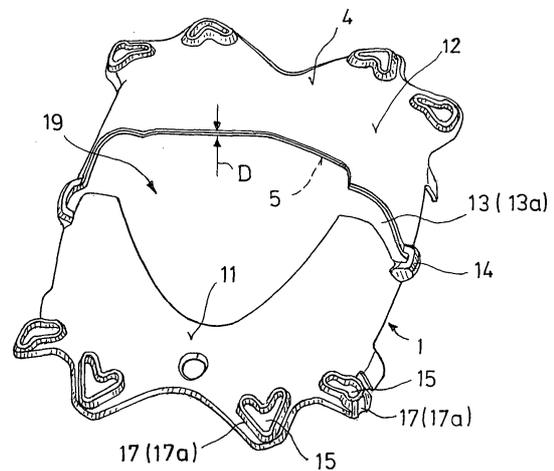
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:  
**ebm-papst Mulfingen GmbH & Co. KG, 74673  
Mulfingen, DE**

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:  
**Patentanwälte Dr. Solf & Zapf, 81543 München**

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

(54) Bezeichnung: **Wicklungsanordnung für eine elektrische Maschine und Trennelement für eine solche Anordnung**

(57) Hauptanspruch: Wicklungsanordnung (7) für eine elektrische Maschine, wie Elektromotor oder Generator, bestehend aus einem metallischen, insbesondere als Blechpaket ausgeführten Wickelkern (8) sowie aus durch Nuten (9) des Wickelkerns (8) verlaufenden und außerhalb der Nuten (9) auf Stirnseiten des Wickelkerns (8) jeweils einen Wickelkopf (10) bildenden Wicklungen (6), wobei die Wicklungen (6) im Bereich jedes Wickelkopfes (10) mindestens zwei übereinander liegende Wickellagen (A, B) bilden, zwischen denen jeweils ein im Wesentlichen scheibenförmiges, aus einem elektrisch isolierendem Material bestehendes Trennelement (1) im Wesentlichen spaltfrei an die Wicklungen (6) angeschmiegt angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterseite (5) des Trennelementes (1) durch eine vorgeformte Freiformfläche gebildet ist, die eine exakte Negativabbildung der unter dem Trennelement (1) liegenden Wickellage (A) ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Wicklungsanordnung für eine elektrische Maschine, wie für einen Elektromotor oder für einen Generator, bestehend aus einem metallischen, insbesondere als Blechpaket ausgeführten Wickelkern sowie aus durch Nuten des Wickelkerns verlaufenden und außerhalb der Nuten auf Stirnseiten des Wickelkerns jeweils einen Wickelkopf bildenden Wicklungen, wobei die Wicklungen im Bereich jedes Wickelkopfes mindestens zwei übereinander liegende Wickellagen bilden, zwischen denen jeweils ein im Wesentlichen scheibenförmiges, aus einem elektrisch isolierendes Material bestehendes Trennelement im Wesentlichen spaltfrei an die Wicklungen angeschmiegt angeordnet ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Trennelement für eine solche Anordnung.

**[0002]** Wicklungsanordnungen für elektrische Maschinen, wie Elektromotoren oder Generatoren, mit elektrisch isolierenden Elementen für die Wicklungen sind bekannt. Hierbei kommen im Allgemeinen zweidimensional ausgebildete Isolationselemente zum Einsatz, die in aufwändiger Weise eingesetzt und verarbeitet werden müssen. Eine Automatisierung des Fertigungsprozesses gestaltet sich daher schwierig.

**[0003]** Die DE 1 975 287 U beschreibt eine Phaseninsolation für im Träufelverfahren mit erhärtenden Stoffen getränkte Wickelköpfe elektrischer Maschinen, wobei ein perforiertes Isoliermaterial eingesetzt wird, welches insbesondere eine im eingebauten ungetränkten Zustand der Prüfspannung der Maschine standhaltende Dicke aufweist. Bei diesem Isoliermaterial kann es sich bevorzugt um ein Mehrschichtmaterial handeln, wobei insbesondere die Schichten aus verschiedenen Stoffen bestehen.

**[0004]** Die DE 31 45 655 C2 beschreibt einen Isolierkörper aus durchbrochenem blattförmigem Material für Wicklungen von Elektromotoren, welcher ein Paar von Kopfteilen zum Trennen der Wickelköpfe zweier verschiedener Wicklungen des Stators umfasst, die beidseitig der beiden Kopfteile angeordnet werden. Außerdem umfasst der Isolierkörper mehrere parallele Streifen, die die genannten Kopfteile miteinander verbinden und dazu vorgesehen sind, sich jeweils durch eine Nut der Statorarmatur zu erstrecken. Dabei ist vorgesehen, dass eines der Kopfteile an seinem den Streifen entgegengesetzten Ende drei aufeinanderfolgende ungefaltete Blätter aufweist, die durch Falzlinien miteinander verbunden und zu einer Manschette eingeschlagen sind, um Vertiefungen aufzunehmen, die zwischen Drähten wenigstens einer Wicklung und wenigstens einer der Speiseleitungen hergestellt sind.

**[0005]** Die DD 288 940 B5 beschreibt eine ähnliche Anordnung wie die eingangs genannte, die zur Pha-

senisolation im Wickelkopf bei elektrischen Maschinen, insbesondere bei Statorwicklungen bei Außenläufermotoren dient. Bei dieser Anordnung sind aus Isolierstoff bestehende Endscheiben stirnseitig auf dem Blechpaket angeordnet, und diese Stirnscheiben, welche die Polzähne und das Blechpaket abdecken, sind mit axial gerichteten, starren Kammern versehen, die entsprechend der jeweiligen Wicklungsart und dem Wickelschritt angeordnet werden. Dadurch werden starre Kammersysteme mit starren Spurenkammern gebildet. Dies führt aber bedingt durch große Luftspalte nachteiligerweise zu einer großen Bauhöhe.

**[0006]** Eine Wicklungsanordnung der eingangs genannten Art ist aus der DE 201 02 590 U1 bekannt. Diese unterscheidet sich grundlegend von der vorstehend beschriebenen Anordnung, indem anstatt eines starren, große Spalte erzeugenden Systems elastisch verformbare Trennelemente vorgesehen sind, die jeweils nach Aufbringen der nächsten – auch als Phasenstrang bezeichneten – Wickellage unter anschmiegender Verformung im Wesentlichen spaltfrei zwischen den Wickellagen sitzen. Die Trennelemente weisen dabei bevorzugt auf ihrer vom Wickelkern wegweisenden Seite Fixiermittel für die Wicklungen der nächsten Wickellage auf, und zwar insbesondere in Form vom stegartigen Halteansätzen, die an den Verlauf der Wicklungen der nächsten Wickellage so angepaßt sind, dass sie die Wicklungen gegen radiales Abrutschen vom Trennelement fixieren. Außerdem sind die Trennelemente insbesondere auf ihrer dem Wickelkern zugekehrten Seite derart kappenartig mit einem die Wickellage übergreifenden Randsteg ausgebildet, dass sie selbstfixierend auf die Wicklungen der jeweils unteren Wickellage aufsetzbar sind. Derartige Wicklungsanordnungen und Trennelemente haben sich in der Praxis bewährt.

**[0007]** Sowohl bei der Anordnung gemäß der DD 288 940 B5, als auch bei der Anordnung gemäß der DE 201 02 590 U1 handelt es sich bei den zur Phaseninsolation eingesetzten Elementen um dreidimensional ausgebildete Körper mit relativ großer Höherstreckung, z. B. bei der DE 201 02 590 U1 durch die genannten Randstege und stegartigen Halteansätze, die als eine Art Wicklungsträger fungieren und daher auch einen relativ hohen Wicklungsaufbau nach sich ziehen und kein oder nur ein eingeschränktes Abpressen der Wicklung erlauben.

**[0008]** Des Weiteren ist in der DE 201 02 590 U1 ausgeführt, dass das Trennelement nach seinem Aufsetzen auf den Wickelkopf zunächst nur auf den jeweils unteren Wicklungen punkt- bzw. linienförmig tangential aufliegt, so dass noch ein Luftspalt besteht, der aber nach dem Wickeln der nächsten Wickellage durch Verformung des Trennelementes fast vollständig beseitigt wird. Dadurch bedingt liegt das

Trennelement im Montagezustand unter mechanischer Spannung vor, wobei eine mehr oder weniger vollständig erfolgende Schließung der Luftspalte von der beim Aufbringen der nächsten Wickellage aufgewendeten Kraft abhängt. Auf diese Weise ist es möglich, dass die Prozesssicherheit der bekannten Wickelanordnung negativ beeinflusst wird.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine Wicklungsanordnung der genannten Art zu schaffen, die für die Wicklungslagen eine prozesssichere Isolation gewährleistet, aber einen noch besser automatisierbaren Wickelablauf und insbesondere eine verringerte Höhe der Wicklung ermöglicht. Die vorstehend beschriebenen Nachteile des Standes der Technik sollen durch die Erfindung überwunden werden.

**[0010]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Unterseite des Trennelementes durch eine vorgeformte Freiformfläche gebildet ist, die eine exakte Negativabbildung der unter dem Trennelement liegenden Wickellage ist.

**[0011]** Die Herstellung der Trennelemente, denen auch selbst, d. h. als Einzelteile, eine erfindungsgemäße Bedeutung zugemessen wird, ist fertigungstechnisch einfach. Die Trennelemente können insbesondere als Spritzgieß- oder als Kunststoffziehteile ausgebildet sein.

**[0012]** Dabei wird zur Herstellung der entsprechenden, in diesen Verfahren einzusetzenden Formen zunächst auf den Wickelkern der mit der Wicklungsanordnung auszustattenden elektrischen Maschine im Sinne der Herstellung eines Prototyps eine erste Wickellage aufgebracht und die mit der Wickellage versehene Stirnseite des Wickelkerns einer dreidimensionalen Scannung unterworfen. Entsprechend den auf diese Weise gewonnenen Topographiedaten wird die Kavität der Form für das Trennelement, welches auf die erste Wickellage aufgebracht werden soll, hergestellt. Das Trennelement, dessen Unterseite nun durch eine Freiformfläche gebildet ist, die eine exakte Negativabbildung der unter dem Trennelement liegenden Wickellage ist, wird dann gefertigt und montiert.

**[0013]** Zweckmäßigerweise kann das Trennelement dabei – von mit dem Formgebungsprozess bedingten Fertigungstoleranzen abgesehen – eine im Wesentlichen uniforme Dicke aufweisen, die vorzugsweise kleiner als 1 mm sein kann. Auf diese Weise ist auch die Oberseite des Trennelementes durch eine Freiformfläche gebildet, die eine exakte Negativabbildung der unter dem Trennelement liegenden Wickellage ist. Bedarfsweise ist aber auch eine bereichsweise Variation der Dicke des Trennelementes möglich, so dass die Form der Freiformfläche auf der Oberseite des Trennelementes von der der Unterseite

abweicht.

**[0014]** Nach der Montage des Trennelementes wird die nächste Wickellage aufgebracht und der Vorgang des Scannens wiederholt. Zur Umsetzung der gewonnenen Topographiedaten in die korrespondierenden Formausbildungen können dabei mit Vorteil auch Verfahren des sogenannten "Rapid Prototyping" zum Einsatz kommen. Es handelt sich dabei um fertigungstechnische Methoden der Urformung, wie Stereolithografie, selektives Lasersintern oder -generieren, Laminated Object Modelling u. a., wonach ein Werkstück aus vorhandenen CAD-Daten schichtweise aus formlosem oder formneutralem Material unter Nutzung physikalischer und/oder chemischer Effekte aufgebaut wird.

**[0015]** Das nächste Trennelement, dessen Unterseite nun auf die zweite Wickellage aufgebracht werden kann, wobei diese Unterseite wiederum durch eine vorgeformte Freiformfläche gebildet ist, die eine exakte Negativabbildung der unter dem Trennelement liegenden Wickellage ist, wird dann gefertigt und montiert. Der beschriebene Vorgang für die Formfertigung wird entsprechend der Anzahl der vorzusehenden Wicklungslagen wiederholt. Mit den dann vorhandenen Formen kann eine Serien- bzw. Massenfertigung der Trennelemente erfolgen.

**[0016]** In der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung liegt das Trennelement nach seinem Aufsetzen auf den Wickelkopf nicht nur auf den jeweils unteren Wicklungen punkt- bzw. linienförmig auf, sondern sofort vollflächig. Ein Luftspalt, der durch das Wickeln der nächsten Wickellage durch Verformung des Trennelementes beseitigt werden müsste, besteht nicht. Zwar kann für das erfindungsgemäße Trennelement in vorteilhafter Ausbildung eine Verformbarkeit vorgesehen sein, jedoch ist diese nicht zwingend erforderlich, um die Spaltbildung zu unterbinden. Dabei liegt das Trennelement im Montagezustand nahezu spannungsfrei zwischen den Wickellagen, was die Prozesssicherheit erhöht. In welcher Größe beim Aufbringen der nächsten Wickellage Kraft aufgewendet wird, spielt dafür keine Rolle.

**[0017]** Weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung enthalten. Anhand eines in den beiliegenden Zeichnungsfiguren dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

**[0018]** [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) in perspektivischer Darstellung, ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Trennelement einer erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung,

**[0019]** [Fig. 3](#) ebenfalls in perspektivischer Darstellung, ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße

mäße Wicklungsanordnung nach Aufbringung einer ersten Wickellage,

[0020] [Fig. 4](#) in einer Darstellung wie in [Fig. 3](#), die erfindungsgemäße Wicklungsanordnung nach Aufbringung einer ersten Wickellage und Montage eines erfindungsgemäßen Trennelements,

[0021] [Fig. 5](#) in einer Darstellung wie in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#), die erfindungsgemäße Wicklungsanordnung nach Aufbringung einer zweiten Wickellage,

[0022] [Fig. 6](#) das komplettierte, in den [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) dargestellte Bauteil mit der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung.

[0023] In den Figuren der Zeichnung sind dieselben Teile auch stets mit denselben Bezugszeichen versehen, so dass sie in der Regel auch jeweils nur einmal beschrieben werden.

[0024] Wie erwähnt, zeigen [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) eine beispielhafte Ausführung eines erfindungsgemäßen – auch als Phasenisolationsstück zu bezeichnenden – im Wesentlichen scheibenförmigen Trennelementes **1**, wobei es sich dabei in den beiden Figuren um ein und dasselbe Teil handelt. In [Fig. 2](#) sind lediglich zusätzlich – wie im Übrigen auch in [Fig. 4](#) – zur besseren Veranschaulichung der Flächenausbildung am Trennelement **1** Höhenlinien **2** und Kantenlinien **3** eingezeichnet. Hierzu ist allerdings zu bemerken, dass Kanten im eigentlichen Sinn in der gezeigten Ausführung nicht vorliegen, sondern im Sinne einer beschädigungsfreien Montage sämtlich verrundet sind.

[0025] Wie zunächst [Fig. 1](#) zeigt, ist die Oberseite **4** des erfindungsgemäßen Trennelementes **1** durch eine vorgeformte Freiformfläche gebildet. Es ist dabei in bevorzugter Ausführung vorgesehen, dass das Trennelement **1** eine gleichmäßige bzw. uniforme Dicke *D* aufweist, die insbesondere kleiner als 1 mm ist. Daraus ergibt sich – wenngleich in der Zeichnung verdeckt dargestellt –, dass auch die Unterseite **5** des erfindungsgemäßen Trennelementes **1** durch eine vorgeformte Freiformfläche gebildet ist, die – wie erfindungsgemäß vorgesehen – eine exakte Negativabbildung einer unter dem Trennelement **1** liegenden Wickellage **6** einer erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung **7** ist, wie sie in [Fig. 3](#) bis [Fig. 6](#) exemplarisch dargestellt ist.

[0026] Bei dieser exemplarisch dargestellten erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung **7** handelt es sich konkret um den Stator eines Elektromotors. Dieser besteht aus einem metallischen, insbesondere als Blechpaket ausgeführten Wickelkern **8** sowie aus durch Nuten **9** des Wickelkerns **8** verlaufenden und außerhalb der Nuten **9** auf Stirnseiten des Wickelkerns **8** jeweils einen Wickelkopf **10** bildenden Wick-

lungen **6**. Dabei bilden die Wicklungen **6** im Bereich jedes Wickelkopfes **10** mindestens zwei übereinander liegende Wickellagen, von denen die erste insbesondere [Fig. 3](#) und die zweite insbesondere [Fig. 5](#) zu entnehmen ist und die in den Figuren mit den Bezugszeichen A und B bezeichnet sind. Das erfindungsgemäße Trennelement **1** wird bei seiner Montage elektrisch isolierend zwischen den Wickellagen A, B angeordnet, wie dies insbesondere [Fig. 4](#) zeigt.

[0027] Das erfindungsgemäße Trennelement **1** kann bevorzugt – insbesondere in Serien- oder Massenfertigung hergestellt – als Spritzgießteil oder als Ziehteil ausgebildet sein und aus Kunststoff einer entsprechenden Isolationsklasse, insbesondere aus einem Thermomer oder aus einem thermoplastischen Elastomer (TPE), bestehen. Es ist auch möglich, das Trennelement **1** beispielsweise aus einem mit einem Polymer getränkten und verfestigten Vlies zu fertigen.

[0028] Bei der Herstellung der für Spritzguss oder Tiefziehen einzusetzenden Formen kann dabei mit Vorteil so verfahren werden, wie bereits vorstehend beschrieben wurde. Es wird zunächst auf den Wickelkern **8** der mit der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung **7** auszustattenden elektrischen Maschine eine erste Wickellage A der Wicklung **6** aufgebracht, wie dies auch [Fig. 3](#) zu entnehmen ist. Die mit der Wickellage A versehene Stirnseite des Wickelkerns **8** wird zur Gewinnung von – insbesondere CAD-fähigen – Topographiedaten einer dreidimensionalen Scannung unterworfen und demgemäß wird die Kavität der Form zur Herstellung des Trennelementes **1** ausgebildet.

[0029] Das erfindungsgemäße Trennelement **1** sollte im Hinblick auf seine automatisierte Montage einerseits formstabil sein, was durch das Material, aber auch durch eine versteifend wirkende, nach innen oder außen gewölbte, Formausbildung erreicht werden kann.

[0030] So sind [Fig. 2](#) im mittleren Bereich, wo die Längsachse X-X verläuft, eine Innenwölbung **11** und in seitlich davon liegenden äußeren Bereichen Außenwölbungen **12** zu entnehmen, die in der dargestellten Draufsicht jeweils konkav bzw. konvex sind, wie die Höhenlinien **2** veranschaulichen.

[0031] Durch die Wölbungen **11**, **12**, die auch dadurch bedingt sind, dass die Unterseite **5** des Trennelementes **1** bildende Freiformfläche eine exakte Negativabbildung der unter dem Trennelement **1** liegenden Wickellage A ist, wird vorteilhafterweise auch erreicht, dass das Trennelement **1** derart kapfenartig ausgebildet ist, dass es selbstfixierend auf die Wicklungen **6** der darunter liegenden Wickellage A aufsetzbar ist und nach Aufbringen der nächsten Wickellage B – gegebenenfalls, jedoch nicht notwen-

digerweise unter Verformung – im Wesentlichen spaltfrei zwischen den Wickellagen A, B sitzt. Die Höhe des Wickelkopfes **10** vergrößernde stegartige Halteansätze, wie sie eingangs für die bekannten Wicklungsanordnungen erwähnt wurden, oder zusätzliche Elemente, wie die genannten Randstege, brauchen dabei nicht vorgesehen zu werden.

**[0032]** Andererseits sollte das erfindungsgemäße Trennelement **1** unter dem Aspekt, dass die Wicklungen **6** abgepresst werden sollen und die jeweils obere Wickellage – im dargestellten Fall die zweite Wickellage B – optimal auf dem Trennelement **1** abgelegt werden kann, auch – zumindest bereichsweise – flexibel sein, was u. a. – mit den vorstehenden Einschränkungen im Hinblick auf das Material – dadurch erreicht werden kann, dass das Trennelement aus einem elastisch verformbaren Material besteht. Diesen unterschiedlichen Forderungen Rechnung tragend kann – wie [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen – auch mit Vorteil vorgesehen sein, dass insbesondere in Bereichen, wo im Montagezustand die erste (untere) Wickellage A von der zweiten (oberen) Wickellage B ohnehin getrennt ist, Aussparungen **13**, wie die im Bereich der Querachse Y-Y beidseitig vorgesehenen Schlitze **13a** oder in alternativer Ausbildung auch runde oder langlochartige Öffnungen vorgesehen sind.

**[0033]** Konkret zeigen [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) eine Ausführung, bei der die Aussparung **13** jeweils als nach innen (oben) offener und randseitig (unten) geschlossener Schlitz **13a** ausgebildet ist. Der randseitige Verschluss des Schlitzes **13a** wird dabei durch ein Filmscharnier **14** gebildet.

**[0034]** [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen des Weiteren, dass das erfindungsgemäße Trennelement **1** neben den genannten Aussparungen **13** noch weitere Durchbrechungen **15** aufweisen kann. Diese sind dazu bestimmt, mit korrespondierenden bzw. komplementären Teilen **16** des Wickelkerns **8**, insbesondere mit den in [Fig. 3](#) bis [Fig. 5](#) dargestellten, in axialer Richtung Z-Z abragenden säulenartigen Wickelabstützungen **16a** des Wickelkerns **8**, im Sinne einer Fixierung des Trennelementes **1** auf dem Wickelkopf **10** zusammenzuwirken. Das Trennelement **1** kann auf den Wickelkern **8** aufgesetzt werden, wobei die Wickelabstützungen **16a** die Durchbrechungen **15** durchgreifen und so das Trennelement **1** gegen eine seitliche Verschiebung gesichert auf dem Wickelkopf **10** festhalten.

**[0035]** Um eine optimale Wicklungstrennung zu erzielen, sollte dabei vorgesehen sein, dass die Durchbrechungen **15** randseitig von einer Verstärkung **17**, insbesondere von einem auch als Einführhilfe wirkenden Trichter **17a**, umgeben sind.

**[0036]** Anhand von [Fig. 3](#) bis [Fig. 6](#) wird nachstehend der Verlauf der Herstellung bzw. Bewicklung ei-

ner erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung **7** erläutert.

**[0037]** Zunächst wird eine erste Wicklungsgruppe gewickelt, wodurch die erste, untere Wickellage A des Wickelkopfes **10** entsteht. [Fig. 3](#) zeigt den beispielhaft dargestellten Stator mit der Wickellage A, bei der die Wicklungsstränge sich links und rechts eines Stirnisolations-schafes **18** des Stators verzweigen und an der Peripherie des Wickelkopfes **10** in jeweils zwei Nuten **9** eingeführt sind. Die Phasenisolierung fehlt noch.

**[0038]** Danach wird, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, das Trennelement **1** in axialer Richtung Z-Z aufgesetzt. Hierzu ist auch zu bemerken, dass die Trennelemente **1** stapelbar und daher gut magazinierbar sind und der Vorgang – wie auch das Bewickeln – automatisiert erfolgen kann. Ein manueller Eingriff ist bei der gesamten Montage – auch bei den nachfolgenden Montageschritten – nicht notwendig. Nach dem Aufsetzen liegt das Trennelement **1** aufgrund der erfindungsgemäßen Formausbildung seiner Unterseite **5** auf der unteren Wickellage A bereits nahezu spaltfrei auf. Über die Durchbrechungen **15** und die in axialer Richtung Z-Z abragenden säulenartigen Wickelabstützungen **16a** des Wickelkerns **8** kann das Trennelement **1** auf dem Wickelkopf **10** fixiert werden. Außerdem ist auch zu erwähnen, dass das Trennelement **1** eine zentrische Öffnung **19** ([Fig. 1](#), [Fig. 2](#)) zum Aufsetzen auf den hohlzylindrischen Stirnisolations-schaf **18** des Wickelkerns **8** aufweist, wodurch es ebenfalls fixiert wird. In diese Öffnung **19** münden die beiden oben erwähnten, die Aussparungen **13** bildenden, nach innen offenen und nach außen geschlossenen Schlitze **13a**.

**[0039]** Anschließend wird, wie durch [Fig. 5](#) veranschaulicht, eine zweite Wicklungsgruppe jeweils über das Trennelement **1** hinweg gewickelt. Die Wicklungen **6** der so entstehenden Wickellage B können problemlos ebenfalls nahezu spaltfrei auf die Oberseite **4** des Trennelementes **1** aufgebracht werden. Die Herstellung der oberen Wickellage B wird durch das Trennelement **1** in keiner Weise behindert oder gestört. Durch das Bewickeln kann das Trennelement **1** gegebenenfalls – beispielsweise durch ein Verschwenken der beidseitig der Querachse Y-Y liegenden Teilbereiche des Trennelementes **1** in den Filmscharnieren **14** – so verformt werden, dass es sich noch enger an die untere Wickellage A anschmiegt, wobei auch aufgrund der Flexibilität des Trennelementes **1** eine Verpressung möglich ist. Auch in der zweiten Wickellage B, deren Stränge etwa rechtwinklig zur ersten Wickellage A verlaufen, verzweigen sich die beidseitig des Stirnisolations-schafes **18** verlaufenden Wicklungsstränge an der Peripherie des Wickelkopfes **10** und münden jeweils in zwei Nuten **9** des Wickelkerns **8**.

**[0040]** Die derart hergestellte erfindungsgemäße Wicklungsanordnung **7** zeichnet sich durch eine prozesssichere Isolation, aufgrund der geringen axialen Höhe ihres Wickelkopfes **10** durch eine äußerst kompakte Bauweise und aufgrund der Automatisierbarkeit der Montage – beispielsweise können die Trennelemente **1** in einfacher Weise maschinell gehandhabt werden – durch eine kostengünstige Fertigung und Weiterverarbeitbarkeit aus.

**[0041]** Um das Bauteil zu komplettieren, kann abschließend, wie dies [Fig. 6](#) zeigt, bevorzugt die letzte, oberste Wickellage **B** mit einem ringkappenartigen Abdeckteil **20** abgedeckt werden.

**[0042]** Wie bereits aus den vorstehenden Ausführungen hervorgeht, ist die vorliegende Erfindung nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern umfasst alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Mittel und Maßnahmen. Die Erfindung kann beispielsweise auch bei beliebigen anderen, von der dargestellten Wicklung **6** abweichenden Wicklungsarten vorgesehen sein. Dabei versteht es sich, dass nicht nur zwei Wickellagen **A**, **B**, sondern auch drei oder mehr in einer erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung **7** vorgesehen sein können. Bei dem Wickelkern **8** muss es sich auch nicht zwingend um einen Stator eines elektrischen Motors handeln, sondern die Erfindung eignet sich auch für andere elektrische Maschinen, wie beispielsweise Generatoren, an denen stirnseitig ein Wickelkopf **10** gebildet ist.

**[0043]** Des Weiteren kann der Fachmann zusätzliche vorteilhafte technische Merkmale vorsehen, ohne dass der Rahmen der Erfindung verlassen wird. So ist es zum Beispiel möglich, dass der Wickelkern **8** im Bereich seiner Nuten **9** und/oder seiner wickelkopfseitigen Stirnflächen eine Isolierschicht aufweist, wobei der Wickelkern **8** zur Bildung dieser Isolierschicht mit Kunststoff umspritzt sein kann. Vorzugsweise kann dabei auch der Stirnisolierungsschaft **18** einstückig angespritzt sein.

**[0044]** Schließlich besteht auch die vorteilhafte Möglichkeit, im oder am Trennelement **1** derartige technische Modifikationen – z. B. bei einem Rotor die Halterung oder Einbettung eines Hall-Sensors – vorzunehmen, so dass es bedarfsweise weitere zusätzliche Funktionen übernehmen kann. Hierzu, wie auch beispielsweise zum Zweck der Erhöhung der Formstabilität oder einer verbesserten Anpassung der Oberseite **4** des erfindungsgemäßen Trennelements **1** an die darüberliegende Wickellage **B**, kann auch die Dicke **D** des Trennelementes **1** integral oder bereichsweise von dem als bevorzugt genannten Wert und von ihrer Gleichförmigkeit abweichen.

**[0045]** Ferner ist die Erfindung nicht auf die in den Ansprüchen **1** und **19** definierten Merkmalskombina-

tionen beschränkt, sondern kann auch durch jede beliebige andere Kombination von bestimmten Merkmalen aller insgesamt offenbarten Einzelmerkmale definiert sein. Dies bedeutet, dass grundsätzlich praktisch jedes Einzelmerkmal der unabhängigen Ansprüche weggelassen bzw. durch mindestens ein an anderer Stelle der Anmeldung offenbartes Einzelmerkmal ersetzt werden kann. Insofern ist die Anspruchsfassung lediglich als ein erster Formulierungsversuch für eine Erfindung zu verstehen.

#### Bezugszeichenliste

<b>1</b>	Trennelement
<b>2</b>	Höhenlinie von <b>1</b>
<b>3</b>	Kantenlinie von <b>1</b>
<b>4</b>	Oberseite von <b>1</b>
<b>5</b>	Unterseite von <b>1</b>
<b>6</b>	Wicklung, Wickellagen <b>A</b> und <b>B</b>
<b>7</b>	Wicklungsanordnung
<b>8</b>	Wickelkern von <b>7</b>
<b>9</b>	Nuten in <b>8</b>
<b>10</b>	Wickelkopf von <b>7</b>
<b>11</b>	Innenwölbung von <b>1</b>
<b>12</b>	Außenwölbung von <b>1</b>
<b>13</b>	Aussparung
<b>13a</b>	Schlitz als <b>13</b>
<b>14</b>	Filmscharnier von <b>1</b>
<b>15</b>	Durchbrechung in <b>1</b> für <b>16</b>
<b>16</b>	Komplementärteil zu <b>15</b> von <b>8</b>
<b>16a</b>	Wickelabstützung als <b>16</b>
<b>17</b>	Randverstärkung von <b>15</b>
<b>17a</b>	Trichter als <b>17</b>
<b>18</b>	Stirnisolierungsschaft von <b>7</b>
<b>19</b>	Öffnung in <b>1</b> für <b>18</b>
<b>20</b>	Abdeckteil für <b>7</b>
<b>A</b>	erste, untere Wickellage von <b>6</b>
<b>B</b>	zweite, obere Wickellage von <b>6</b>
<b>D</b>	Dicke von <b>1</b>
<b>X-X</b>	Längsachse von <b>1</b>
<b>Y-Y</b>	Querachse von <b>1</b>
<b>Z-Z</b>	Längsachse von <b>7</b>

**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**

- DE 1975287 U [[0003](#)]
- DE 3145655 C2 [[0004](#)]
- DD 288940 B5 [[0005](#), [0007](#)]
- DE 20102590 U1 [[0006](#), [0007](#), [0007](#), [0008](#)]

### Schutzansprüche

1. Wicklungsanordnung (7) für eine elektrische Maschine, wie Elektromotor oder Generator, bestehend aus einem metallischen, insbesondere als Blechpaket ausgeführten Wickelkern (8) sowie aus durch Nuten (9) des Wickelkerns (8) verlaufenden und außerhalb der Nuten (9) auf Stirnseiten des Wickelkerns (8) jeweils einen Wickelkopf (10) bildenden Wicklungen (6), wobei die Wicklungen (6) im Bereich jedes Wickelkopfes (10) mindestens zwei übereinander liegende Wickellagen (A, B) bilden, zwischen denen jeweils ein im Wesentlichen scheibenförmiges, aus einem elektrisch isolierenden Material bestehendes Trennelement (1) im Wesentlichen spaltfrei an die Wicklungen (6) angeschmiegt angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Unterseite (5) des Trennelementes (1) durch eine vorgeformte Freiformfläche gebildet ist, die eine exakte Negativabbildung der unter dem Trennelement (1) liegenden Wickellage (A) ist.

2. Wicklungsanordnung (7) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) als Spritzgießteil oder als Ziehteil ausgebildet ist.

3. Wicklungsanordnung (7) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) formstabil ist.

4. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) aus einem elastisch verformbaren Material besteht.

5. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) aus Kunststoff, insbesondere aus einem Thermomer, oder aus einem mit einem Polymer getränkten und verfestigten Vlies besteht.

6. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) eine gleichmäßige Dicke (D) aufweist.

7. Wicklungsanordnung (7) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke (D) des Trennelementes (1) kleiner ist als 1 mm.

8. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) eine versteifend wirkende, nach innen (11) oder außen (12) gewölbte Formausbildung besitzt.

9. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1), insbesondere in Bereichen, wo im Montagezustand eine untere Wickellage (A) von ei-

ner darüber liegenden, oberen Wickellage (B) getrennt ist, Aussparungen (13), wie Schlitze (13a) und/oder runde oder langlochartige Öffnungen, aufweist.

10. Wicklungsanordnung (7) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) als Aussparungen (13) jeweils, insbesondere im Bereich seiner Querachse (Y-Y) beidseitig ausgebildete Schlitze (13a) aufweist.

11. Wicklungsanordnung (7) nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitze (13a) nach innen offen und randseitig insbesondere durch ein Filmscharnier (14), geschlossen sind.

12. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) Durchbrechungen (15) aufweist, die dazu bestimmt sind, das Trennelement (1) an korrespondierenden Teilen (16) des Wickelkerns (8), insbesondere an Wickelabstützungen (16a), zu befestigen.

13. Wicklungsanordnung (7) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchbrechungen (15) randseitig von einer Verstärkung (17), insbesondere von einem Trichter (17a), umgeben sind.

14. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) derart kappenartig ausgebildet ist, dass es selbstfixierend auf die Wicklungen (6) einer Wickellage (A) aufsetzbar ist und nach Aufbringen der nächsten Wickellage (B), gegebenenfalls unter Verformung, im Wesentlichen spaltfrei zwischen den Wickellagen (A, B) sitzt.

15. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Trennelement (1) eine zentrische Öffnung (22) zum Aufsetzen auf einen hohlzylindrischen Stirnisolationserschaft (18) des Wickelkerns (8) aufweist.

16. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die oberste Wickellage (B) mit einem kappenartigen Abdeckteil (20) abgedeckt ist.

17. Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Wickelkern (8) im Bereich seiner Nuten (9) und/oder seiner wickelkopfseitigen Stirnflächen eine Isolierschicht aufweist.

18. Wicklungsanordnung (7) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Wickelkern (8) zur Bildung der Isolierschicht mit Kunststoff umspritzt ist, wobei vorzugsweise ein/der Stirnisolationserschaft (18) einstückig angespritzt ist.

19. Trennelement (1) für eine Wicklungsanordnung (7) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, gekennzeichnet durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils der Ansprüche 1 bis 15.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

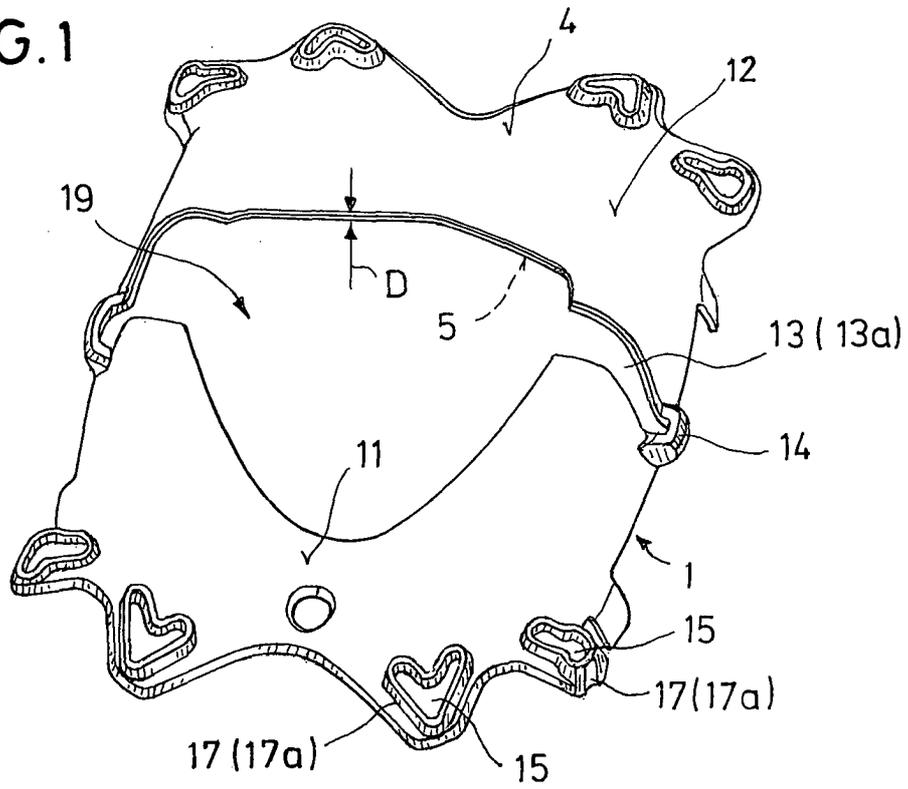


FIG.2

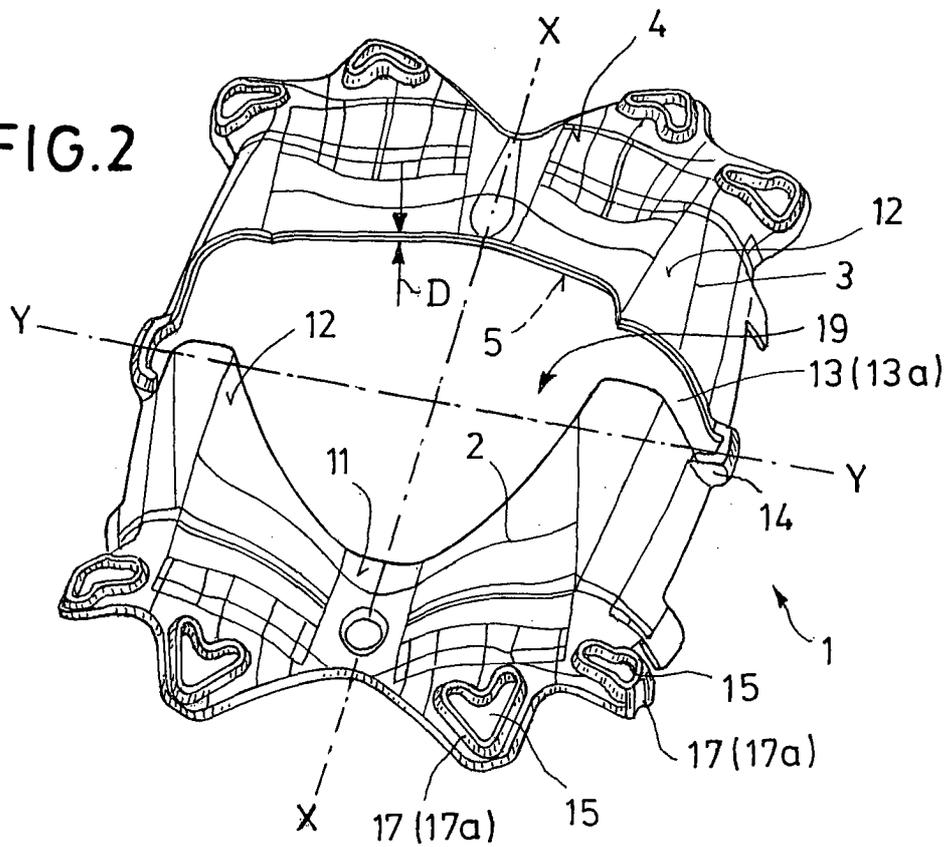


FIG. 3

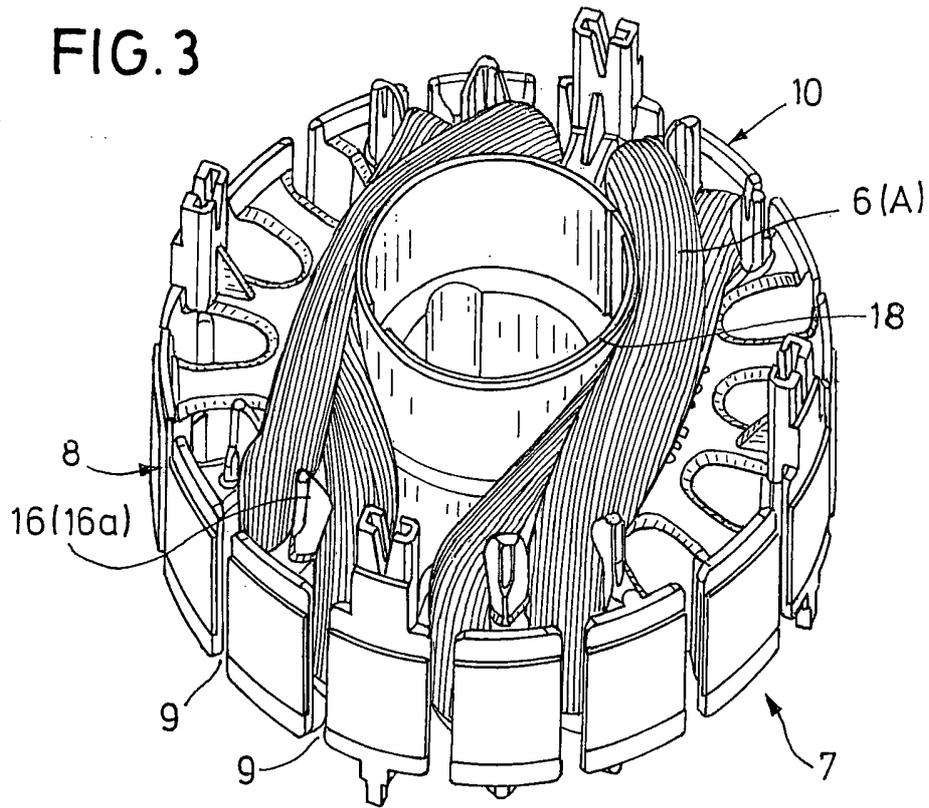


FIG. 4

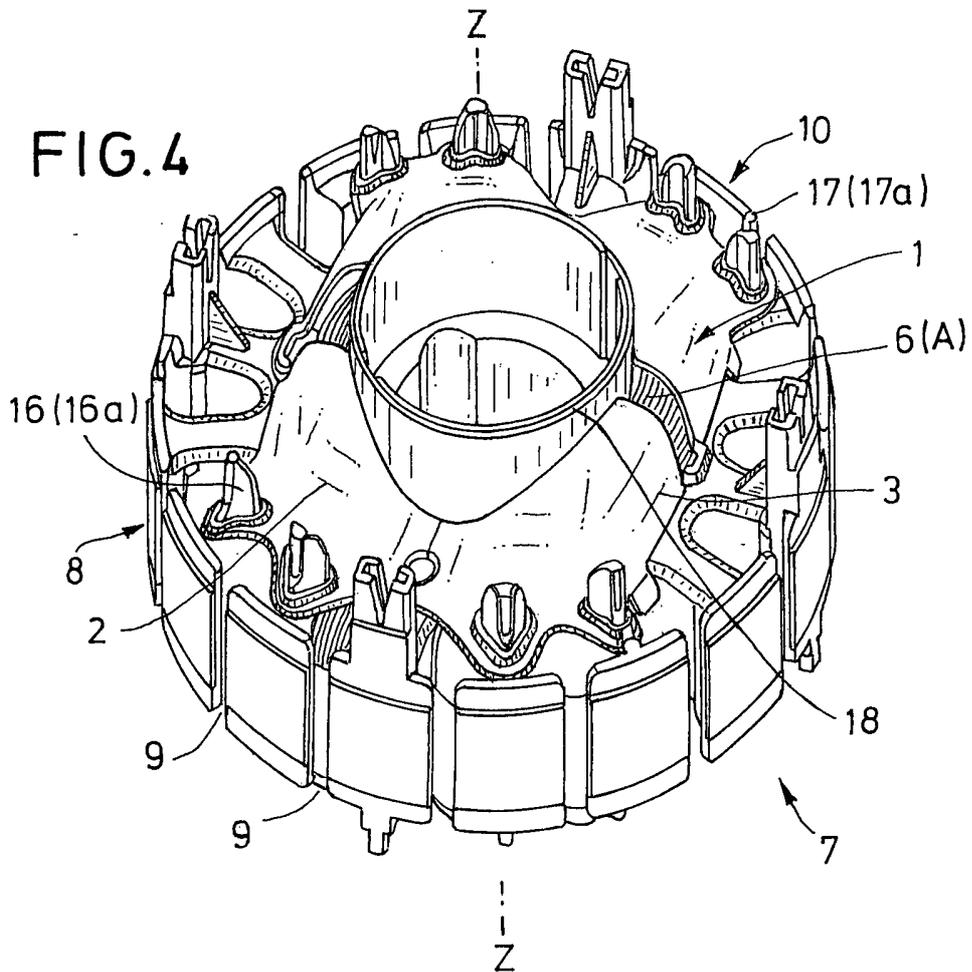


FIG. 5

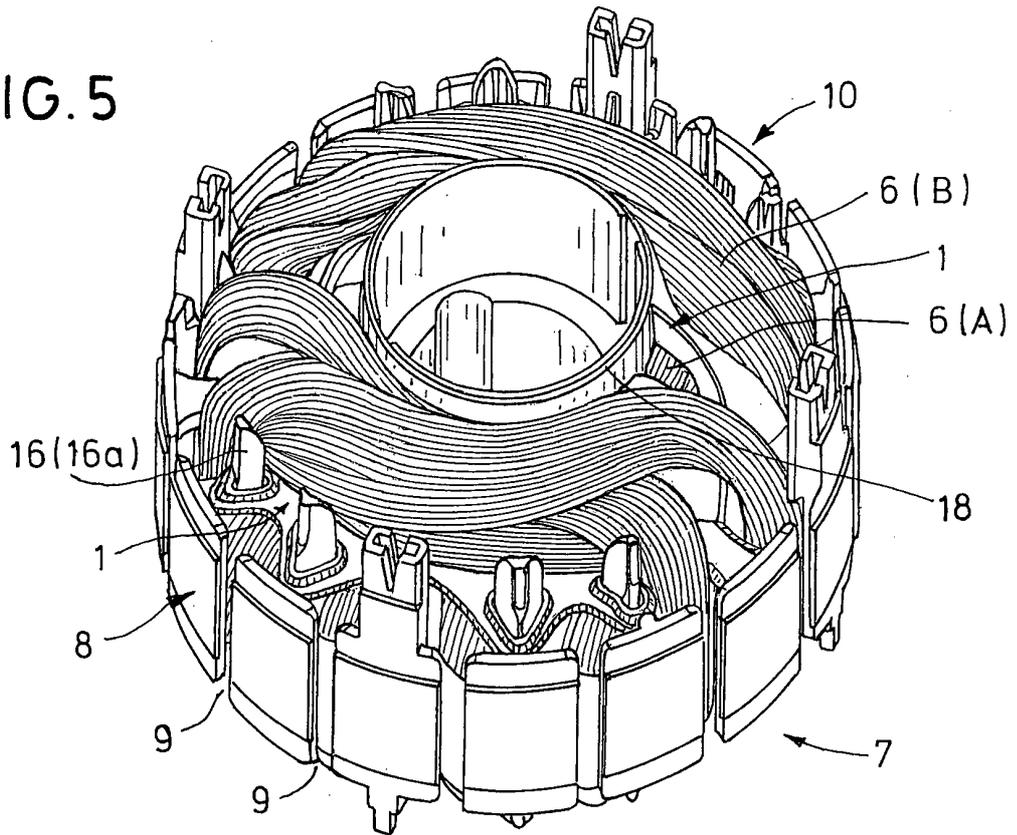


FIG. 6

