



REPUBLIK  
ÖSTERREICH  
Patentamt

(10) Nummer: **AT 412 312 B**

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: A 932/95  
(22) Anmeldetag: 01.06.1995  
(42) Beginn der Patendauer: 15.05.2004  
(45) Ausgabetag: 27.12.2004

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: **H02K 3/50**  
H02K 9/16, 3/24, 9/08, 9/06

(30) Priorität:  
16.06.1994 US 260845 beansprucht.

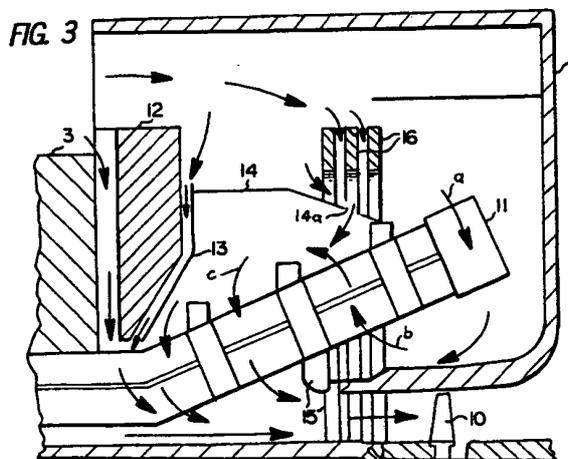
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 2252733A DE 3242018A1  
SU 1171-908A DE 3703594A1  
JP 1-274639A GB 509359A

(73) Patentinhaber:  
GENERAL ELECTRIC COMPANY  
12345 SCHENECTADY (US).

(54) ROTIERENDE ELEKTRISCHE MASCHINE MIT STATORENDBEREICH-KÜHLSYSTEM

AT 412 312 B

(57) Eine rotierende, elektrische Maschine mit einem Gegenstrom-Kühlsystem, das neben zentraler Kanäle (4 in Fig. 1) im Stator Kern (3) im Bereich der Wickelköpfe parallele Strompfade aufweist. Mit dem Ziel, eine gleichmäßige Temperaturverteilung zu erreichen, wird ein Strompfad zwischen dem äußersten Ende des Stator Kerns (3) und einem Flansch (12) geführt. Ein zweiter Strompfad kann zwischen dem Flansch (12) und einer allfälligen Magnetabschirmung (13) geführt werden. Ein äußerster paralleler Strompfad wird um die Enden der Leiterschienen (11) geführt und mittels einer Platte (14) und Ablenklechen (15), die auf den Leiterschienen (11) befestigt sein sollen, in zwei Pfade aufgeteilt. Der erste Pfad durchströmt die Leiterschienen (11) in seriellen Abschnitten (Pfeile a, b) und vereinigt sich mit einem zweiten dazu parallelen Pfad aus kühlerem Gas, das durch die Öffnung (14a) im folgenden Abschnitt (Pfeil c) strömt, bevor das Gas vom Gegenstrom-Rotorventilator (10) abtransportiert wird.



Diese Erfindung bezieht sich auf rotierende, elektrische Maschinen mit einem Gegenstromventilationssystem.

Beim Gegenstromkühlen von rotierenden elektrischen Maschinen wird kaltes Gas gleichzeitig dem Stator und dem Rotor zugeführt, indem parallele Einlaßwege zum Stator Kern und zum Rotor-  
 5 eingang geschaffen werden. Wie in den Zeichnungen dargestellt ist, strömt kaltes Gas von einem Kühler in den Bereich an der Rückseite des Statorkernes, der Ablenkleche zur Steuerung der Luftströmung durch den Stator Kern enthalten kann, und in den Luftspalt. Kaltes Gas strömt aber auch vom Kühler in die Enden des Rotors und im allgemeinen durch Kühlgashilfsschlitze und radial nach außen durch Gasströmungsdurchlässe in den Rotorschlitz zum Luftspalt. Ein am Rotor  
 10 befestigter Ventilator zieht das Gas aus dem Luftspalt ab und führt es im Kreislauf zurück zum Kühler. Das Abziehen der Kühlgasströmung erfolgt in den Luftspalt hinein und aus den ringförmigen Ausgängen an den Enden des Luftspaltes heraus. In den Statorenbereichen verläuft der Kühlgasströmungspfad über das Stator kernende, den Flansch, die Magnetflußabschirmung (falls vorhanden), die Wicklungsköpfe und zum Ventilatoreingang. Als Kühlgas werden allgemein Luft  
 15 und Wasserstoff verwendet.

Früher waren Maschinen mit Gegenstrom-Rotorventilation große Wasserstoffgeneratoren mit großen Luftspalten zwischen Rotor und Stator. Der große Luftspalt trug dazu bei, den Druckgradienten entlang des Luftspaltes zu verringern. Abgesehen davon war die Strömungsverteilung durch den Stator Kern keineswegs gleichmäßig, weil sie nur durch die Umlenkung an der Rückseite  
 20 des Statorkernes gesteuert wurde, was den Strömungswiderstand der Maschine erhöhte. Die Rotorventilatoren waren vom axial auskragenden Typ und die Ventilatorleistung wurde durch gebogene, vordrehende Flügel erhöht. Vordrehende Flügel erhöhen jedoch die Kosten und die Komplexität der Maschine.

Das Ventilationssystem eines Gegenstromgenerators mit einem schmalen Luftspalt ist inhärent mit einem hohen Druckabfall im Luftspalt zwischen Rotor und Stator Kern verknüpft. Eine Analyse  
 25 dieser Maschinen ergab eine heiße Stelle in der axialen Mittellinie der Maschine. Breitere und längere Maschinen führen zu noch höheren Drücken, weil bei der Gegenstrom-Rotorventilation sowohl die Rotor- als auch die Stator Kühlgasströmung in den Luftspalt abgezogen wird und das gesamte Gas aus dem begrenzten Ringbereich an den Enden des Spaltes zwischen dem Rückhaltering des Rotors und dem Ende des Statorkernes austreten muß. Der erhöhte Druckabfall im  
 30 Luftspalt erfordert eine höhere Ventilatorleistung, um angemessene Stator Kernströmungen aufrechtzuerhalten. Dies führt zu erhöhten Ventilatorluftwiderstandsverlusten und einem geringeren Maschinenwirkungsgrad. Zusätzlich hat der große Druckabfall im Luftspalt eine mangelnde Stator Kühlgasströmung in der Mitte des Generators zur Folge, wo der Luftspaltdruck am größten und der Differenzdruck über den Stator Kern am kleinsten ist.  
 35

Die wärmeerzeugenden Komponenten im Statorenbereich umfassen die Wickelköpfe, den Flansch, die Leiterschienen und die elektrischen Anschlußleitungen und Verteiler, welche zu den Maschinenanschlüssen führen. Die Magnetflußabschirmung (falls vorhanden) stellt eine weitere wärmeerzeugende Komponente dar. Wenn eine festgelegte Druckhöhe verwendet wird, um die  
 40 Strömung anzutreiben, und wenn die Komponenten im Endbereich zur Gänze mit parallelen Strömen gekühlt werden, wird das Strömungsvolumen maximiert, was zu erhöhten Strömungsverlusten und einem verringerten Maschinenwirkungsgrad führt. Wenn hingegen alle Komponenten in Serie gekühlt werden, sind die stromabwärtigen Komponenten signifikant heißer als jene stromaufwärts, was zu einem System führt, das allgemein eine größere Druckhöhe erfordert und einen verringerten  
 45 Maschinenwirkungsgrad besitzt.

Die Erfindung setzt sich zum Ziel, ein Kühlsystem für das Statorende einer rotierenden elektrischen Maschine zu schaffen, das allen wärmeerzeugenden Komponenten in effizienter Weise Kühlgas zuführt bzw. an diese verteilt, während gleichzeitig eine gleichmäßige Temperatur innerhalb vorgegebener Grenzen eingehalten wird, und das eine minimale Gasströmung und eine  
 50 minimale Druckhöhe erfordert. Dieses Ziel wird bei einer rotierenden elektrischen Maschine mit einem Stator, einem Rotor und einem Gegenstrom-Kühlsystem, bei welchem die durch Rotor und Stator verlaufenden Kühlgasströme einander entgegengesetzt sind, erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß sie ein Statorenbereich-Kühlsystem mit einem seriell-parallelen Kühlgasströmungspfad durch die Statorenbereich-Komponenten aufweist, wobei die Statorenbereich-  
 55 Komponenten Leiterschienenabschnitte mit daran befestigten Ablenklechen zum Leiten des

Kühlgas durch die Leiterschienenabschnitte umfassen, sowie eine mit zumindest einer Öffnung versehene Platte zum Aufteilen des Kühlgas in einen ersten Anteil, der von den Ablenklechen in einem ersten, seriellen Pfad durch die Leiterschienenabschnitte gerichtet wird, und einen zweiten Anteil, welcher in einem zweiten, parallelen Pfad durch die Öffnung, zwecks Vereinigung mit dem ersten Anteil an einem Punkt stromabwärts der Leiterschienenabschnitte, strömt.

Gemäß der Erfindung wird somit die Kühlströmung im Statorendbereich in einen Seriell-Parallelpfad gelenkt, wobei der serielle Strom verschiedene Komponenten hintereinander kühlt und der parallele Strom aus kühlerem Gas in den seriellen Strom an einem Punkt stromabwärts der seriengekühlten Komponenten wiedereintritt. Dadurch wird das Statorende in wesentlich effizienterer Weise gekühlt als bei den bekannten Vorrichtungen, wobei eine gleichmäßige Temperatur innerhalb vorgegebener Grenzen bei minimaler Gasströmung und minimaler Druckhöhe gewährleistet wird.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß in an sich bekannter Weise ein Flansch am und in einem Abstand vom Ende des Statorkernes liegt, um einen ersten Strömungspfad dazwischen auszubilden, der strömungstechnisch parallel zu den von der Platte mit ihrer Öffnung aufgeteilten Pfaden liegen soll. An dieser Stelle sei erwähnt, daß diese Maßnahme an sich aus der DE 32 42 018 bekannt ist, allerdings dort nicht in Verbindung mit einem seriell-parallelen, sondern nur einem seriellen Kühlgasströmungspfad. Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung weist die Maschine in an sich bekannter Weise einen Gegenstrom-Rotorventilator auf, der axial innerhalb der Leiterschienen liegt, wobei diese Leiterschienen in den Statorendbereich-Komponenten liegen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der anschließenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele, welche unter Bezugnahme auf die beigeschlossenen Zeichnungen gegeben wird. Fig. 1 zeigt ein Gegenstromventilationssystem mit einem zentralen Abzugskanal im Stator Kern; Fig. 2 zeigt ein Gegenstromventilationssystem mit zwei Abzugskanälen, welche beidseits der Mittellinie des Statorkernes liegen; Fig. 3 zeigt ein seriell-paralleles Kühlen des Endbereiches des Statorkernes; Fig. 4 zeigt ein paralleles Kühlen des Statorkernendbereiches; und Fig. 5 zeigt ein serielles Kühlen des Statorkernendbereiches.

In Fig. 1 ist eine Maschine 1 mit einem Gegenstromventilationssystem dargestellt. Die Maschine weist einen Rotor 2, einen Luftspalt 7, einen Stator Kern 3, Leiterschienen bzw. Wicklungsköpfe 11, Kühler 9 und einen Gegenstrom-Rotorventilator 10 auf. Der Stator Kern 3 ist mit einem oder mehreren zentralen Kanälen 4 versehen, die sich vom Luftspalt 7 zu einem Ansaugluftsammler 5 erstrecken. Der Ansaugluftsammler 5 liegt auf der Rückseite des Statorkernes und ist von den Kerneinlaßströmungsbereichen isoliert. Leitungen 6 gehen axial von jeder Seite des Ansaugluftsammlers aus und münden in einen Bereich 8 neben den Wicklungsköpfen 11. In den Bereichen 8 vermischt sich das abgezogene Gas mit einer kontrollierten Menge an kaltem Gas, welches aus dem Kühler 9 strömt.

Bei der Ausführungsform von Fig. 2 sind zwei oder mehr zentrale Kanäle 4 im Stator Kern 3 angeordnet. Die zentralen Kanäle liegen auf gegenüberliegenden Seiten der Axialmittellinie. In der Ebene senkrecht zur Achse der Maschine können auch mehr als ein zentraler Kanal liegen. Die übrigen Komponenten in Fig. 2 sind die gleichen wie in Fig. 1 und in der gleichen Weise bezeichnet. Weitere axial versetzte Kanäle können verwendet werden.

Sowohl bei der Ausführungsform von Fig. 1 als auch bei der von Fig. 2 wird das Gas im Luftspalt 7 durch die Kanäle radial nach außen zum Ansaugluftsammler 5 geleitet, axial zum Bereich 8 geführt und in einen vom Kühler 9 kommenden kalten Luftstrom abgeführt. Diese Konstruktion verringert den Luftdruck im Luftspalt 7 zwischen Rotor und Stator Kern und verringert den Druckabfall.

Der geringere Luftdruck und der verringerte Druckabfall im Luftspalt 7 verringern den Maschinenwiderstand und reduzieren den Ventilator Druck, der erforderlich ist, um dieselbe Kühlströmung zu erzielen. Auf Grund des verringerten Maschinenströmungswiderstandes können vordrehende Flügel vermieden werden. Es kann ein kleinerer Ventilator verwendet werden, was die Ventilatorluftwiderstandsverluste verringert. Auf Grund des reduzierten axialen Druckgradienten im Luftspalt 7 vom Mittelpunkt der Maschine bis zum Ausgang des Luftspaltes wird die Strömung durch die Mittelkanäle des Statorkernes 3 begünstigt und eine gleichförmigere Kühlung des Statorkernes stellt sich ein.

Gemäß Fig. 3 weist der Endbereich des Statorkerneln Leiterschienen bzw. Wicklungsköpfe 11, einen Flansch 12, eine Magnetflußabschirmung 13, eine Platte 14, Ablenkleche 15 und Stromkreisringe 16 auf. Ferner sind in Fig. 3 auch die Strömungspfade des Kühlgases dargestellt. Das Kühlgas wird zunächst in parallelen Strömungspfaden über mehrere wärmeerzeugende Komponenten gelenkt. Diese parallelen Strömungspfade verlaufen zwischen dem Ende des Statorkerneln 3 und dem Flansch 12, zwischen dem Flansch 12 und der Magnetflußabschirmung 13, zwischen den Stromkreisringen 16 und den (nicht gezeigten) elektrischen Phasenanschlußleitungen, und durch die äußersten Enden der Leiterschienen 11 hindurch. Die ersten beiden Strömungspfade auf beiden Seiten des Flansches 12 werden durch die Größe, Länge und Fläche der anwesenden Kanäle individuell reguliert. Diese beiden parallelen Strömungspfade setzen sich durch Abschnitte der Leiterschienen hindurch zum Gegenstrom-Rotorventilator 10 fort.

In einem dritten parallelen Strömungspfad strömt Gas über die Stromkreisringe 16 und die elektrischen Anschlußleitungen und teilt sich in zwei Anteile. Der erste Anteil, gezeigt durch Pfeil a, bildet eine serielle Strömung, kühlt den äußersten Abschnitt der Leiterschienen 11, tritt dann wieder ein und kühlt den zweitäußersten Abschnitt der Leiterschienen 11, gezeigt durch Pfeil b. Der zweite Anteil tritt durch eine Öffnung 14a in der Platte 14 und vereinigt sich mit dem ersten Anteil, wobei die vereinigten Anteile durch einen dritten Abschnitt der Leiterschienen 11, gezeigt durch Pfeile c, und zum Gegenstrom-Rotorventilator 10 strömen. Die Pfade des ersten und des zweiten Anteiles werden durch das Ablenklech 15 und die Ausbildung der Leiterschienen 11 gesteuert. Die Größe der Öffnungen 14a in der Platte 14 steuert die Menge an Kühlgas des zweiten Anteiles, die mit dem Kühlgas des ersten Anteiles gemischt wird, welcher durch den äußersten Abschnitt der Leiterschienen strömt.

Im dritten parallelen Strömungspfad strömt der erste Kühlgasanteil (Pfeile a, b) in Serie durch die einzelnen Leiterschienenabschnitte in den Statorendbereich-Komponenten und hat am Ort der Vermischung mit dem zweiten Anteil eine signifikante Temperaturerhöhung gegenüber dem zweiten Anteil erfahren, welcher nur über die Stromkreisringe 16 geströmt ist. Die Injektion und Vermischung an diesem Punkt des verhältnismäßig kühleren zweiten Anteiles mit dem ersten Anteil erzeugt Kühlgas geringerer Temperatur und größerer Geschwindigkeit zum Kühlen der stromabwärtigen Leiterschienenabschnitte. Diese Anordnung des Unterteilens des Kühlgases in Seriell- und Parallelströmungszweige und des Wiedervereinigens und Mischens des kühleren Gases mit dem erwärmten Gas des seriellen Pfades ermöglicht eine Regelung der Kühlströmungsrate und Temperatur für jede einzelne wärmeerzeugende Komponente.

Die Konstruktion des dritten parallelen Strömungspfades in der Weise, daß Kühlgas über die Stromkreisringe 16 und die elektrischen Phasenanschlußleitungen strömt, verbessert ihre Kühlung. Die Öffnungen 14a in der Platte 14, die annähernd unterhalb der Stromkreisringe 16 liegen, verbessern die Strömung des Kühlgases zwischen den Stromkreisringen 16. Es ist aber zu beachten, daß am gegenüberliegenden Ende der Maschine keine Stromkreisringe oder elektrischen Phasenanschlußleitungen vorhanden sind und daher dort nur eine geringere Vorerwärmung des Kühlgases vor der Aufteilung in den ersten und den zweiten Anteil stattfindet.

Bei Gegenstrommaschinen, bei denen keine stationären Führungsflügel vorhanden sind, muß ein glatter Einlaß für die Luftströmung stromaufwärts des Gegenstrom-Rotorventilators vorgesehen werden. Die Anforderungen an die Strömungsverteilung und den Ventilatorruck werden durch die in Fig. 3 gezeigte Anordnung optimiert, indem eine abgeschirmte und graduelle Abzugszone für die Strömung im Statorkernelndbereich geschaffen wird. Der Abzug der Strömung durch die abgewinkelten Leiterschienen 11 erfolgt in einem so ausreichendem Abstand stromabwärts zum Gegenstrom-Rotorventilator 10 hin, dass eine allmähliche Wiedervereinigung der Strömung des Endbereiches mit der Statorkernelnströmung und der Rotorströmung ermöglicht wird. Dies reduziert weiter die Strömungsverluste und die Anforderungen an die Ventilatorpumpleistung.

Bei Maschinen mit axial außerhalb der Leiterschienen 11 in den Statorendbereich-Komponenten liegenden Ventilatoren und mit einer nur ein einziges Mal hindurchgehenden Kühlgasströmung bietet die Länge der Maschine genug Raum für die Montage stationärer Führungsflügel, um die Verteilung und Lenkung der Strömung am Ventilatoreingang zu steuern. Bei Konstruktionen mit axial innerhalb der Leiterschienen 11 in den Statorendbereich-Komponenten liegenden Gegenstrom-Rotorventilatoren wäre jedoch ein nur ein einziges Mal hindurchgehendes paralleles Kühlen nicht wirksam und eine einfache mehrmals hindurchgehende serielle Strömung ebenfalls

nicht effizient. Hingegen ist die hier beschriebene Seriell-Parallelströmungsverteilung bei Konstruktionen, bei denen die Gegenstrom-Rotorventilatoren 10 axial innerhalb der Statorschienen 11 liegen, besonders wirksam.

Fig. 4, die ein ausschließlich paralleles Kühlen im Statorendbereich zeigt, und Fig. 5, welche ein ausschließlich serielles Kühlen im Statorendbereich zeigt, sind Kühlkonfigurationen, die zum Vergleich mit dem neuartigen Seriell-Parallelkühlen von Fig. 3 dargestellt sind. In Fig. 4 strömt das gesamte Kühlgas für die Leiterschienen 11 durch parallele Pfade. Weil sich die innere Luftabschirmung innerhalb der Leiterschienen 11 erstreckt, u.zw. wegen des axial innerhalb liegenden Gegenstrom-Rotorventilators, erhalten die äußersten Abschnitte der Wicklungsköpfe keine ausreichende Kühlung. Bei dem einfachen Serienkühlgasströmungspfad von Fig. 5 wird die gesamte Kühlgasströmung dazu gezwungen, durch die Wicklungsköpfe zu strömen. Dies erfordert einen signifikant höheren Ventilatorruck, um das gleiche Strömungsvolumen anzutreiben, und somit einen Ventilator mit größerer Pumpleistung. Andernfalls könnten die stromabwärtigen Leiterschienenabschnitte signifikant heißer werden, mit der Folge von höheren und ungleichmäßigen Betriebstemperaturen, welche zu einer Beeinträchtigung der elektrischen Isolierung oder zu einem Lockern von Teilen auf Grund der ungleichmäßigen Wärmedehnung führen können.

Bei Gegenstrommaschinen mit zentraler Stator kernkühlung wie in den Fig. 1 und 2 wird ein Teil des heißen Gases vom zentralen Bereich des Stator kernes in den Statorendbereich abgeführt. Zusätzliches kaltes Gas wird eingebracht und mit dem heißen Gas vorgemischt, was eine gewisse Erhöhung der Kühlströmung im Endbereich bewirkt. Wenn die Gegenstromkühlventilatoren axial innerhalb der Stator kern-Leiterschienen liegen, ist das Seriell-Parallelkühlen des Statorendbereiches effizienter als ein nur ein einziges Mal hindurchgehendes paralleles Kühlen und effizienter als ein serielles Kühlen.

Das Mittelabzugsventilationssystem und dessen Variationen ermöglichen eine gute Funktion des Gegenstromkühlens auch bei breiteren Maschinen mit längeren und schmälere Luftspalten. Bei kleineren Maschinen verringert das Ventilationsprinzip die Luftwiderstandsverluste und erhöht den Maschinenwirkungsgrad.

Die seriell-parallele Konfiguration der Strömungspfade am Statorende schafft eine gleichmäßige Betriebstemperatur für die Komponenten im Endbereich, minimiert das Kühlströmungsvolumen, reduziert die Ventilatorpumpleistung, optimiert den Ventilatorruck, gewährleistet eine allgemeine und allmähliche Wiedervereinigung der Strömung stromabwärts bis zum Eingang des Gegenstrom-Rotorventilators und erhöht den Gesamtwirkungsgrad der Maschine.

Obwohl die Erfindung in Verbindung mit den Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist, die derzeit als die praktischsten und bevorzugten Ausführungsformen betrachtet werden, versteht es sich, daß die Erfindung nicht auf die offenbarte Ausführungsform beschränkt ist, sondern vielmehr beabsichtigt ist, verschiedenste Modifikationen und äquivalente Anordnungen abzudecken, die im Geist und Rahmen der angeschlossenen Ansprüche enthalten sind.

#### PATENTANSPRÜCHE:

1. Rotierende, elektrische Maschine, mit einem Stator, einem Rotor und einem Gegenstrom-Kühlsystem, bei welchem die durch Rotor und Stator verlaufenden Kühlgasströme einander entgegengesetzt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie ein Statorendbereich-Kühlsystem mit einem seriell-parallelen Kühlgasströmungspfad durch die Statorendbereich-Komponenten aufweist, wobei die Statorendbereich-Komponenten Leiterschienenabschnitte mit daran befestigten Ablenkblechen (15) zum Leiten des Kühlgases durch die Leiterschienenabschnitte umfassen, sowie eine mit zumindest einer Öffnung (14a) versehene Platte (14) zum Aufteilen des Kühlgases in einen ersten Anteil, der von den Ablenkblechen (15) in einem ersten, seriellen Pfad durch die Leiterschienenabschnitte (Pfeile a, b) gerichtet wird, und einen zweiten Anteil, welcher in einem zweiten, parallelen Pfad durch die Öffnung (14a), zwecks Vereinigung mit dem ersten Anteil an einem Punkt (Pfeil c) stromabwärts der Leiterschienenabschnitte, strömt.
2. Rotierende, elektrische Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in ansich bekannter Weise ein Flansch (12) am und in einem Abstand vom Ende des Stator kernes

nes (3) liegt, um einen ersten Strömungspfad dazwischen auszubilden, der strömungstechnisch parallel zu den von der Platte (14) mit ihrer Öffnung (14a) aufgeteilten Pfaden liegen soll.

- 5
3. Rotierende, elektrische Maschine nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Magnetflußabschirmung (13) neben dem und in einem Abstand vom Flansch (12) liegt, um einen zweiten Strömungspfad parallel zum ersten Strömungspfad auszubilden.
- 10
4. Rotierende, elektrische Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß sie in an sich bekannter Weise einen Gegenstrom-Rotorventilator (10) aufweist, der axial innerhalb der Leitschienen (11) liegt, wobei diese Leitschienen (11) in den Statorendbereich-Komponenten liegen.
- 15
5. Rotierende, elektrische Maschine nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abzug der Kühlgasströmung von den abgewinkelten Leitschienen (11) in einem so ausreichenden Abstand stromabwärts zum Gegenstrom-Rotorventilator (10) hin gelegen ist, daß eine allmähliche Wiedervereinigung der Statorstromströmung und der Rotorstromströmung möglich ist.
- 20
6. Rotierende, elektrische Maschine nach Anspruch 1, ferner mit Stromkreisringen (16), **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Strömungspfad des Kühlgases über die Stromkreisringe (16) verläuft.

25

**HIEZU 4 BLATT ZEICHNUNGEN**

30

35

40

45

50

55

FIG. 1

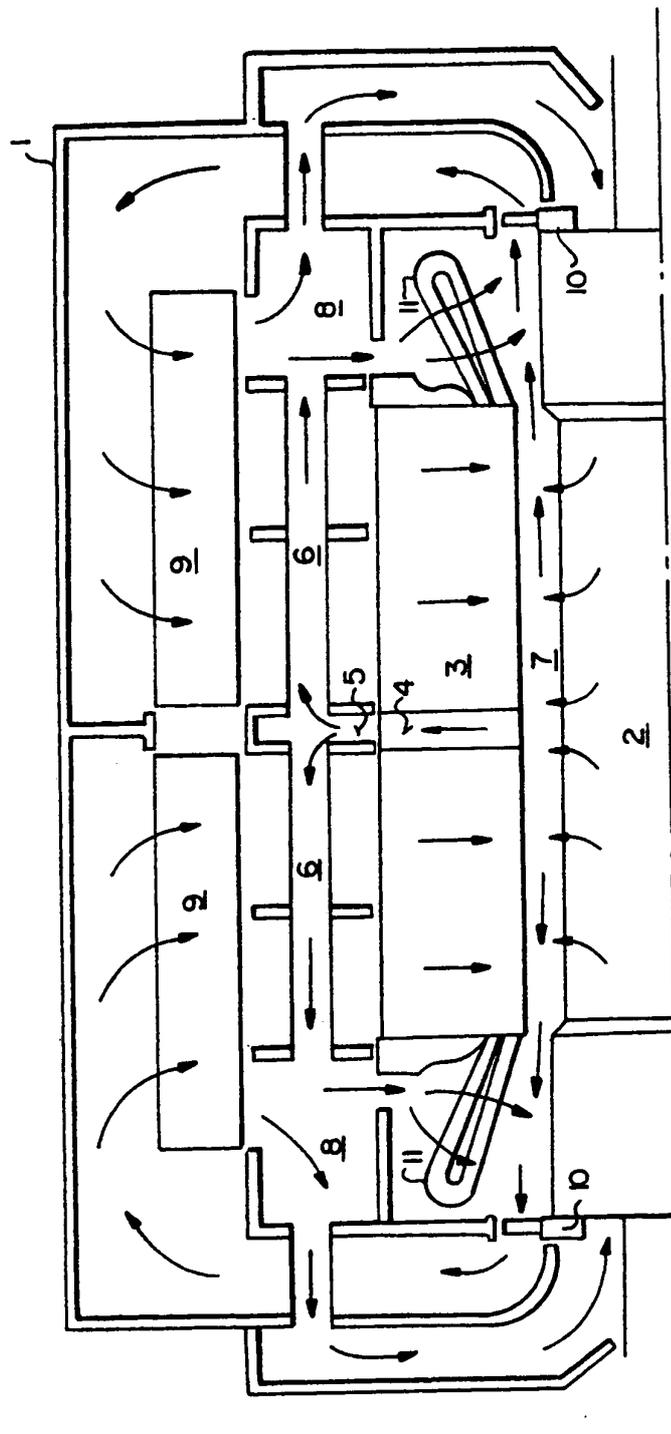
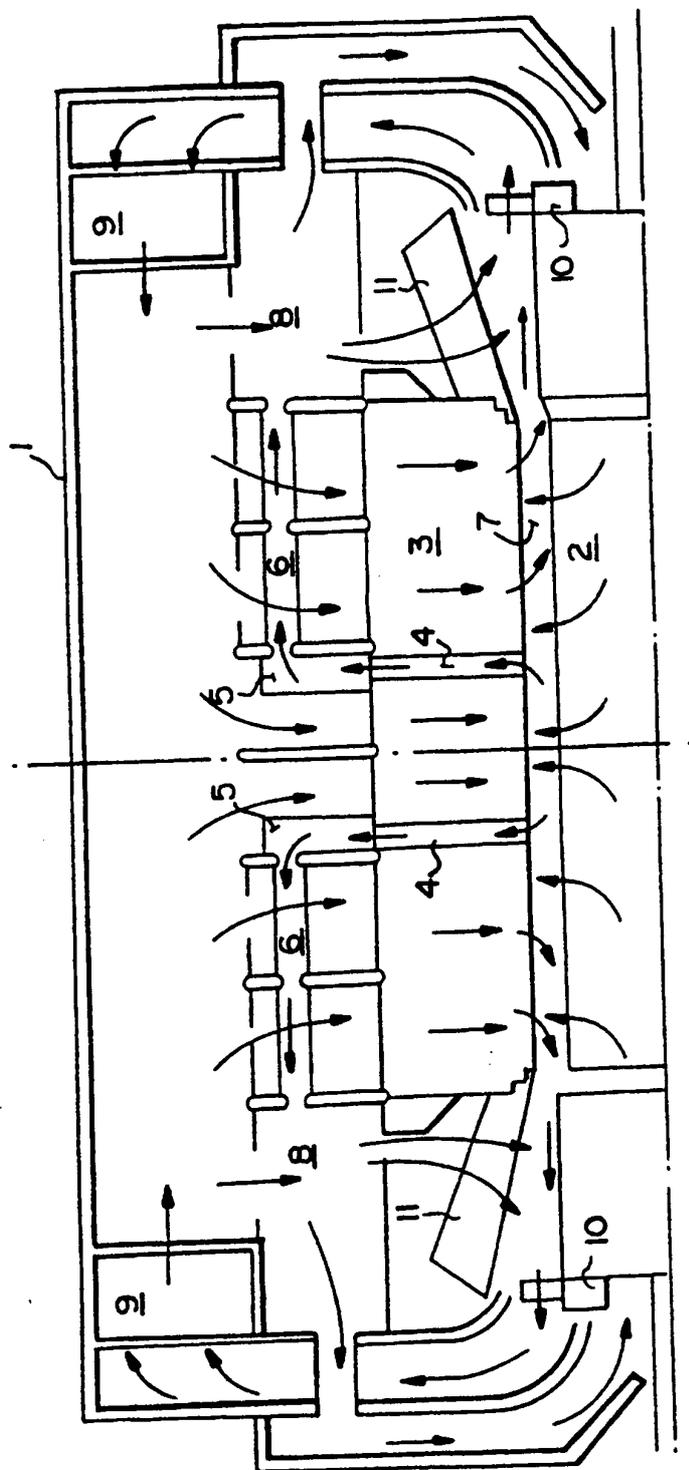
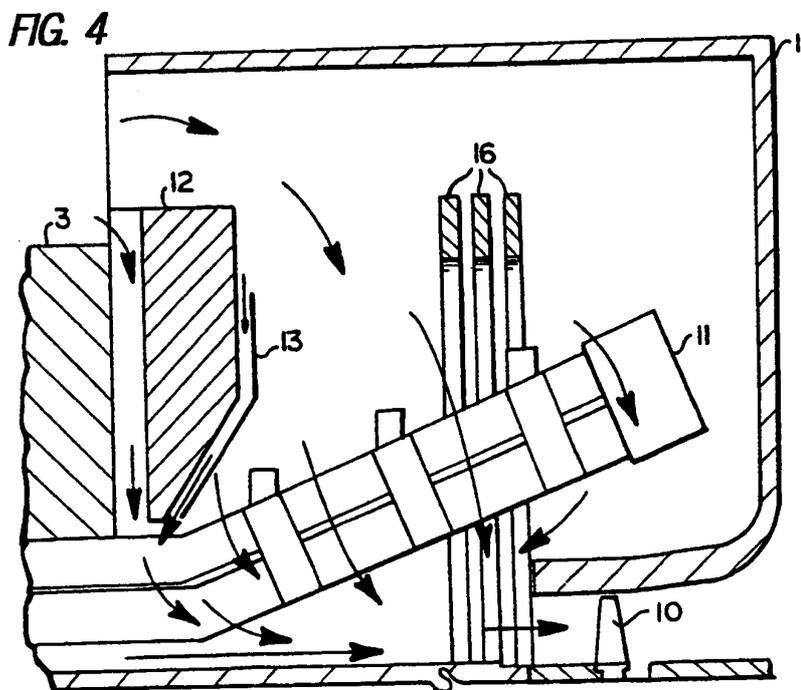
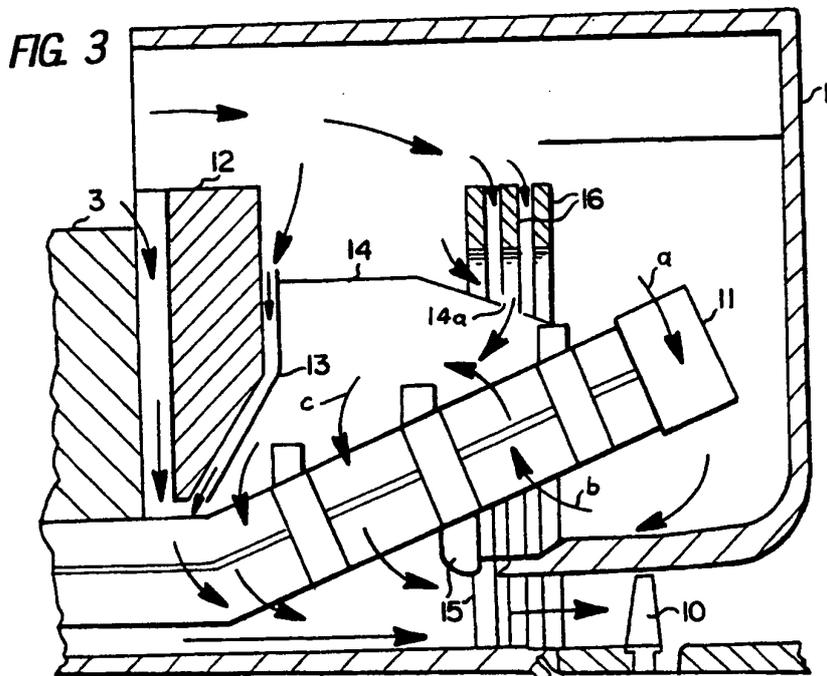


FIG. 2





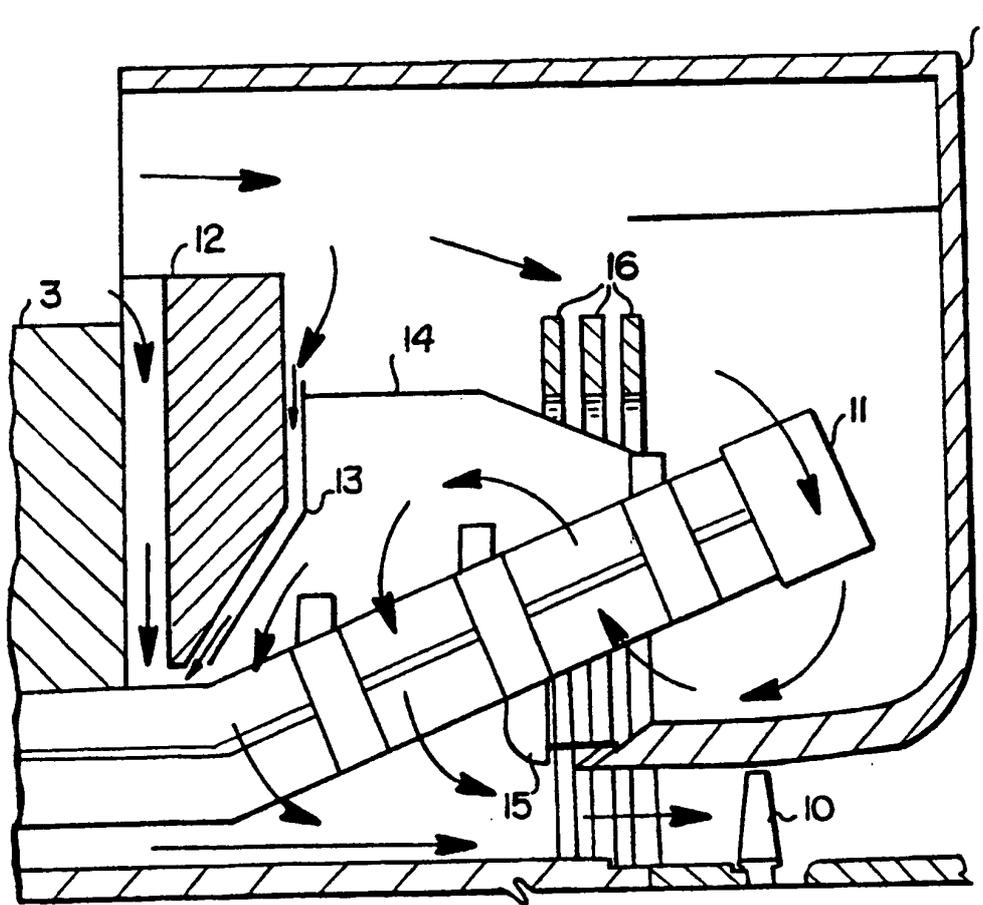


FIG. 5