

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1991/1995**
(22) Anmeldetag: **06.12.1995**
(43) Veröffentlicht am: **15.03.2007**

(51) Int. Cl.⁸: **H02K 1/20** (2006.01),
H02K 9/08 (2006.01),
H02K 9/18 (2006.01),
H02K 9/14 (2006.01)

(30) Priorität:

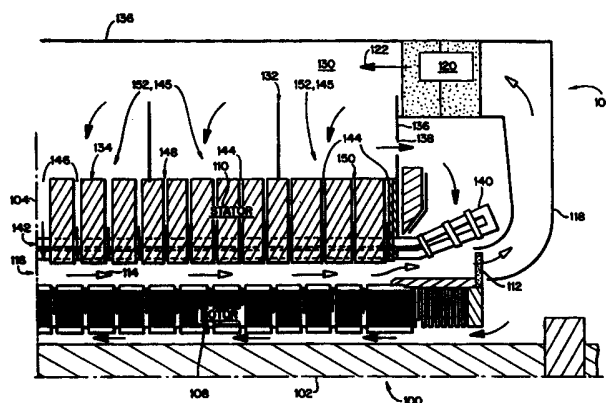
12.12.1994 US 353867 beansprucht.

(73) Patentanmelder:

GENERAL ELECTRIC COMPANY
12345 SCHENECTADY (US)

(54) **ELEKTROMAGNETISCHER GENERATOR**

(57) Bei einem Ventilationskühlssystem (106) für einen Generator (100) erstrecken sich die Einlasskanäle (144, 154) im Stator (110) in radialer Richtung und leiten Kühlgase vom Außenumfang (134) des Stators zu seiner zylindrischen Innenoberfläche. Die Kühlgase strömen radial einwärts, entziehen dem Stator Wärme und treten von den Statoreinlasskanälen in einen ringförmigen Luftspalt (116) zwischen dem Stator und einem Rotor (108) aus. Ein Ventilator (112) zieht die erwärmte Luft aus dem Luftspalt ab. Die Einlasskanäle im Stator haben einen solchen Abstand und eine solche Größe, dass sie die Strömung der Kühlgase durch den Stator optimal verteilen, indem sie die Druckabfälle zwischen der äußeren Verteilerkammer (130) des Stators und dem Einlass zum Ventilator (112) ausgleichen.



Zusammenfassung:

Bei einem Ventilationskühlssystem für einen Generator (100) erstrecken sich die Kühlkanäle (144, 154) im Stator (110) in radialer Richtung und leiten Kühlgase vom Außenumfang des Stators zu seiner zylindrischen Innenoberfläche. Die Kühlgase strömen radial einwärts, entziehen dem Stator Wärme und treten von den Statorkanälen in einen ringförmigen Luftspalt (116) zwischen Stator (110) und Rotor (108) aus. Ein Ventilator (112) zieht die erwärmte Luft aus dem Luftspalt (116) ab. Die Kühlkanäle (144, 154) im Stator (110) haben einen solchen Abstand und eine solche Größe, daß sie die Strömung der Kühlgase durch den Stator optimal verteilen, indem sie die Druckabfälle zwischen der äußeren Verteilerkammer (130) des Stators (110) und dem Einlaß zum Ventilator (112) ausgleichen.

(Fig. 2)

PATENTANWÄLTE

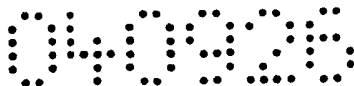
DIPL.-ING. WALTER HOLZER

DIPL.-ING. OTTO PFEIFER

DIPL.-ING. DR. TECHN. ELISABETH SCHÖBER

DIPL.-ING. ANDREAS WEISER

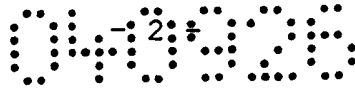
A-1040 WIEN, FLEISCHMANNGASSE 9



Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Ventilationskühlsysteme für Stromgeneratoren und insbesondere auf Gegenstromventilatoren für Rotoren von Generatoren.

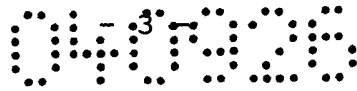
Bei der Elektrizitätserzeugung erzeugen Stromgeneratoren auch Wärme, die aus dem Generator abgeführt werden muß. Wärme entsteht in Generatoren hauptsächlich durch Reibung und Stromfluß. Die Reibungserwärmung tritt auf, wenn sich der Rotor mit hoher Geschwindigkeit im Generator dreht. In ähnlicher Weise tritt auch eine Erwärmung auf, wenn Strom durch die Rotor- und Statorspulen fließt, weil sich diese Spulen relativ zueinander in den Magnetfeldern des Generators drehen. Generatoren sind mit Kühlsystemen ausgestattet, um die Wärme vom Stator und vom Rotor weg- und aus dem Generator abzuleiten.

Generatoren werden herkömmlicherweise mit Ventilationskühlsystemen gasgekühlt, in denen Luft oder andere Kühlgase über Kanäle im Rotor und Stator zirkulieren. In diesem Zusammenhang zeigt Fig. 1 einen Querschnitt einer Hälfte eines Generators 4 (siehe axiale Mittellinie 6 und Längsmittellinie 8) mit einem herkömmlichen Gegenstromventilationskühlsystem 10. Ein Teil der Kühlgasströmung ist auf den Rotor 12 gerichtet, wo Kühlgase 14, wie Umgebungsluft, in den Rotorkörper eingeblasen werden. Die Kühlgase 14 werden durch die vom drehenden Rotor erzeugten Zentrifugalkräfte über Ventilationskanäle 16, 18 in den Rotor hineingezogen. Während die Gase durch den Rotor strömen, wird die Wärme des Rotors auf die Gase übertragen und die Temperatur der Gase erhöht sich in Richtung auf die



Temperatur der Rotorspulen 20. Die erhitzten Rotorgase treten aus den Kanälen an der Oberfläche des Rotors in einen Luftspalt 22 zwischen dem Rotor und dem Stator 26 aus. Darüber hinaus kann der Rotor auch auf viele andere Arten als die in Fig. 1 beispielhaft gezeigte gekühlt werden. Drehflügel 28, die an den Enden des Rotors montiert sind, ziehen das erhitzte Gas durch den Luftspalt 22 zwischen Stator und Rotor hindurch. Das erhitzte Gas 24 wird über einen externen Kanal 29 zu einem Wärmetauscher 28 geleitet, welcher das Gas kühlt.

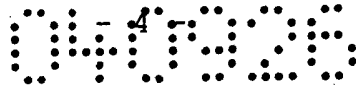
Der Stator 26 wird durch Ventilationsströmungspfade gekühlt, die von den Strömungspfaden im Rotor getrennt sind. Kaltes Gas 30, das vom Wärmetauscher 28 gekühlt wird, tritt in eine Verteilerkammer 32 ein, welche den Stator umgibt. Weil die Endabschnitte des Stators den Rotorabzugsflügeln 28 am nächsten sind, tendiert das Kühlgas naturgemäß dazu, durch die Kanäle nahe den Enden des Stators mit größerem Volumen und größerer Geschwindigkeit zu strömen als durch die Kanäle in der Mitte des Stators. Diese potentielle Unausgewogenheit der Kühlgasströmung durch den Stator wird herkömmlicherweise durch Leitblechkammern 34 kompensiert, welche sich um die Außenseite des Stators herum erstrecken. Die Leitblechkammern sind so angeordnet, daß sie das Kühlgas gleichmäßig über die Länge des Stators verteilen, so daß die Gasströmung zum Mittelabschnitt 36 des Stators im wesentlichen gleich der Gasströmung zu den Statorenden 38 ist. Die Leitblechkammern fügen dem in die Endabschnitte des Stators eintretenden Kühlgas zusätzliche Strömungsbeschränkungen und Druckabfälle zu, was bewirkt, daß ein Teil des Kühlgases, welches an sich zu den Enden des Stators strömen würde, zur Statormitte strömt. Die von den



Leitblechkammern hervorgerufenen Druckabfälle im Kühlgas reduzieren jedoch den Gasdruck, der zum Bewegen des Kühlgases durch die Ventilationskanäle des Stators verfügbar ist.

Das gekühlte Gas 30 gelangt durch die Leitblechkammern (bzw. nahe der Statormitte direkt zum Stator) und in die Kühlgas-Einzugskanäle 40 in der Außenumfangsfläche 42 des Stators 26. Bei herkömmlichen Gegenstromsystemen haben die Statorkanäle 40 gleichförmige Querschnittsfläche, Länge und Abstände (Frequenz). Während die Gasströmung radial einwärts durch den Stator strömt, wird Wärme von den Statorspulen 44 auf das Gas übertragen. Die Rotorflügel 28 ziehen das erwärmte Gas aus dem Stator in den Luftspalt 22 und hinaus zum externen Kanal 29 und zum Wärmetauscher 28. Ein Teil des gekühlten Gases 30 aus dem Wärmetauscher wird über Abzugsöffnungen 46 an den Enden der Verteilerkammer 32 um den Stator herum abgeführt, um die Statorendwicklungen 48 zu kühlen.

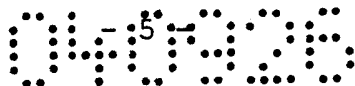
Verhältnismäßig hohe Ventilationsdruckgefälle sind erforderlich, um Kühlluft durch die Leitblechkammern 34 und die Statorkanäle 40 von modernen, großen Stromgeneratoren zu pumpen. Mit Zunahme der Stromgeneratorleistungen und -größen steigt auch die Notwendigkeit eines immer höheren Ventilationsdruckgefälles für das Kühlgas. Ein Teil des Druckgefälles des Kühlgases wird von den Leitblechkammern aufgebraucht, und somit muß das Druckgefälle erhöht werden, um die Verluste in den Leitblechen zu kompensieren. Eine Lösung für dieses Problem besteht darin, andere Arten von Kühlgasen zu verwenden, die eine höhere Kühlkapazität haben als Umgebungsluft, z.B. Wasserstoffgas. Diese Arten von Gasen erfordern jedoch spezielle



Abdichtungen, Reinigungssysteme und Diagnosegeräte, die komplex und teuer sind.

Luft ist ein einfach zu verwendendes und kostengünstiges Kühlgas, das keine komplexen Systeme zur Handhabung erfordert. Bedauerlicherweise hat Luft eine verhältnismäßig geringe Kühlkapazität. Um die geringe Kühlkapazität von Luft zu kompensieren, wurde das Volumen der Luftströmung durch den Stator mit Hilfe besserer Rotorflügel, welche ein hohes Kühlgas-Druckgefälle erzeugen, fortschreitend erhöht. Das Druckgefälle könnte mit Hilfe mehrstufiger Ventilatoren weiter erhöht werden, jedoch steigt dann auch der Stromverbrauch. Im Ergebnis nimmt der Gesamtwirkungsgrad ab und die Kosten und die Komplexität steigen an. Zusätzlich lenken die Leitbleche, welche dazu verwendet werden, die Kühlgasströmung zur Statormitte zu leiten, die Kühlgasströmung um und haben dadurch ebenfalls den unerwünschten Effekt einer Verringerung des Druckes der Gase. Demgemäß besteht seit langem ein Bedarf, den Wirkungsgrad luftgekühlter Gegenstromgeneratoren zu erhöhen.

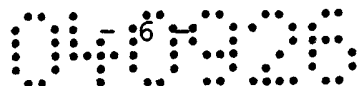
Die vorliegende Erfindung ist ein Gegenstromventilationskühlssystem für einen Generator, bei welchem die Kühlkanäle im Stator so angeordnet sind, daß sie eine optimale Kühlgasströmung durch den Stator bieten. Beispielsweise werden der Abstand und die Querschnittsfläche der Statorkühlkanäle über die Länge des Stators variiert, um die Kühlgasverteilung durch den Stator zu optimieren und das für die Kühlgase erforderliche Druckgefälle zu minimieren. Es ist ein Ziel der Erfindung, ein Gegenstromkühlssystem zu schaffen, das einen reduzierten Druckgefällebedarf an den Statorkanaleinlässen aufweist. Ein weiteres Ziel dieser Erfindung ist es, Kühlkanäle im Stator mit verrin-



gerten Druckabfällen durch die Statorkanäle zu schaffen. Ein weiteres Ziel der Erfindung ist die Schaffung von Statorkühlkanälen, die so angeordnet sind, daß der maximale Druckabfall der Kühlgase und somit die maximale Gasgeschwindigkeit in den Bereichen des Stators auftritt, welche die meiste Kühlung erfordern. Darüber hinaus ist es ein weiteres Ziel der Erfindung, Statorkühlkanäle zu schaffen, welche die Kühlwirkung in jenen Abschnitten des Stators verstärken, die am meisten einer Kühlung bedürfen.

Diese und weitere Ziele und Merkmale der Erfindung werden aus der ausführlichen Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung und den begleitenden Figuren dieser Ausführungsform besser ersichtlich werden. Fig. 1 ist eine schematische Querschnittsdarstellung eines Generators, welche ein herkömmliches Gegenstromkühlsystem nach dem Stand der Technik zeigt; Fig. 2 ist eine schematische Querschnittsdarstellung eines Generators, welche ein Gegenstromkühlsystem gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt; und die Fig. 3 und 4 sind schematische Querschnittsdarstellungen eines Stators, welche bestimmte Merkmale verschiedener Ausführungsformen der Erfindung zeigen.

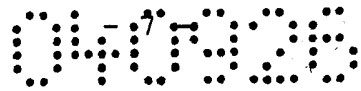
Fig. 2 zeigt einen Querschnitt einer Hälfte eines Generators 100 (siehe axiale Mittellinie 102 und Längsmittellinie 104) mit einem Gegenstromventilationskühlsystem 106. Der Generator weist einen sich drehenden Rotor 108 und einen stationären Stator 110 auf. Ein Kühlgasventilator 112 ist am Ende des Rotors montiert. Der Ventilator dreht sich mit dem Rotor, um erhitzte Luft 114 aus dem Luftspalt 116 zwischen Rotor 108 und



Stator 110 abziehen und in externe Gaskanäle 118 zu pumpen, welche den Generator umgeben.

Die externen Gaskanäle 118 leiten das erwärmte Gas zu einem Wärmetauscher 120, welcher dem Generator zugeordnet ist. Der Wärmetauscher entzieht Wärme, die dem Gas vom Stator 110 und vom Rotor 108 mitgegeben wurde, und kühlt das Gas. Das gekühlte Gas 122 aus dem Wärmetauscher tritt in eine Verteilerkammer 130 ein, welche den Stator umgibt. Die Verteilerkammer kann ringförmige Wände 132 enthalten, die am Stator befestigt sind, das gekühlte Gas zum Außenumfang 134 des Stators 110 leiten und das Kühlgas auf bestimmte Abschnitte des Stators beschränken. Die äußeren Wände 136 der Verteilerkammer können auch eine Abzugsöffnung 138 aufweisen, welche etwas Kühlluft aus der Kammer zu den Enden des Stators und über die Endwicklungen 140 der Statorspulen 142 leitet.

Wie in den Fig. 2 und 3 gezeigt, sind die Kühlkanäle 144 zwischen den Statorkernpaketen 145 im Stator 110 so ausgebildet, daß die breitesten Kanäle 146, d.h. jene mit der größten Querschnittsfläche, nahe der Statormitte 104 angeordnet sind. Dies minimiert den Kanaldruckabfall im mittleren Statorabschnitt und kompensiert den Druckabfall über die lange Axiallänge des Luftspaltes 116 zwischen Stator und Rotor. Im Gegensatz dazu haben Statorkanäle nach dem Stand der Technik gleichförmige Querschnitte über die Länge des Stators. Durch Verändern der Querschnittsfläche der Statorkanäle über die Länge des Stators kann die Kühlgasströmungsverteilung für den Stator optimiert werden. Beispielsweise kann ein heißer Abschnitt des Stators mittels eines großen Volumens an Kühlgas gekühlt werden, indem breite Statorkanäle in dem heißen

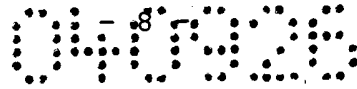


Statorabschnitt angeordnet werden, oder mittels einer größeren Oberfläche und höheren Gasgeschwindigkeit durch Verwendung mehrerer enger Statorkanäle.

Die Statorkanäle 148 außerhalb der Statormitte können fortschreitend enger sein als die Mittelkanäle 146, und die Kanäle 150 nahe den Statorenden können die engsten Kanäle im Stator sein. Demgemäß können die Kühlkanäle im Stator fortschreitend enger werden und somit kleinere Strömungsquerschnittsflächen haben, je näher man den äußeren Enden des Stators kommt. Durch Ausbilden der Kühlkanäle im Stator in der Weise, daß die breiteren Kanäle mit den größeren Durchgängen nahe der Statormitte sind, wird der Druckabfall zwischen der äußeren Verteilerkammer 130 des Stators und dem Einlaß zu den Rotorabzugsflügeln 112 über die Axiallänge des Stators ausgeglichen.

Zusätzlich (oder alternativ) kann der Abstand der Statorkanäle zwischen den Statorkernpaketen 152 ungleichmäßig sein, um die Kühlgasverteilung durch den Stator zu optimieren, wie in den Fig. 2 und 4 gezeigt ist. In Fig. 4 haben die Statorkanäle 154 gleichförmige Querschnittsflächen, jedoch variiert der Abstand (die Frequenz) zwischen den einzelnen Kanälen über die Länge des Stators. Dies steht im Gegensatz zu dem in Fig. 3 gezeigten Stator, wo die Kanalfläche variiert, jedoch der Abstand zwischen den Paketen 145 gleichmäßig ist. Statorkernpakete haben herkömmlicherweise alle eine einheitliche Länge (siehe Fig. 1), und die Statorkanäle, die zwischen den Kernpaketen ausgebildet sind, sind gleichmäßig über die Länge des Stators verteilt.

Bei den Ausführungsformen der Erfindung, die in den Fig. 2 und 4 gezeigt sind, haben die Statorkernpakete 152 nicht alle



die gleiche Länge, und beispielsweise sind die Pakete 156 in der Mitte 104 des Stators kürzer als die Pakete 158 an den Enden des Stators. Die Pakete zwischen der Mitte und den Enden des Kernes sind fortschreitend länger, d.h. jedes Paket nimmt in der Länge zu, wenn man von der Mitte zu den Enden des Stators übergeht. Weil die Pakete in der Mitte des Stators die kürzesten sind, ist die Frequenz (der Abstand zwischen den Kanälen) der Statorkanäle zwischen den Paketen in der Mitte des Stators größer als an den Enden des Stators. Die größere Frequenz der Kanäle in der Mitte des Stators führt zu einem verringerten Kühlgasdruckabfall durch die Mitte des Stators im Vergleich zu den Enden des Stators und kompensiert somit den erhöhten Druckabfall über die lange Axiallänge des Luftspaltes 116.

Darüber hinaus kann die Frequenz der Statorkanäle abhängig von dem speziellen Generator optimiert werden, in dem diese Kanäle angeordnet werden sollen. Beispielsweise kann bei einem Generator, der einen Einlaß bzw. Auslaß an nur einem Ende hat anstelle von beiden Generatorenden (wie es üblich ist), die höchste Frequenz von Statorkanälen (und/oder Kanälen mit der größten Querschnittsfläche) an jenem Ende des Stators angeordnet werden, das von einem Kühlgaseinlaß am weitesten entfernt ist. Demgemäß kann ein Generator spezielle Kühlanforderungen haben, welche das Umleiten eines größeren Kühlgasvolumens zu einem (von der Mitte des Stators verschiedenen) Bereich des Stators erfordern. Diese Anforderung kann erfüllt werden, indem die Frequenz der Kühlgaskanäle und/oder die Querschnittsfläche der Kanäle in jenem Bereich des Stators erhöht wird, welcher den größten Kühlbedarf hat. In dieser Hinsicht kann der Abstand

der Kühlgaskanäle variiert werden, während die Querschnittsfläche der Kanäle konstant bleibt, wie in Fig. 4 gezeigt. In gleicher Weise kann die Querschnittsfläche der Kanäle variiert werden, während der Abstand zwischen den Kanälen konstant bleibt, wie in Fig. 3 gezeigt ist. Zusätzlich können sowohl die Querschnittsfläche der Kanäle als auch der Abstand zwischen den Kanälen variiert werden, wie in Fig. 2 gezeigt ist.

Das Erhöhen der Frequenz und/oder der Querschnittsfläche bestimmter Statorkanäle gleicht die Strömungsverteilung aus, ohne das Druckgefälle des in den Stator eintretenden Kühlgases zu reduzieren, wie es bei der Verwendung von Leitblechkammern nach dem Stand der Technik um die Statorabschnitte herum geschieht. Stattdessen kann das Druckgefälle direkt dazu verwendet werden, das Kühlgas gleichmäßig durch die wärmeerzeugenden Abschnitte des Stators zu pressen. In einigen Fällen kann es wünschenswert sein, die Verwendung von Leitblechkammern mit einer Variation der Frequenz und/oder der Querschnittsfläche einiger Statorkanäle zu kombinieren, um die gewünschte Kühlgasströmung durch den Stator zu erzielen.

Die Erfindung wurde in ihrer bevorzugten Ausführungsform beschrieben. Die Erfindung ist nicht auf die offenbarten Ausführungsformen beschränkt, sondern umfaßt alle Modifikationen und äquivalente Ausbildungen, die im Rahmen der angeschlossenen Ansprüche liegen.



Patentansprüche:

1. Elektromagnetischer Generator (100), mit:
einem Stator (110), der konzentrisch zu einem Rotor (108) ist und Statorkernpakete (145, 152) aufweist, die ringförmig um den Rotor (108) herum angeordnet sind, sowie radiale Statorkanäle (144, 154), die zwischen den Statorkernpaketen (145, 152) liegen, wobei sich jeder Statorkanal (144, 154) radial einwärts von einer äußeren Statoroberfläche (134) zu einer inneren Statoroberfläche in der Nähe des Rotors (108) erstreckt, und
wobei jeder Statorkanal (144) eine Kanalquerschnittsfläche hat und die Verteilung der Kanalquerschnittsflächen der Kanäle (144) im wesentlichen ungleichförmig über die Länge des Stators (110) ist.
2. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche bestimmter Statorkanäle (146, 148) größer ist als die Kanalquerschnittsfläche anderer Statorkanäle (148, 150).
3. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorkanäle (154) über den Stator (110) mit einer vorgegebenen Frequenz von Kanälen verteilt sind und die Frequenz der Kanäle ungleichförmig über die Länge des Stators (110) ist.
4. Elektromagnetischer Generator (100) mit:
einem rotierenden zylindrischen Rotor (108) mit einer Außenumfangsfläche;
einem Ventilator (112), der auf einem Axialendabschnitt des Rotors (108) montiert und mit einem ringförmigen Gasspalt



(116) ausgerichtet ist, der neben der Außenumfangsfläche des Rotors (108) liegt;

einem ringförmigen Stator (110), der konzentrisch zum Rotor (108) ist und Statorkernpakete (145, 152) aufweist, die ringförmig um den Rotor (108) herum angeordnet sind, und der eine ringförmige Innenoberfläche neben dem Gasspalt (116) hat, wobei radiale Statorkanäle (144, 154) zwischen den Statorkernpaketen (145, 152) liegen und sich von der Innenoberfläche des Stators (110) zu einer Außenumfangsfläche (134) des Stators (110) hin öffnen, wobei jeder Kanal (144, 154) eine Kanalquerschnittsfläche hat und die Verteilung der Kanalquerschnittsflächen für die Kanäle (144, 154) im wesentlichen ungleichförmig über den Stator (110) ist;

einem Kühlgasverteiler (130), der radial außerhalb des Stators (110) liegt und zu den radialen Statorkanälen (144, 154) hin geöffnet ist;

einem Wärmetauscher (120) mit einem Abzugsauslaß, der an einen Einlaß des Kühlgasverteilers (130) angeschlossen ist; und

einer Kühlgasleitung (118), die an einen Einlaß des Wärmetauschers (120) an einem ersten Ende angeschlossen ist und sich an einem zweiten Ende zu dem ringförmigen Gasspalt (116) hin öffnet.

5. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche eines ersten Statorkanales (146, 148) im wesentlichen größer als die Kanalquerschnittsfläche eines zweiten Statorkanales (148, 150) ist.

6. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche jedes

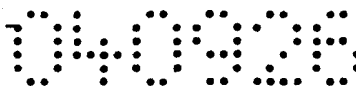
Statorkanäle (144, 154) zwischen dem genannten ersten Kanal (146, 148) und dem genannten zweiten Kanal (148, 150) progressiv zunimmt.

7. Elektromagnetischer Generator (100) mit:

einem rotierenden zylindrischen Rotor (108) mit einer Außenumfangsfläche;

einem Ventilator (112), der auf einem axialen Endabschnitt des Rotors (108) montiert und mit einem ringförmigen Gasspalt (116) neben der Außenumfangsfläche des Rotors (108) ausgerichtet ist;

einem ringförmigen Stator (110), der konzentrisch zum Rotor (108) liegt und Statorkernpakete (145, 152) aufweist, die ringförmig um den Rotor (108) herum angeordnet sind, sowie eine ringförmige Innenoberfläche neben dem Gasspalt (116), wobei radiale Statorkanäle (144, 154) zwischen den Statorkernpaketen (145, 152) liegen und sich von der Innenoberfläche des Stators (110) zu einer Außenumfangsfläche (134) des Stators (110) hin öffnen, wobei jeder Kanal (144, 154) eine Kanalquerschnittsfläche hat und die Verteilung der Kanalquerschnittsflächen der Kanäle (144, 154) im wesentlichen ungleichförmig über den Stator (110) ist, wobei die Kanalquerschnittsfläche eines ersten Statorkanales (146, 148) im wesentlichen größer als die Kanalquerschnittsfläche eines zweiten Statorkanales (148, 150) ist, und wobei die Statorkanäle (144, 154) über den Stator (110) mit einer vorgegebenen Frequenz von Kanälen verteilt sind und die vorgegebene Frequenz von Kanälen ungleichmäßig über den Stator (110) ist;



einem Kühlgasverteiler (130), der radial außerhalb des Stators (110) liegt und zu den radialen Statorkanälen (144, 154) hin geöffnet ist;

einem Wärmetauscher (120) mit einem Abzugsauslaß, der an einen Einlaß des Kühlgasverteilers (130) angeschlossen ist; und

einer Kühlgasleitung (118), die an einen Einlaß des Wärmetauschers (120) an einem ersten Ende angeschlossen ist und sich an einem zweiten Ende zum ringförmigen Gasspalt (116) hin öffnet.

8. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Statorkanal (146, 148) in einem Mittelabschnitt (104) des Stators und der zweite Statorkanal (148, 150) in einem Endabschnitt des Stators (110) liegt.

9. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche jedes Statorkanales (144, 154) zwischen dem genannten ersten und dem genannten zweiten Kanal progressiv zunimmt.

10. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Frequenz von Kanälen über den Stator (110) progressiv zunimmt.

11. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Statorkanäle (144, 154) in einem Mittelabschnitt (104) des Stators (110) häufiger angeordnet sind als in einem Endabschnitt des Stators (110).

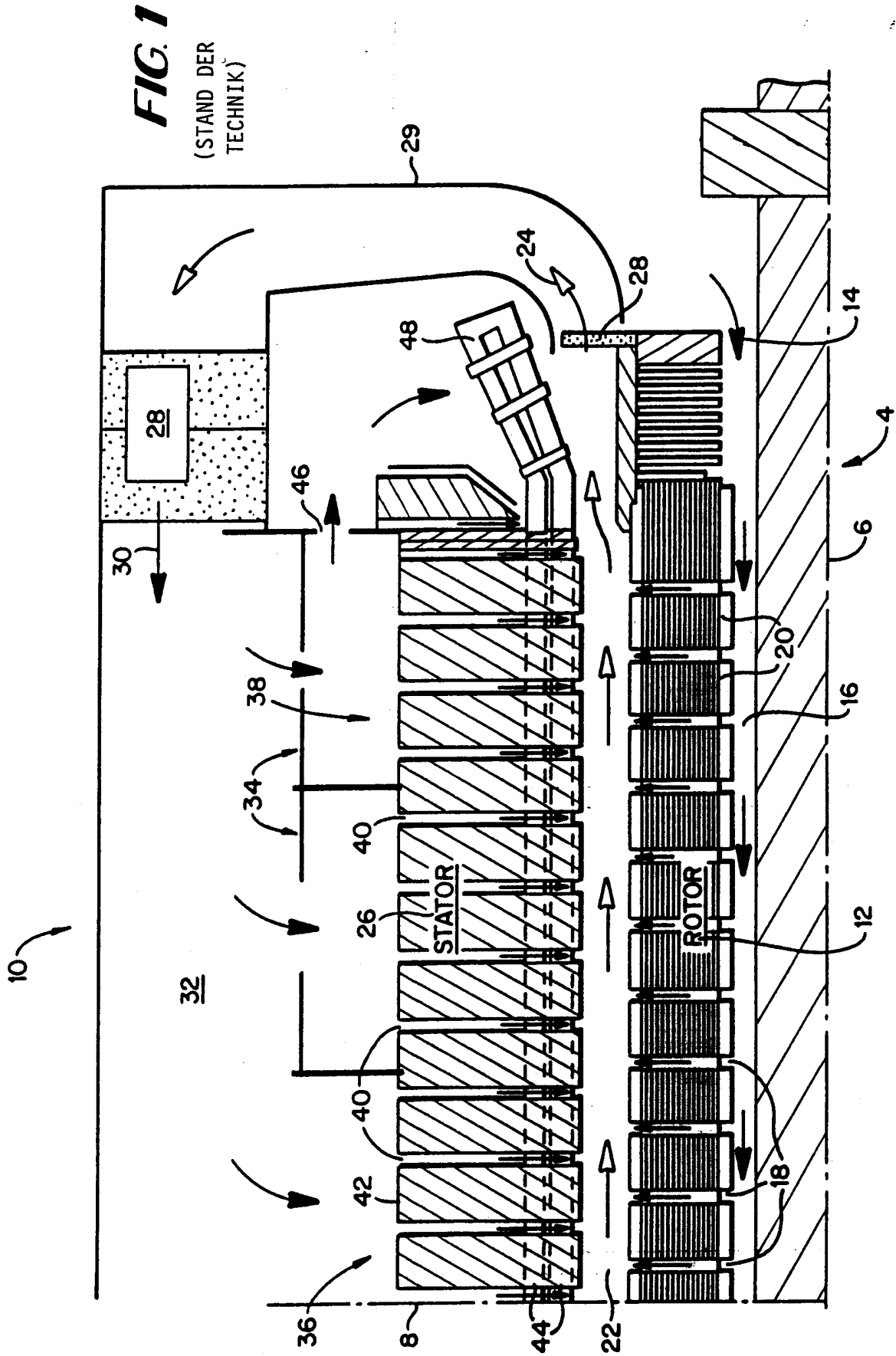


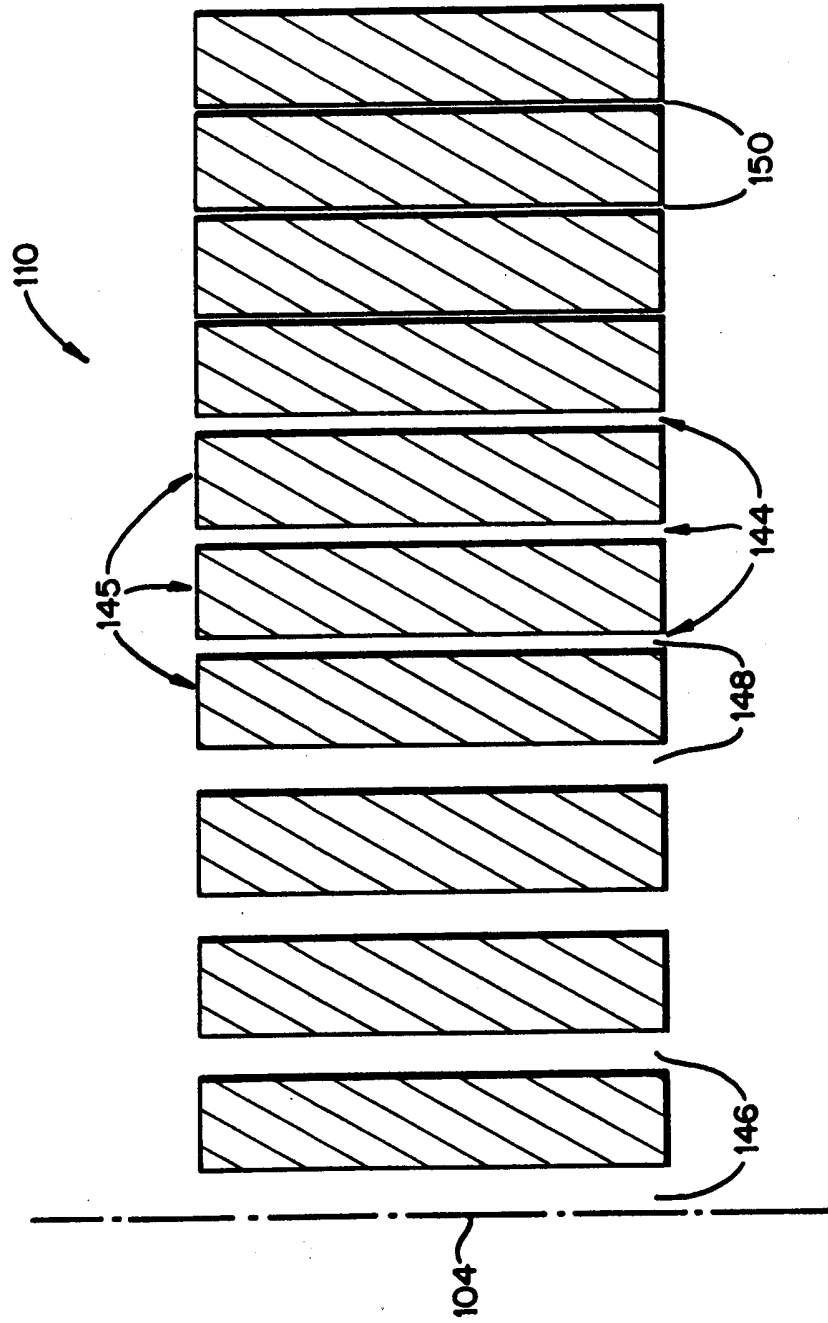
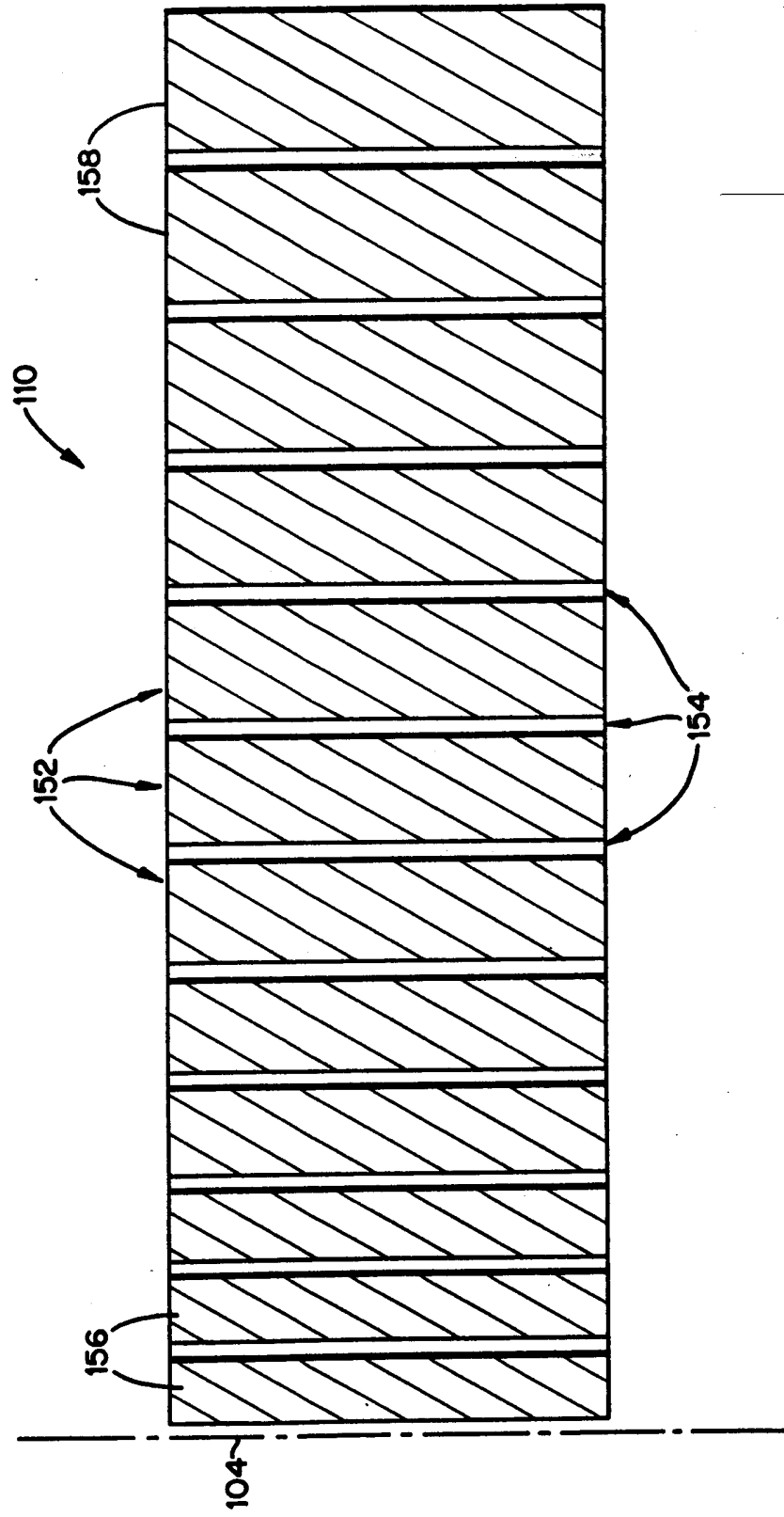
FIG. 3

FIG. 4



Neue Patentansprüche:

1. Elektromagnetischer Generator (100), mit:

einem Stator (110), der konzentrisch zu einem Rotor (108) ist und Statorkernpakete (145, 152) aufweist, die ringförmig um den Rotor (108) herum angeordnet sind, sowie radiale Statoreinlaßkanäle (144, 154), die zwischen den Statorkernpaketen (145, 152) liegen, wobei sich jeder Statoreinlaßkanal (144, 154) radial einwärts von einer äußeren Statoroberfläche (134) zu einer inneren Statoroberfläche in der Nähe des Rotors (108) erstreckt,

wobei jeder Statoreinlaßkanal (144, 154) eine Kanalquerschnittsfläche hat und die Verteilung der Kanalquerschnittsflächen der Kanäle (144) im wesentlichen ungleichförmig über die Länge des Stators (110) ist und jeder Statoreinlaßkanal (144, 154) einen Kanaleinlaß an der äußeren Statoroberfläche (134) und einen Kanalauslaß an der inneren Statoroberfläche hat, und

einem Kühlgaskreislauf,

dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlgas in die Kanaleinlässe an der äußeren Statoroberfläche (134) eintritt, durch die Statoreinlaßkanäle (144, 154) hindurch strömt, um Wärme aus den Statorkernpaketen (145, 152) abzuführen, die Kanalauslässe an der inneren Statoroberfläche verläßt und durch einen Spalt (116) zwischen der inneren Statoroberfläche und dem Ro-

tor (108) entlang des Stators (110) bis zu dessen Ende hindurchtritt,

wobei die räumliche Verteilung in Richtung der Rotorachse und/oder der Kanalquerschnittsflächen der Statoreinlaßkanäle (144, 154) derart über die Länge des Stators (110) variiert, daß der Druckabfall zwischen dem Kanaleinlaß jedes Statoreinlaßkanales (144, 154) und dem Ende des genannten Spaltes (116) für alle Statoreinlaßkanäle (144, 154) im wesentlichen gleich ist.

2. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche bestimmter Statoreinlaßkanäle (146) größer ist als die Kanalquerschnittsfläche anderer Statoreinlaßkanäle (150).

3. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche eines Statoreinlaßkanales (144, 154) in einem Mittelabschnitt (104) des Stators (110) im wesentlichen größer als die Kanalquerschnittsfläche eines Statoreinlaßkanales (144, 154) in einem Endabschnitt des Stators (110) ist.

4. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche der Statoreinlaßkanäle (144, 154) von einem ersten Abschnitt des Stators (110) zu einem zweiten Abschnitt des Stators (110) progressiv zunimmt.

010537

5. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte erste Abschnitt des Stators (110) ein Mittelabschnitt des Stators (110) ist und der genannte zweite Abschnitt des Stators (110) ein Endabschnitt des Stators (110) ist.

6. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) über den Stator (110) mit einer vorgegebenen räumlichen Verteilung der Kanäle verteilt sind und die Verteilung der Kanäle ungleichförmig über die Länge des Stators (110) ist.

7. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) über den Stator (110) mit einer vorgegebenen räumlichen Verteilung der Kanäle (144, 154) verteilt sind und die vorgegebene räumliche Verteilung der Kanäle (144, 154) über den Stator (110) progressiv zunimmt.

8. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) in einem Mittelabschnitt (104) des Stators (110) mit höherer räumlicher Häufigkeit angeordnet sind als in einem Endabschnitt des Stators (110).

9. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) über den Stator (110) mit einer vorgegebenen räumlichen Häufigkeit der Kanäle (144, 154) verteilt sind und die räumliche

NACHGEREICHT

Häufigkeitsverteilung der Kanäle (144, 154) ungleichförmig über die Länge des Stators (110) ist.

10. Elektromagnetischer Generator (100), mit:

einem rotierenden zylindrischen Rotor (108) mit einer Außenumfangsfläche;

einem Ventilator (112), der auf einem axialen Endabschnitt des Rotors (108) montiert und mit einem ringförmigen Gasspalt (116) ausgerichtet ist, der neben der Außenumfangsfläche des Rotors (108) liegt;

einem ringförmigen Stator (110), der konzentrisch zum Rotor (108) ist und Statorkernpakete (145, 152) aufweist, die ringförmig um den Rotor (108) herum angeordnet sind, und der eine ringförmige Innenoberfläche neben dem Gasspalt (116) hat, wobei radiale Statoreinlaßkanäle (144, 154) zwischen den Statorkernpaketen (145, 152) liegen und sich von der Innenoberfläche des Stators (110) zu einer Außenumfangsfläche (134) des Stators (110) hin öffnen, wobei jeder Statoreinlaßkanal (144, 154) eine Kanalquerschnittsfläche hat und die Verteilung der Kanalquerschnittsflächen für die Kanäle (144, 154) im wesentlichen ungleichförmig über den Stator (110) ist, und ferner die Kanäle (144, 154) Kühlgaseinlässe an der Außenumfangsfläche (134) des Stators (110) und Kühlgasauslässe an der ringförmigen Innenoberfläche aufweisen;

010537

einem Kühlgasverteiler (130), der radial außerhalb des Stators (110) liegt und zu den radialen Statoreinlaßkanälen (144, 154) hin geöffnet ist;

einem Wärmetauscher (120) mit einem Abzugsauslaß, der an einen Einlaß des Kühlgasverteilers (130) angeschlossen ist; und

einer Kühlgasleitung (118), die an den Einlaß des Wärmetauschers (120) an einem ersten Ende angeschlossen ist und sich an einem zweiten Ende zu dem ringförmigen Gasspalt (116) hin öffnet;

dadurch gekennzeichnet, daß

das Kühlgas in einen Einlaß des Wärmetauschers (120) eintritt, durch den Wärmetauscher (120) hindurch strömt, den Abzugsauslaß verläßt und in den Kühlgasverteiler (130) strömt,

das Kühlgas in einen Einlaß des Verteilers (130) eintritt und durch den Verteiler (130) hindurch in die Einlässe der Kühlgaskanäle (144, 145) strömt,

das Kühlgas in die Einlässe eintritt, durch die Kanäle (144, 145) hindurch strömt und über die Auslässe zum ringförmigen Spalt (116) hin verläßt, und

der Ventilator (112) Kühlgas aus dem ringförmigen Gasspalt (116) abzieht, so daß das Kühlgas durch den Ventilator (112) vom Ringspalt (116) zwischen Stator (110) und Rotor (108) weg bewegt wird,

NACHGEREICHT

wobei der Strömungswiderstand für das Kühlgas zwischen jedem Einlaß zu den Kanälen und dem zweiten Ende der Kühlgasleitung für alle Kanäle (144, 154) im wesentlichen gleich ist.

11. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Statoreinlaßkanal (146) in einem Mittelabschnitt des Stators (110) liegt und ein zweiter Statoreinlaßkanal (150) in einem Endabschnitt des Stators (110) liegt.

12. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche des ersten Statoreinlaßkanales (146) im wesentlichen größer ist als die Kanalquerschnittsfläche des zweiten Statoreinlaßkanales (150).

13. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche jedes Statoreinlaßkanales zwischen dem genannten ersten Kanal (146) und dem genannten zweiten Kanal (150) progressiv zunimmt.

14. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) über den Stator (110) in Richtung der Rotorachse mit einer vorgegebenen räumlichen Häufigkeit der Kanäle (144, 154) verteilt sind und die vorgegebene räumliche Verteilung der Kanäle (144, 154) ungleichförmig über den Stator (110) ist.

15. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene räumliche Verteilung

der Kanäle (144, 154) in Richtung zur Mitte hin entlang des Stators (110) progressiv zunimmt.

16. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) in einem Mittelabschnitt (104) des Stators (110) mit höherer Häufigkeit angeordnet sind als in einem Endabschnitt des Stators (110).

17. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) über den Stator (110) mit einer vorgegebenen räumlichen Häufigkeit der Kanäle (144, 154) verteilt sind und diese räumliche Häufigkeitsverteilung der Kanäle (144, 154) über die Länge des Stators (110) ungleichförmig ist.

18. Elektromagnetischer Generator (10), mit:

einem rotierenden zylindrischen Rotor (108) mit einer Außenumfangsfläche;

einem Ventilator (112), der auf einem axialen Endabschnitt des Rotors (108) montiert ist und mit einem ringförmigen Gasspalt (116) neben der Außenumfangsfläche des Rotors (108) ausgerichtet ist;

einem ringförmigen Stator (110), der konzentrisch zum Rotor (108) liegt und Statorkernpakete (145, 142) aufweist, die ringförmig um den Rotor (108) herum angeordnet sind, sowie eine ringförmige Innenoberfläche neben dem Gasspalt (116), wobei radiale Statoreinlaßkanäle (144, 154) zwischen den Statorkern-

paketen (145, 152) liegen und sich von der Innenoberfläche des Stators (110) zu einer Außenumfangsfläche (134) des Stators (110) hin öffnen, wobei jeder Kanal (144, 154) eine Kanalquerschnittsfläche hat und die Verteilung der Kanalquerschnittsflächen der Kanäle (144, 154) im wesentlichen ungleichförmig über den Stator (110) ist, wobei die Kanalquerschnittsfläche eines ersten Statoreinlaßkanales (146) im wesentlichen größer als die Kanalquerschnittsfläche eines zweiten Statoreinlaßkanales (150) ist, und wobei die Statoreinlaßkanäle (144, 154) über den Stator (110) in Richtung der Rotorachse mit einer vorgegebenen räumlichen Häufigkeit verteilt sind und diese vorgegebene Häufigkeitsverteilung der Kanäle ungleichmäßig über den Stator (110) ist; und

einem Kühlgasverteiler (130), der radial außerhalb des Stators (110) liegt und zu den radialen Statoreinlaßkanälen (144, 154) hin geöffnet ist;

einem Wärmetauscher (120) mit einem Abzugauslaß, der an einen Einlaß des Kühlgasverteilers (130) angeschlossen ist; und

einer Kühlgasleitung (118), die an einen Einlaß des Wärmetauschers (120) an einem ersten Ende angeschlossen ist und sich an einem zweiten Ende zum ringförmigen Gasspalt (116) hin öffnet,

dadurch gekennzeichnet, daß der Gasspalt (116) einen Gasabzug stromabwärts des Ventilators (112) enthält;

NACHGEREICHT

wobei Kühlgaseinlässe zu den Kanälen (144, 154) an der Außenumfangsfläche des Stators (110) liegen, und Kühlgasauslässe der Kanäle (144, 154) an der ringförmigen Innenoberfläche liegen, wobei der Kühlgasströmungswiderstand zwischen dem Einlaß zu jedem Kanal (144, 154) und dem Gasabzug aus dem Spalt (116) im wesentlichen gleich für alle Kanäle (144, 154) ist.

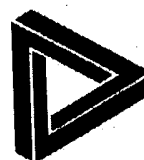
19. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Statoreinlaßkanal (146) in einem Mittelabschnitt (104) des Stators (110) und der zweite Statoreinlaßkanal (150) in einem Endabschnitt des Stators (110) liegt.

20. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanalquerschnittsfläche jedes Statoreinlaßkanales (144, 154) zwischen dem ersten und dem genannten zweiten Kanal (146, 150) progressiv zunimmt.

21. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene räumliche Verteilung der Kanäle (144, 154) über den Stator (110) progressiv zunimmt.

22. Elektromagnetischer Generator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoreinlaßkanäle (144, 154) in einem Mittelabschnitt (104) des Stators (110) häufiger angeordnet sind als in einem Endabschnitt des Stators (110).

NACHGEREICHT



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC ⁸ : H02K 1/20; H02K 9/08; H02K 9/18; H02K 9/14		
Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß ECLA: H02K 1/20; H02K 9/08; H02K 9/18; H02K 9/14		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H02K		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, PAJ, WPI		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 6. November 2001 eingereichten Ansprüchen 1 - 22 erstellt.		
Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	DD 75 094 A (LEMBERG) 5. August 1970 (05.08.1970) Spalte 3, Zeile 7 bis Spalte 4, Zeile 11. --	1, 2, 10, 11, 18
A	JP 02-070247 A (TOSHIBA) 28. Mai 1990 (28.05.1990) 'Abstract' auf Datenbank JPO auf HTTP://WWW.JPO.GO.JP; Figur 4. --	1 - 22
A	DE 39 25 337 A1 (LOHER) 7. Februar 1991 (07.02.1991) Ansprüche 1, 4 und 7; Spalte 4, Zeile 3 - 14; Figur 2. --	1 - 22
A	DE 37 03 594 A1 (BBC BROWN BOVERI) 8. September 1988 (08.09.1988) Ansprüche 1 - 6. --	1 - 22
A	DE 35 10 815 A1 (ŠKODA) 31. Oktober 1985 (31.10.1985) Seite 4, Zeile 27 bis Seite 5, Zeile 18. --	1 - 22
Datum der Beendigung der Recherche: 17. Mai 2005		☒ Fortsetzung siehe Folgeblatt Prüfer(in): Dipl.-Ing. HAWEL
⁷ Kategorien der angeführten Dokumente: X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden. Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist. A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert. P Dokument, das von Bedeutung ist (Kategorien X oder Y), jedoch nach dem Prioritätstag der Anmeldung veröffentlicht wurde. E Dokument, das von besonderer Bedeutung ist (Kategorie X), aus dem ein älteres Recht hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen). & Veröffentlichung, die Mitglied der selben Patentfamilie ist.		

Fortsetzung des Recherchenberichts - Blatt 2/2

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
Y	US 1,672,680 A (FREIBURGHOUSE) 5. Juni 1928 (05.06.1928) Seite 1, Zeile 73 - 88; Seite 1, Zeile 109 bis Seite 2, Zeile 22; Seite 2, Zeile 60 bis Seite 3, Zeile 7; Ansprüche 1 - 4. ----	1, 2, 10, 11, 18

gedanken.gut.geschützt.