



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 600 07 891 T2 2004.10.21

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 228 558 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 600 07 891.4

(86) PCT-Aktenzeichen: PCT/BE00/00136

(96) Europäisches Aktenzeichen: 00 974 194.3

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 01/35513

(86) PCT-Anmeldetag: 09.11.2000

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: 17.05.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 07.08.2002

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 21.01.2004

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 21.10.2004

(51) Int Cl.⁷: H02K 3/04

H02K 9/197, H02K 9/19

(30) Unionspriorität:

99870233 09.11.1999 EP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(73) Patentinhaber:

Atlas Copco Airpower N.V., Wilrijk, BE

(72) Erfinder:

NILSON, Agne, Thord, S-135 54 Tyreso, SE

(74) Vertreter:

Vossius & Partner, 81675 München

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE MIT STATORWICKLUNGEN

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, zum Beispiel einen Motor oder Generator, umfassend ein Gehäuse und darin einen Stator, der den Rotor umgibt und der einen röhrenförmigen Kern und Wicklungen, die die Kernwand umgeben, umfasst, und Statorwicklungen, die axial und radial in Bezug auf die Achse des Kerns verlaufen, wobei die Maschine Mittel zum Kühlen der Wicklungen umfasst.

[0002] Die ununterbrochene Ausgangsleistung einer solchen Maschine ist hauptsächlich durch das Kühlen der Statorwicklungen begrenzt.

[0003] Diese Statorwicklungen sind normalerweise zusammengesetzt aus einem relativ dicken Leiterbündel, und die Anzahl der benachbarten Leiter nimmt zum Kern hin wie auch von der Außenseite und von der Innenseite des Kerns zu.

[0004] Auf der Innenseite des Kerns berühren benachbarte Wicklungen einander praktisch, und der Platz zwischen dem Rotor und dem Statorkern ist praktisch vollständig mit Wicklungen ausgefüllt, abgesehen von einem kleinen, ringförmigen Luftspalt zwischen den Wicklungen und dem Rotor.

[0005] Das bedeutet, dass der Teil der Wicklungen, die sich an der Innenseite des Statorkerns befinden, nur zum Kern und dem Luftspalt hin gekühlt werden kann.

[0006] Aufgrund der begrenzten Wärmeleitung im Kern und zusätzlichem Verlust im Kern ist es normalerweise nur möglich, einen begrenzten Teil der Wärme über den Kern abzuführen.

[0007] Das Meiste der Hitze muss über den Luftspalt abgeführt werden, aber es ist schwierig, auf diese Weise den mittleren Abschnitt der Wicklungssteile an der Innenseite des Kerns zu kühlen. Die Kühlung dieser Wicklungen ist daher begrenzt.

[0008] Um die Kühlung zu verbessern, ist bekannt, Kühlmittel hinzuzufügen.

[0009] Eine elektrische Maschine der obigen Art mit Kühlmitteln ist in US-A-5.304.883 offenbart. Die Statorwicklungen umfassen zwei Abschnitte, einen ersten inneren Abschnitt, der sich innerhalb des Luftspalts zwischen der Kernwand und dem Rotor befindet, und einen zweiten äußeren Abschnitt, der sich außerhalb dieses Spalts befindet.

[0010] Die Wicklungen des äußeren zweiten Abschnitts haben eine größere Querschnittsfläche und daher eine größere thermisch wirksame Masse als die Wicklungen des ersten inneren Abschnitts und

schaffen einen Wärmeschild für die ersten Abschnitte und ermöglichen eine effizientere Kühlung der ersten Abschnitte.

[0011] Der Stator umfasst eine längliche Bohrung, die das Gehäuse abdichtet, um eine ringförmige Statorkammer zu definieren, und das Gehäuse bietet Einlass- und Auslassanschlüsse, die in Flüssigkeitsverbindung mit der Kammer sind und es ermöglichen, dass ein Kühlmedium zum Kühlen der Wicklungen in die und aus der Kammer fließt.

[0012] Wicklungen, die zwei Abschnitte haben, sind von komplizierterer Bauart. Außerdem ist die Kühlung immer noch begrenzt, da benachbarte Wicklungen einander praktisch noch berühren, so dass der Platz zwischen dem Rotor und dem Statorkern praktisch vollständig gefüllt ist, abgesehen von einem kleinen Raum an der Außenseite des Kerns, da sich die äußeren Abschnitte radial ein wenig weiter erstrecken als die inneren Abschnitte.

[0013] Die Erfindung versucht, eine elektrische Maschine mit einer verbesserten Kühlung der Statorwicklungen zu schaffen.

[0014] Gemäß der Erfindung ist dieses Ziel durch die Tatsache erreicht, dass sowohl auf der Innenseite als auch auf der Außenseite des Kerns die Wicklungen zu mindestens 95% und vorzugsweise vollständig in Abständen voneinander angeordnet sind und Lücken zwischen einander bilden, die Kühlmedium in diesen Lücken umfasst, wobei die Wicklungen gebildet sind durch einen Draht, hergestellt aus einzeln isolierten Leitern, die Drähte oder Stränge sind und sich in einem Zickzackmuster zwischen den Rändern der Wicklung erstrecken und die Ränder in wärmeleitendem Kontakt mit dem Kühlmedium in den Lücken sind.

[0015] Das bedeutet, dass auch auf der Innenseite des Kerns die Seiten der Wicklungen Kühlflächen zum Abführen der Wärme mittels des Kühlmediums bilden. Nicht nur wird die Kühlfläche vergrößert sondern auch die Entfernung zum mittleren Abschnitt der Wicklungsteile auf der Innenseite des Kerns und einer Kühlfläche ist relativ klein.

[0016] Außerdem werden auch Teile auf der Innenseite des röhrenförmigen Statorkerns gekühlt, so dass die Kühlung des Kerns ebenfalls verbessert ist und dadurch auch die Möglichkeit, die Wicklungen durch den Kern zu kühlen, vergrößert wird.

[0017] In einem Abschnitt senkrecht zur Wicklung und in Querrichtung ist nur ein Draht mit in Zickzack verlaufenden isolierten Leitern.

[0018] In bekannten Wicklungen verlaufen die Leiter des Drahtes der Wicklung parallel zueinander

oder sind in kleinen Bündeln verdrillt, die parallel zueinander verlaufen. Diese kleinen Bündel können zum Beispiel aus Litzendrähten bestehen, die verdrillte oder geflochtene Drähte haben, und der Wicklungsdräht umfasst mehrere solcher Litzendrähte, die parallel zueinander verlaufen.

[0019] In solchen bekannten Wicklungen ist die Wärmeleitung der Wicklung senkrecht zur Richtung der Wicklung sehr gering verglichen mit der Wärmeleitung von Kupfer. Darum ist die Wicklung oft mit speziellen Materialien imprägniert, um die Wärmeleitfähigkeit zu erhöhen, aber selbst dann ist die Wärmeleitfähigkeit in Querrichtung der Wicklung relativ gering, und die mögliche Kühlung der Wicklung ist begrenzt.

[0020] Durch das Zickzackmuster gemäß der Erfindung kann die Wärme entlang der Drähte zum Rand der Wicklung und so zum Kühlmedium übertragen werden statt durch die Isolierung von einem Draht zum anderen springen zu müssen, und die Wärme kann sich seitlich in viel größerem Maß zerstreuen als wenn die Leiter parallel sind.

[0021] DE-C-496.884 offenbart ein Verfahren zum Herstellen eines Wicklungsdrähtes, in welchem die Leiter von einem Rand des Drahtes zum anderen verlaufen. Dieses Dokument offenbart jedoch nicht, wie ein solcher Draht in einer Wicklung verwendet wird. Nichts ist nahe gelegt, dass die Ränder des Drahtes auch die Ränder der Wicklung sind und in wärmeleitendem Kontakt mit einem Kühlmedium sind. Im Gegenteil, zum Zweck der Kühlung kann der Wicklungsdräht hohl sein und so einen Kanal für Kühlluft umfassen.

[0022] Ein Stator mit Wicklungen in winkel förmigem Abstand ist als Stand der Technik in US-A-4.103.197 offenbart, aber die Wicklungen sind nicht gekühlt.

[0023] WO 94 22204 A offenbart eine elektrische Maschine mit einem Stator, umfassend einen ringförmigen Kern, umgeben von in Abständen angeordneten Ankerspulen, gebildet von rechteckigem Kupferdraht. Diese Spulen sind über Laminierkerne in der Form allgemein rechteckiger Tori gewickelt, die um die und senkrecht zur Rotorwelle angeordnet sind. Der Rotor ist eine Scheibenmontage, umfassend eine Scheibe senkrecht zur Rotorachse auf einer oder beiden Seiten eines ringförmigen Kerns mit den Wicklungen. Die Scheibe ist parallel zum Kern und entgegengesetzt zu den Wicklungen sind Dauermagnetfeldpole angebracht, um den Laminierkerne und Ankerspulen gegenüber zu liegen, die in Abständen voneinander angeordnet sind mit entweder Luft oder Eisenkern zwischen ihnen. Die in den Statorwicklungen erzeugte Wärme zerstreut sich in eine Flüssigkeitskühlranordnung, die in das Statorelement eingebaut ist.

[0024] Nach dieser Erfindung kann das Zickzackmuster in Winkeln zwischen 5° Und 45° sein und vorzugsweise zwischen 10° und 30° in Bezug auf die mittlere Längsrichtung der Wicklung.

[0025] Insbesondere kann der Wicklungsdräht aus einem Draht bestehen, der gebildet ist durch ein flaches und breites Paket isolierter Leiter, wo jeder Leiter in Zickzack von einer Seite des Pakets zur anderen verläuft.

[0026] Vorzugsweise sind die zuvor gemeinten Wicklungen Segmente der Wicklungen, die normalerweise für jeden Pol bezüglich einer Phase bereitgestellt sind.

[0027] Die herkömmlichen Wicklungen entsprechend jedem Pol sind aufgeteilt in eine Reihe kleinerer Wicklungen, die elektrisch miteinander verbunden sind. Je größer die Gesamtanzahl der Wicklungen, desto größer die Anzahl der Lücken zwischen ihnen und desto größer die mögliche Kühlung.

[0028] Das Kühlmedium kann eine Flüssigkeit sein, die Zugang zu den Lücken hat, und das Gehäuse kann dann eine flüssigkeitsdichte Kammer für Kühlflüssigkeit sein, oder das Gehäuse kann mittels eines Schlauchs, der einen Rotor umgibt, in zwei separate Bereiche getrennt sein, wobei der Bereich an der Außenseite dieses Schlauchs eine flüssigkeitsdichte Kammer bildet, die die Wicklungen enthält.

[0029] Diese Kammer kann mit der Kühlflüssigkeit gefüllt sein, zum Beispiel Kühlöl, oder das Gehäuse kann mit mindestens einem Einlass und mindestens einem Auslass für die Kühlflüssigkeit, in Flüssigkeitsverbindung mit der Kammer, versehen sein, wobei die Kühlmittel Mittel umfassen, um das Kühlmedium durch den Einlass in das Gehäuse hinein, an den Wicklungen entlang, und durch den Auslass aus dem Gehäuse heraus zu zwingen.

[0030] Die Erfindung wird nun beispielhaft beschrieben, mit Verweis auf die Begleitzzeichnungen, in welchen:

[0031] **Fig. 1** einen Axialschnitt eines Elektromotors darstellt, der mit einem Stator und Wicklungen gemäß der Erfindung versehen ist;

[0032] **Fig. 2** eine Draufsicht des Stators mit Wicklungen von dem Motor von **Fig. 1** ist;

[0033] **Fig. 3** eine Seitenansicht des Stators mit Wicklungen von **Fig. 2** ist;

[0034] **Fig. 4** eine Perspektivansicht des Stators mit Wicklungen von **Fig. 2** und 3 ist;

[0035] **Fig. 5** einen Axialschnitt ähnlich dem in

Fig. 1 darstellt, aber mit Bezug auf eine andere Ausführungsform des Motors;

[0036] **Fig. 6** eine mögliche elektrische Verbindung der Statorwicklungen in einem Dreiphasenmotor gemäß der Erfindung darstellt;

[0037] **Fig. 7** eine Ansicht ähnlich der von **Fig. 3** darstellt, aber die elektrischen Verbindungen zu den Wicklungen zeigt;

[0038] **Fig. 8** einen Schnitt entlang der Linie VIII-VIII in **Fig. 5** in einem größeren Maßstab darstellt;

[0039] **Fig. 9** einen Schnitt entlang der Linie IX-IX in **Fig. 8** in einem noch größeren Maßstab darstellt;

[0040] **Fig. 10** einen Schnitt ähnlich dem in **Fig. 9** darstellt, aber mit Bezug auf eine andere Ausführungsform;

[0041] **Fig. 11** einen Schnitt ähnlich dem von **Fig. 8** darstellt, aber mit Bezug auf eine andere Ausführungsform.

[0042] Die in **Fig. 1** gezeigte Maschine ist ein Elektromotor, umfassend im Wesentlichen einen Rotor **1**, einen Stator **2**, der den Rotor **1** umgibt, und ein Gehäuse **3**, das den Stator **2** umgibt.

[0043] Das Gehäuse ist ungefähr zylindrisch mit geschlossenen Enden, und der Rotor **1** enthält einen Rotorkörper **4**, der auf einer Welle **5** befestigt ist, die mittels Lagern **6** in diesen geschlossenen Enden geführt ist.

[0044] Der Rotor **1** ist von einer röhrenförmigen Trennwand **7** umgeben, die den Rotor **1** von dem Stator **2** trennt und eine flüssigkeitsdichte Kammer **12** für den Stator bildet.

[0045] Der Stator **2** hat einen röhrenförmigen Kern **8** und ist mit einer Anzahl von Statorwicklungen **9** versehen, die elektrisch voneinander isoliert sind und die Wand des Kerns **8** umgeben und folglich in ihrer Mitte von dem Kern **8** durchquert werden und in axialer und radialer Richtung in Bezug auf die Längsachse des Kerns **8** verlaufen, welche Längsachse mit der Drehachse des Rotors **1** deckungsgleich ist.

[0046] Wie im Detail in den **Fig. 2** bis **4** gezeigt, haben diese Wicklungen **9** die Form dünner Scheiben, die in dem gegebenen Beispiel eine konstante Dicke haben.

[0047] Die Scheiben fächern sich wie die Strahlen eines Sterns aus und sind länglich in Richtung zur Achse des Rotors **1**, mit gerundeten Enden.

[0048] Jede Scheibe, die die Wicklung **9** bildet, ist

mit einem axialen Schlitz für den Kern **8** versehen. Ein Teil jeder Scheibe befindet sich in dem Luftschlitz zwischen dem Rotor **1** und dem Kern **8**, aber innerhalb der Statorkammer **12**, und ein Teil in dem Luftschlitz **13** zwischen dem Kern **8** und dem Gehäuse **3**, auf der Außenseite von Kern **8**.

[0049] Die Wicklungen **9** bestehen aus Drahtbündeln oder Strängen, die den Kern **8** umgeben, oder aus einem einzelnen Draht, zum Beispiel einem Litzen draht.

[0050] Die Wicklungen **9** sind gebildet durch einen Draht **18**, hergestellt aus einzeln isolierten Leitern **19**, aber diese Leiter **19** verlaufen im Zickzack, so dass jeder Leiter **19** regelmäßig die Außenfläche oder den Rand der Wicklung **9** erreicht. Die Leiter **19** können einzelne Drähte sein, wie in den **Fig. 8** und **9** gezeigt, oder können Stränge oder Bündel sein.

[0051] Das Zickzackmuster ist in einem Winkel zwischen 5° und 45°, vorzugsweise zwischen 10° und 30°, in Bezug auf die mittlere Längsrichtung der Wicklung **9** und des Drahts **18**.

[0052] Die Leiter **19** können in einem flachen und breiten Paket mit fast rechteckigem Schnitt enthalten sein, wie in den **Fig. 8** und **9** dargestellt, und jeder Leiter **19** reicht von einer Seite des Pakets zur anderen Seite, z. B. in der Form einer Flechte.

[0053] Das Paket isolierter Leiter **19** kann zum Beispiel von einer Hülle **18A** von elektrischem Isoliermaterial umgeben sein, wie in den **Fig. 2** und **3** gezeigt.

[0054] Tatsächlich kann der Draht **18** als ein flachgedrückter Litzen draht betrachtet werden.

[0055] Versuche haben gezeigt, dass die Wärmeleitfähigkeit der Wicklung **9** mit dem Wicklungsdrat **18** gemäß der Erfindung mit Leitern **19**, die in Zickzack von einem Rand der Wicklung zum anderen laufen, mehr als zehn Mal größer ist als die einer Wicklung mit standardmäßigen parallelen Litzen drähten.

[0056] In einer anderen Ausführungsform sind die Leiter **19** nicht durch eine Hülle **19A** zusammen gehalten sondern können in dem Paket gehalten werden, indem ein Zopf oder eine Flechte gebildet wird, in welchem Fall die Hülle weggelassen werden kann. Diese könnte die Wärmezerstreuung noch verbessern. **Fig. 10** zeigt eine solche Ausführungsform.

[0057] Die verschiedenen Schichten dieses Drahts oder dieser Drähte oder Stränge in einer Wicklung **9** können mittels eines Isolierlacks zusammen gehalten sein.

[0058] Die Wicklungen **9** können mittels Haltern **10** an Ort und Stelle gehalten sein. Diese Halter können

Isolierstücke sein, die am Kern **8** befestigt sind. Nur zwei solcher Halter **10** sind in **Fig. 3** gezeigt, aber es ist klar, dass ein solcher Halter **10** zwischen jedem Paar benachbarter Scheiben, die die Wicklung **9** bilden, vorhanden ist.

[0059] Es ist wichtig, dass auch auf der Innenseite des Kerns **8** eine Lücke **11** zwischen zwei benachbarten scheibenförmigen Wicklungen **9** ist, zumindest über eine bedeutende radiale Entfernung, insbesondere über den letzten 95%, und vorzugsweise über der vollständigen radialen Abmessung der Scheiben, wie in den **Fig. 2 bis 4 und 7** gezeigt.

[0060] Die Statorkammer **12** und folglich auch die Abstände oder Lücken **11** zwischen den scheibenförmigen Wicklungen **9** sind mit einem Kühlmedium gefüllt.

[0061] Dieses Kühlmedium ist vorzugsweise eine Flüssigkeit wie z. B. Transformatoröl. Diese Flüssigkeit ist stationär.

[0062] In einer anderen Ausführungsform zirkuliert das Kühlmedium, und das Gehäuse **3** ist mit einem oder mehreren Einlässen **14** und einem oder mehreren Auslässen **15** auf gegenüberliegenden Seiten versehen, die in Flüssigverbindung mit der Statorkammer **12** sind, wie in **Fig. 5** gezeigt. Mittel wie z. B. ein Lüfter oder eine Pumpe (in den Figuren nicht gezeigt) sind bereitgestellt, um Kühlflüssigkeit durch den Einlass hinein, an den Windungen **9** entlang und durch den Auslass heraus zu zwingen. Dieses Kühlmedium kann ein Gas wie z. B. Luft sein, das über die Wicklungen **9** gezwungen wird, in welchem Fall die röhrenförmige Wand **7** nicht notwendig ist, und in der Ausführungsform in **Fig. 5** fehlt diese Wand **7**.

[0063] In noch einer anderen Ausführungsform ist das Kühlmedium fest und zum Beispiel gebildet durch Abschnitte des Stators **2**, wie in **Fig. 11** gezeigt.

[0064] Das Paket, das den Draht **18** bildet, verläuft von einem Abschnitt des Stators **2** zum anderen. Der Draht **18** kann als in einem Kanal **20**, gebildet im Stator **2**, liegend betrachtet werden, wobei die Ränder des Drahts **18** die Wände des Kanals **20** berühren.

[0065] Es kann auch eine dünne elektrische Isolierung zwischen der Wand des Kanals **20** und der Wicklung **9** geben, wobei die Isolierung so dünn ist, dass die Wärmeleitung von den Leitern **19** zu den Wänden des Kanals **20** hin, die in wärmeleitendem Material von Stator **1**, meistens Eisen, sind, nicht verhindert wird.

[0066] Wärmepaste kann verwendet werden, um die Kühlung der Wicklung **9** gegen das Eisen von Stator **2** oder eine andere Kältewand zu verbessern.

[0067] In allen beschriebenen Ausführungsformen hat die scheibenähnliche Form der Wicklungen **9**, die sternförmig angeordnet sind, eine hervorragende Kühlung zur Folge. Besonders an den Enden der Wicklungen kann Wärme effizienter zerstreut werden als in einer herkömmlichen Konstruktion.

[0068] Die Leiter oder Drähte, die mehrere scheibenförmige Wicklungen **9** bilden, können elektrisch miteinander verbunden sein, wie in den **Fig. 6 und 7** gezeigt. Wenn die Scheiben durch Wicklungen gebildet sind, kann ein selber Draht die Wicklungen bilden und von einer Scheibe **9** zur anderen laufen und die Wicklungen für mehrere Scheiben **9** bilden.

[0069] **Fig. 6** zeigt die elektrische Verbindung der Wicklungen in einem zweipoligen Dreiphasenmotor mit Y-Verbindung, wobei R, S und T die Phasen angeben und r, r*, s, s*, t, t* die normalerweise verwendeten Wicklungen, verteilt über sechs Halbsektoren, angeben.

[0070] Wie in den **Fig. 6 und 7** zu sehen ist, ist jede der sechs herkömmlichen „Wicklungen“ r, r*, s, s*, t und t* für jeden auf eine Phase bezogenen Pol in eine Anzahl aufgeteilt, in dem gegebenen Beispiel vier Wicklungen **9**, die elektrisch durch die Leiter **16** in Reihe miteinander verbunden sind.

[0071] Wenn ein Kühlmedium vorhanden ist, gibt es einen langen Kontaktabstand zwischen dem Kühlmedium und den Wicklungen **9** auf beiden Seiten des Kerns **8** und auch einen Kontakt des Kühlmediums mit der Innenseite des Kerns **8**.

[0072] Auch auf der Innenseite des Kerns **8** bilden die Seiten der Wicklungen Kühlflächen in Kontakt mit einem flüssigen oder gasförmigen, stationären oder fließenden Kühlmedium.

[0073] Das Aufteilen der herkömmlichen Wicklungen r, r*, s, s*, t und t* in mehrere Wicklungen **9** vervielfacht die Kontaktfläche mit dem Kühlmedium und verbessert die Kühlung erheblich.

Patentansprüche

1. Elektrische Maschine, zum Beispiel ein Motor oder ein Generator, umfassend ein Gehäuse (**3**) und darin einen Stator (**2**), der den Rotor (**1**) umgibt, und umfassend einen röhrenförmigen Kern (**8**) und Wicklungen (**9**), die die Kernwand umgeben, die Statorwicklungen (**9**) verlaufend axial und radial in Bezug auf die Achse des Kerns (**8**), die Maschine umfassend Mittel zum Kühlen der Wicklungen (**9**), dadurch gekennzeichnet, dass sowohl auf der Innenseite als auch auf der Außenseite des Kerns (**8**) die Wicklungen (**9**) zumindest zu 95% in Zwischenräumen angeordnet sind, die Lücken (**11**) zwischen ihnen bilden, die Kühlmittel ein Kühlmedium in diesen Lücken (**11**)

umfassen, wobei die Wicklungen (9) gebildet sind durch einen Draht, hergestellt aus individuell isolierten Leitern (19), die Drähte oder Stränge sind und in einem Zickzackmuster zwischen den Rändern der Wicklung (9) verlaufen und die Ränder in wärmeleitendem Kontakt mit dem Kühlmedium in den Lücken (11) ist.

2. Elektrische Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (9) des Stators (2) vollständig in einem Abstand voneinander sind.

3. Elektrische Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Zickzackmuster in Winkeln (a) zwischen 5° und 45° , vorzugsweise zwischen 10° und 30° , in Bezug auf die mittlere Längsrichtung der Wicklung (5) ist.

4. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (9) aus einem Draht (18) bestehen, gebildet durch ein flaches und breites Paket von isolierten Leitern (19), und jeder Leiter (19) in Zickzack von einer Seite des Paktes zur anderen verläuft.

5. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (9) aus einem Draht (18) in der Form eines Pakets von isolierten Leitern (19) bestehen, die in Zickzack in der Form eines Zopfes oder Geflechts verlaufen.

6. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (9) des Stators (2) die Form dünner Scheiben mit einer konstanten Dicke haben.

7. Elektrische Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheiben länglich in Richtung zur Achse des Rotors (1) sind und dass ihre Enden gerundet sind.

8. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (2) Halter (10) umfasst, um die Wicklungen (9) an Ort und Stelle zu halten.

9. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Wicklungen (9) Segmente der Wicklungen sind, die normalerweise für jeden Pol in Bezug auf eine Phase bereitgestellt sind.

10. Elektrische Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das komplette Gehäuse (3) flüssigkeitsdicht ist und eine dichte Kammer (12) bildet.

11. Elektrische Maschine nach einem der An-

sprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (3) mittels eines Schlauchs (7), der einen Rotor umgibt, in zwei separate Bereiche getrennt ist, wobei der Bereich auf der Außenseite dieses Schlauchs (7) eine flüssigkeitsdichte Kammer (12) bildet, die die Wicklungen (9) umfasst.

12. Elektrische Maschine nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium eine Kühlflüssigkeit ist und die Kammer (12) mit einer solchen Kühlflüssigkeit, z. B. Kühlöl, gefüllt ist.

13. Elektrische Maschine nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium eine Kühlflüssigkeit ist und das Gehäuse (3) mit mindestens einem Einlass (14) und mindestens einem Auslass (15) für die Kühlflüssigkeit, in Flüssigkeitsverbindung mit der Kammer (12), versehen ist, die Kühlmittel umfassend Mittel, um das Kühlmedium durch den Einlass (14) in das Gehäuse (3) hinein, an den Wicklungen (9) entlang, und durch den Auslass (15) aus dem Gehäuse (3) heraus zu zwingen.

14. Elektrische Maschine nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Luftspalt-Wickelmotor ist und das Kühlmedium in den Lücken (11) zwischen den Wicklungen (9) gasförmig oder flüssig ist.

15. Elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium ein festes, wärmeleitendes Material ist und die Wicklungen (9) in wärmeleitender Verbindung mit diesem festen wärmeleitenden Material sind, zum Beispiel dem Eisen von Stator (2).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

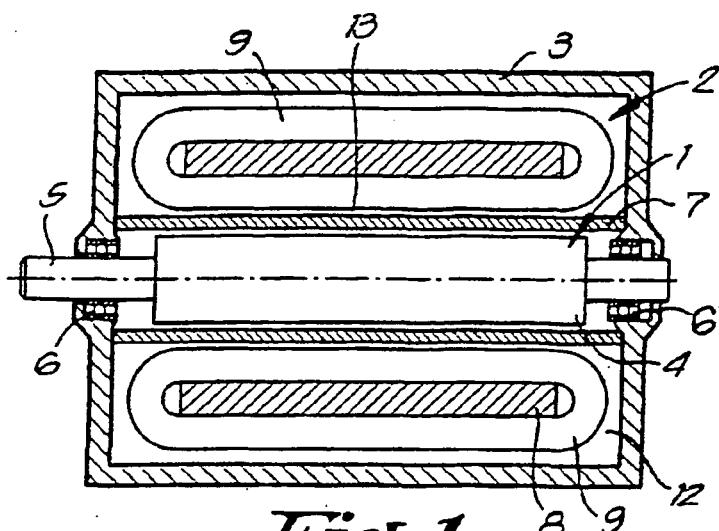


Fig. 1

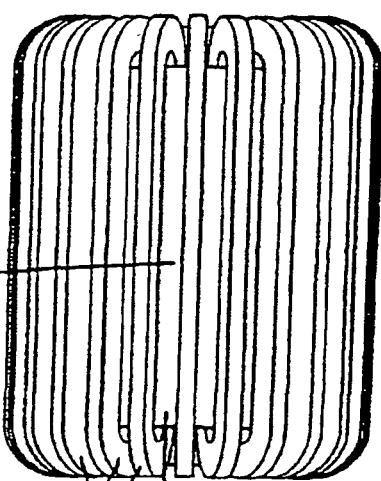


Fig. 2

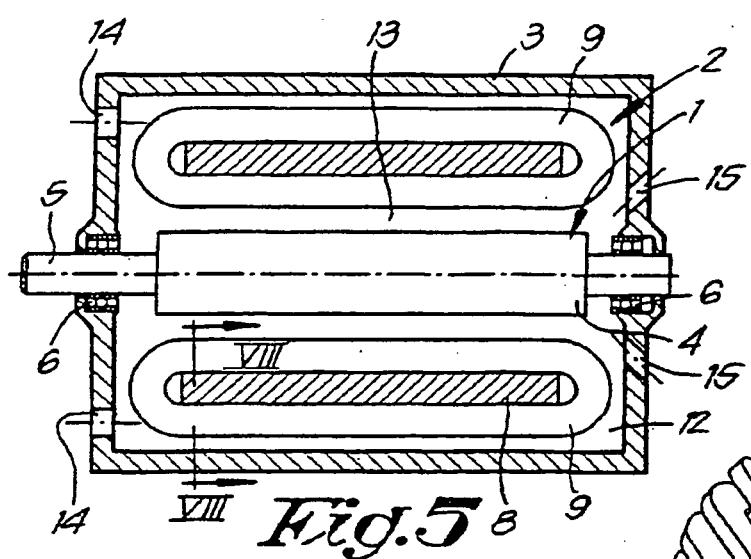


Fig. 5

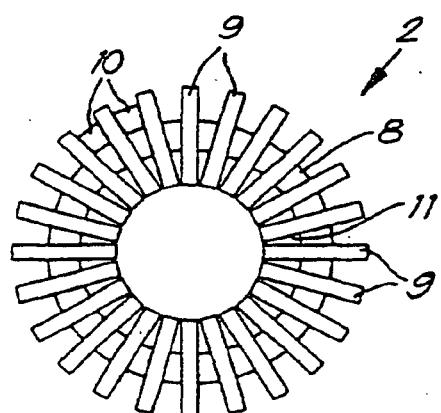


Fig. 3

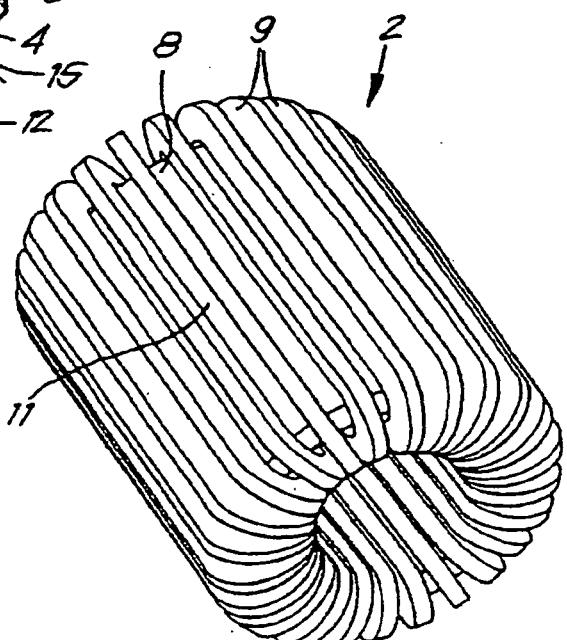


Fig. 4

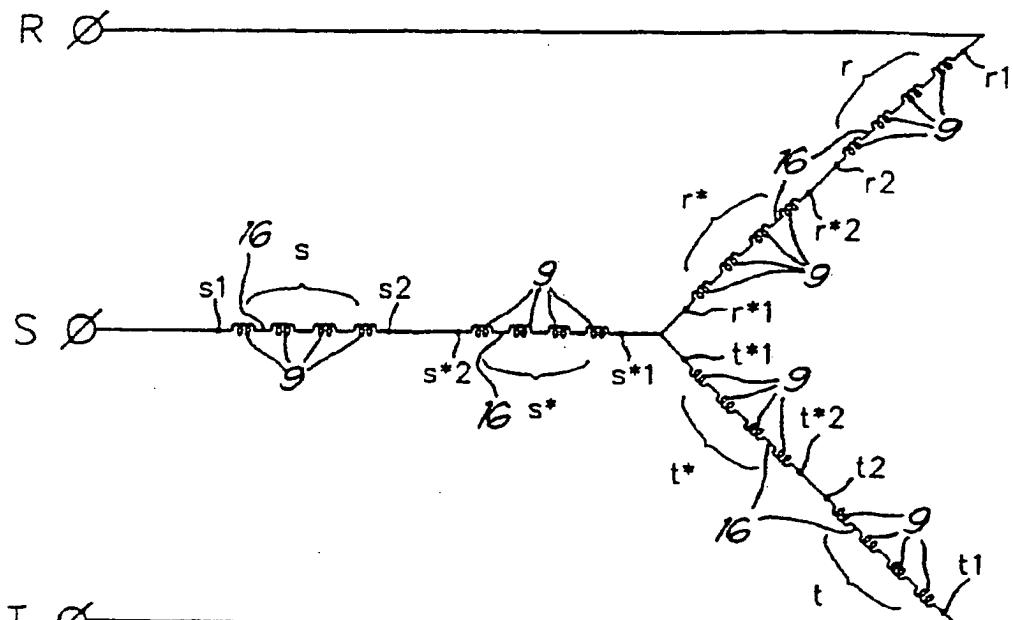


Fig. 6

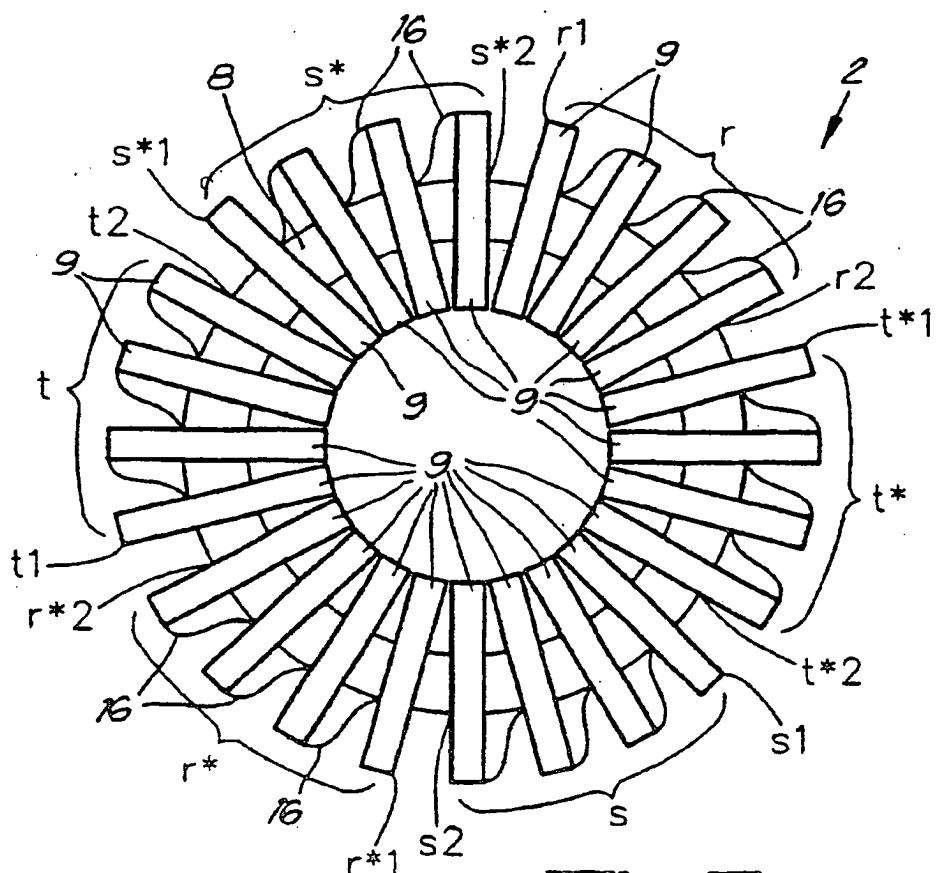


Fig. 7

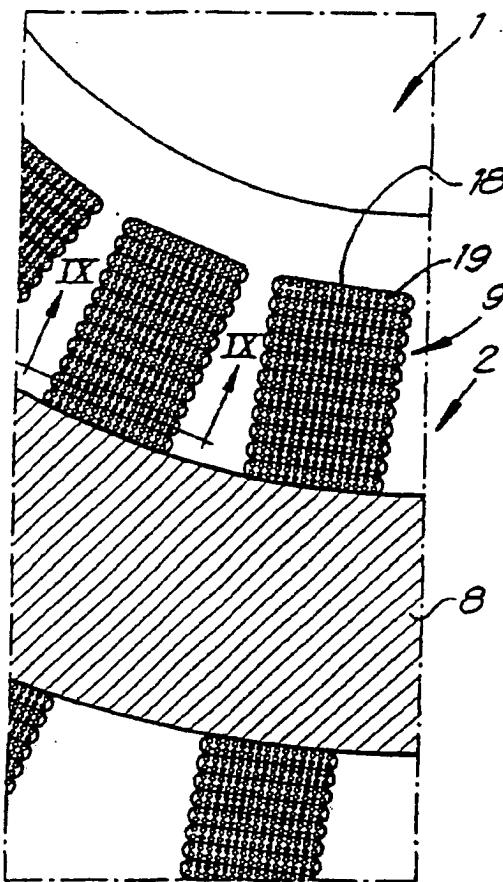


Fig.8

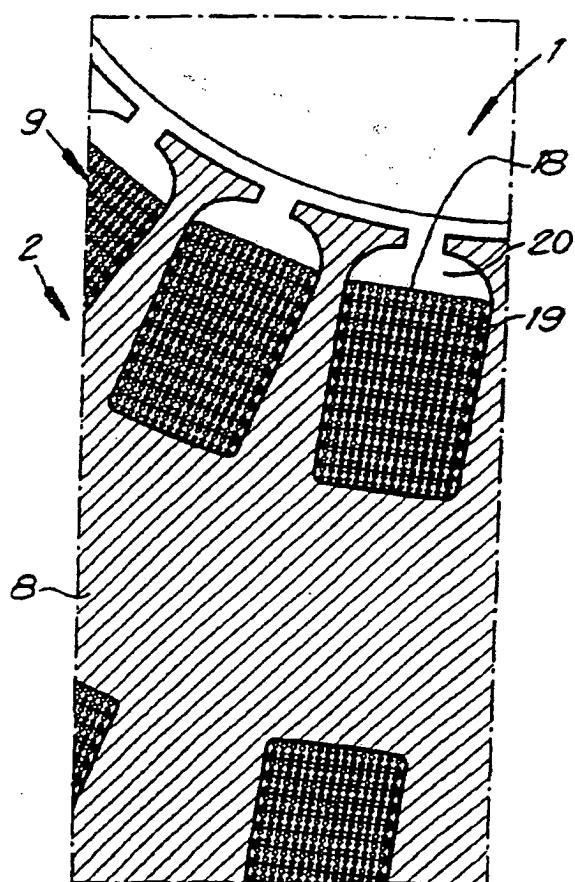


Fig.11

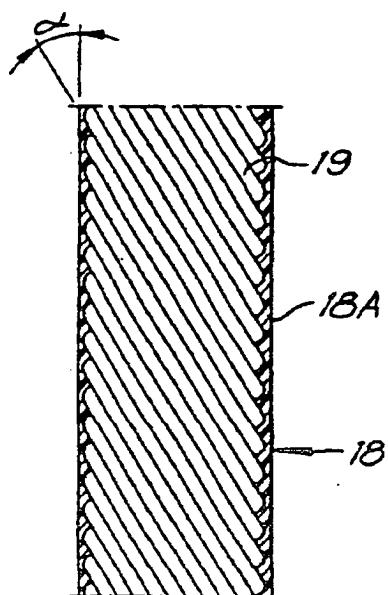


Fig.9

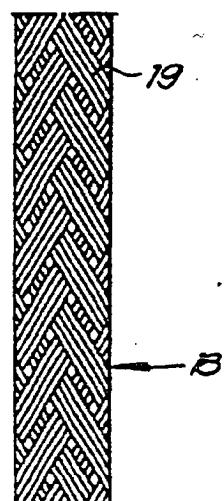


Fig.10