



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 23 799 T2** 2006.02.09

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 220 424 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 23 799.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP99/04790**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 940 649.9**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/018943**

(86) PCT-Anmeldetag: **03.09.1999**

(87) Veröffentlichungstag  
der PCT-Anmeldung: **15.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.07.2002**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **16.02.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.02.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **H02K 9/08** (2006.01)

**H02K 9/06** (2006.01)

**H02K 9/10** (2006.01)

(73) Patentinhaber:

**Hitachi, Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**Strehl, Schübel-Hopf & Partner, 80538 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB**

(72) Erfinder:

**IDE, Kazumasa, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP; HATTORI, Kenichi, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP; KOMURA, Akiyoshi, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP; YAMASHINA, Mitsunori, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP; SONOBE, Tadashi, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP; SENBA, Akitomi, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP; SATO, Junji, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP; SHIOBARA, Ryoichi, Hitachi-shi, Ibaraki 317-0073, JP**

(54) Bezeichnung: **DYNAMOELEKTRISCHE MASCHINE**

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 eingelegt, 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**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Elektro-Rotationsmaschine, in der ein Kühler zum Kühlen eines Kühlmittels vorhanden ist.

## Hintergrundbildende Technik

**[0002]** Eine Elektro-Rotationsmaschine, aus der ein Kühler zum Kühlen eines Kühlmittels vorhanden ist, ist z.B. aus den japanischen Patentoffenlegungen Nr. Hei 7-177705 und Hei 10-146022 bekannt. Die in diesen Dokumenten beschriebene Elektro-Rotationsmaschine ist so konfiguriert, dass ein Raum zwischen einem Ständergehäuse und einem Ständereisenkern in eine Niedertemperatur-Gaskammer, in die ein Kühlmittel auf niedriger Temperatur geliefert wird, und eine Hochtemperatur-Gaskammer, in die das erwärmte Kühlmittel strömt, unterteilt ist und mehrere in der axialen Richtung verteilte Kühler in einer Sockelvertiefung unter der Elektro-Rotationsmaschine vorhanden sind, wobei das durch die mehreren Kühler gekühlte und durch einen Ventilationslüfter angetriebene Kühlmittel in Wärmequellen wie einen Eisenkern und Spulen über die Niedertemperatur-Gaskammer eingeleitet wird und das zum Kühlen der Wärmequellen verwendete Kühlmittel über die Hochtemperatur-Gaskammer in die Kühler eingeleitet wird.

**[0003]** Bei der oben beschriebenen Elektro-Rotationsmaschine besteht jedoch ein Problem. Da das Kühlmittel, das durch eine oder zwei oder mehrere der Wärmequellen geströmt ist, in einen Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns eingeleitet wird, steigt die Temperatur desselben an, bevor es den Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns erreicht. Demgemäß wird bei der oben beschriebenen Elektro-Rotationsmaschine, wenn eine von den Wärmequellen, mit dem Eisenkern und Wicklungen erzeugte thermische Belastung bei einer Vergrößerung der Erzeugungskapazität oder eines Dichteverlusts groß wird, der Kühleffekt des in den Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns eingeleiteten Kühlmittels deutlich beeinträchtigt. Im Ergebnis besteht bei der oben beschriebenen Elektro-Rotationsmaschine die Möglichkeit, dass in einem Spalt zwischen dem Ständereisenkern und einem Läuferisenkern eine örtliche Wärmeerzeugung auftritt, was den thermischen Schwingungshub des Läufers aufgrund ungleichmäßiger Wärmeausdehnung desselben in der axialen Richtung vergrößert.

**[0004]** Um das oben angegebene Problem zu lösen, kann ein Verfahren in Betracht gezogen werden, bei dem die Menge des Kühlmittels erhöht wird oder die Verteilung der Mengen von Kühlmittelkomponenten, die jeweiligen Ventilationskanälen zugeführt werden,

dadurch optimiert wird, dass der Ventilationswiderstand eingestellt wird; jedoch werden, gemäß dem ersteren Verfahren, die Ventilationsverluste des Kühlmittels, wie sie beim Antreiben desselben durch den Lüfter hervorgerufen werden, größer, so dass der Gesamtverlust im Kühlmittel zunimmt; und gemäß dem letzteren Verfahren ist es schwierig, die den jeweiligen Ventilationskanälen zugeführten Kühlmittelkomponenten zum optimieren, da der Ventilationswiderstand eingestellt werden muss, während im begrenzten Raum die gewünschten elektrischen und mechanischen Eigenschaften erfüllt werden müssen.

**[0005]** JP-A-60-162432 offenbart eine Elektro-Rotationsmaschine mit allen Merkmalen des Oberbegriffs des vorliegenden Anspruchs 1.

## Offenbarung der Erfindung

**[0006]** Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Elektro-Rotationsmaschine zu schaffen, bei der die axiale Verteilung des Temperaturanstiegs in der Maschine ausnivelliert werden kann. Diese Aufgabe ist durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 1 und 5 gelöst. Die Unteransprüche betreffen zugehörige bevorzugte Modifizierungen.

**[0007]** Das Grundmerkmal der Erfindung besteht im Zuführen eines ausreichend gekühlten Kühlmittels zum Mittelbereich in der axialen Richtung eines Eisenkerns mit der größten Entfernung von beiden axialen Enden desselben. Um das Merkmal der Erfindung zu realisieren, sind in der axialen Richtung zwischen einem Ständergehäuse und einem Ständereisenkern mehrere Ventilationskanäle vorhanden, und Kühler sind zumindest in denjenigen, in Verbindung mit dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns, der mehreren in der axialen Richtung ausgebildeten Ventilationskanäle vorhanden, wobei das durch einen Booster angetriebene Kühlmittel durch die Kühler gekühlt wird und in der Richtung von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Eisenkerns über die Ventilationskanäle, die mit dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns in Verbindung stehen, zu diesem Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns strömen kann.

**[0008]** Wenn eine geradzahlige Anzahl von Ventilationskanälen vorhanden ist, bilden die zwei Ventilationskanäle, die an der zentralen Seite liegen, diejenigen Ventilationskanäle, die mit dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns in Verbindung stehen. Wenn eine ungerade Anzahl von Ventilationskanälen vorhanden ist, bildet derjenige Ventilationskanal, der in der Mitte zwischen den axialen Enden des Eisenkerns liegt, den Ventilationskanal, der mit dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns in Verbindung steht. Die Anzahl der Ventilationskanäle hängt vom Leistungsvermögen der Elektro-Rotationsmaschine ab. Z.B. sind bei einem Gene-

erator mit einer Erzeugungskapazität der 100 MW-Klasse mindestens drei Ventilationskanäle vorhanden, und bei einem Generator mit einer Erzeugungskapazität der 350 MW-Klasse oder mehr ist eine Anzahl von 7 bis 10 oder mehr Ventilationskanälen vorhanden.

**[0009]** Gemäß dem obigen Merkmal der Erfindung kann ein Nivellierungseffekt für die axiale Verteilung des Temperaturanstiegs in der Maschine erzielt werden. Insbesondere ist das obige Merkmal bei einer Elektro-Rotationsmaschine effektiv, bei der die axiale Länge gering ist und Luft als Kühlmittel verwendet wird, z.B. bei einem luftgekühlten Generator mit großer Kapazität. Luft, die größere Viskosität als Wasserstoff zeigt, zeigt bei ihrer Strömung im Generator einen hohen Ventilationswiderstand, was einen Temperaturanstieg verursacht. Je größer der Ventilationsweg der Luft ist, desto größer ist der Ventilationswiderstand. Im Ergebnis wird bei einem Generator mit größerer axialer Länge und größerer Kapazität der Temperaturanstieg der Luft deutlich größer, und die Menge der in den Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns gelieferten Luft wird kleiner.

**[0010]** Demgemäß wird eine kleine Luftmenge, deren Temperatur erhöht ist, an den Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns geliefert, der von den beiden axialen Enden des Eisenkerns am Weitesten entfernt ist, mit dem Ergebnis, dass zwischen jedem der axialen Enden des Eisenkerns und dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns eine Temperaturdifferenz auftritt. Gemäß der Erfindung, mit der ein ausreichend gekühltes Kühlmittel an den Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns geliefert werden kann, ist es jedoch möglich, einen Temperaturanstieg im Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns auf einen zulässigen Wert oder weniger herabzudrücken und demgemäß die axiale Verteilung des Temperaturanstiegs in der Maschine auszunivellieren.

**[0011]** Das Ausnivellieren der axialen Verteilung des Temperaturanstiegs in der Maschine bedeutet, dass der Temperaturanstieg im Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns auf einen zulässigen Wert oder weniger heruntergedrückt wird, um die Temperaturdifferenz zwischen jedem der axialen Enden des Eisenkerns und dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Eisenkerns zu verringern. Demgemäß existiert eine Variation der axialen Verteilung des Temperaturanstiegs der Maschine.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0012]** [Fig. 1](#) ist eine perspektivische Ansicht, mit teilweise weggeschnittenen Teilen, die das äußere Aussehen und die Innenkonfiguration eines Turbinengenerators gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

**[0013]** [Fig. 2](#) ist eine Draufsicht, gesehen in der durch einen Pfeil II in der [Fig. 1](#) gekennzeichneten Richtung, die die äußere Konfiguration des Turbinengenerators zeigt;

**[0014]** [Fig. 3](#) ist eine Draufsicht, gesehen in der durch einen Pfeil III in der [Fig. 2](#) gekennzeichneten Richtung, die die äußere Konfiguration des Turbinengenerators zeigt;

**[0015]** [Fig. 4](#) ist eine Schnittansicht entlang einer Linie IV-IV in der [Fig. 1](#), die den Innenaufbau eines unter einer Welle liegenden Teils des Turbinengenerators zeigt;

**[0016]** [Fig. 5](#) ist eine perspektivische Ansicht, die die äußere Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einem ersten, für das Verständnis der Erfindung nützlichen Beispiel zeigt;

**[0017]** [Fig. 6](#) ist eine Schnittansicht entlang einer Linie VI-VI in der [Fig. 5](#), die den Innenaufbau eines über einer Welle des Turbinengenerators liegenden Teils zeigt;

**[0018]** [Fig. 7](#) ist eine Schnittansicht, die den Innenaufbau eines über einer Welle liegenden Teils eines Turbinengenerators gemäß einem zweiten, für das Verständnis der Erfindung nützlichen Beispiel zeigt;

**[0019]** [Fig. 8](#) ist eine Schnittansicht, die den Innenaufbau eines über einer Welle liegenden Teils eines Turbinengenerators gemäß einem dritten, für das Verständnis der Erfindung nützlichen Beispiel zeigt;

**[0020]** [Fig. 9](#) ist eine Schnittansicht, die den Innenaufbau eines unter einer Welle liegenden Teils eines Turbinengenerators gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

**[0021]** [Fig. 10](#) ist eine Vorderansicht, die die äußere Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einer dritten Ausführungsform der Erfindung zeigt;

**[0022]** [Fig. 11](#) ist eine Seitenansicht, gesehen in der durch einen Pfeil XI in der [Fig. 10](#) gekennzeichneten Richtung, die die Außenkonfiguration des Turbinengenerators zeigt;

**[0023]** [Fig. 12](#) ist eine geschnittene Draufsicht entlang einer Linie XII-XII in der [Fig. 11](#), die die Innenkonfiguration des Turbinengenerators zeigt;

**[0024]** [Fig. 13](#) ist eine Schnittansicht, die die Innenkonfiguration eines unter einer Welle liegenden Teils eines Turbinengenerators gemäß einer vierten Ausführungsform der Erfindung zeigt; und

**[0025]** [Fig. 14](#) ist eine Schnittansicht, die die Innenkonfiguration eines unter einer Welle liegenden Teils

eines Turbinengenerators gemäß einem fünften, für das Verständnis der Erfindung nützlichen Beispiel zeigt.

Beste Art zum Ausführen der Erfindung

**[0026]** Nachfolgend werden Ausführungsformen der Erfindung und für das Verständnis derselben nützliche Beispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

(Erste Ausführungsform)

**[0027]** Die [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) zeigen die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung. Der Turbinengenerator dieser Ausführungsform ist vom umschlossenen Typ (oder vom vollständig geschlossenen Typ), bei dem die Innenseite des Generators durch ein in ihm eingeschlossenes Kühlmittel gekühlt wird. In diesen Figuren kennzeichnet die Bezugszahl **1** ein Ständergehäuse. Innerhalb des Ständergehäuses **1** ist ein zylindrischer Ständereisenkern **2** vorhanden. An einem Innenumfangsabschnitt des Ständereisenkerns **2** sind mehrere Schlitze **3**, die sich kontinuierlich in der axialen Richtung erstrecken, auf solche Weise vorhanden, dass sie sich in der Umfangsrichtung erstrecken. In den Schlitzen **3** sind Ständerwicklungen **4** eingeschlossen. Mehrere Ventilationsleitungen **5**, die sich kontinuierlich in der radialen Richtung erstrecken, sind im Ständereisenkern **2** auf solche Weise ausgebildet, dass sie in der axialen Richtung mit gleichem Intervall voneinander beabstandet sind.

**[0028]** An der Innenumfangsseite des Ständereisenkerns ist ein Läuferisenkern **7** mit einem Luftspalt **6** zwischen ihm und dem Ständereisenkern **2** vorhanden. In einem Außenumfangsabschnitt des Läuferisenkerns **7** sind mehrere Schlitze (nicht dargestellt), die sich kontinuierlich in der axialen Richtung erstrecken, auf solche Weise ausgebildet, dass sie sich in der Umfangsrichtung erstrecken. In den Schlitzen des Läuferisenkerns **7** sind Läuferwicklungen (nicht dargestellt) eingeschlossen. An den beiden Enden des Läuferisenkerns **7** sind zylindrische Festhalteringe **8** zum Andrücken beider Enden der Läuferwicklungen vorhanden. Integral mit dem Läuferisenkern **7** ist eine Welle **9** auf solche Weise vorhanden, dass sie sich in der axialen Richtung entlang der Mittelachse des Läuferisenkerns **7** erstreckt.

**[0029]** An den beiden axialen Enden des Ständereisenkerns **1** sind ringförmige Endschellen **10** vorhanden, die als Anschlagselemente wirken. An der Innenumfangsseite jeder Endschelle **10** ist eine Lagervorrichtung **11** zum drehbaren Lagern der Welle **9** vorhanden. An einem Ende (außerhalb der Lagervorrichtung **11**) der Welle **9** ist ein Stromsammler **12** zum Liefern von Energie an die Läuferwicklungen während der Drehung vorhanden. Der Stromsammler **12**

ist so konfiguriert, dass er die Ständerseite dadurch mit der Läuferseite verbindet, dass er Kohlebürsten mit einem Stromsammellerring an einem Ende (außerhalb der Lagervorrichtung **11**) der Welle **9** in Presskontakt bringt. Am anderen Ende (außerhalb der Lagervorrichtung **11**) der Welle **9** ist ein mit einer Turbine als Rotationsquelle des Generators verbundener Verbindungsabschnitt vorhanden.

**[0030]** An den beiden Enden (innerhalb der Lagervorrichtungen **11**) der Welle **9** sind Lüfter **13** zum Antreiben eines im Generator eingeschlossenen Kühlmittels und zum Umwälzen desselben in ihm vorhanden. Während bei dieser Ausführungsform die Lüfter **13** als Booster zum Antreiben eines Kühlmittels verwendet werden, können andere Typen von Boostern verwendet werden. Die an den beiden Enden (außerhalb der Lagervorrichtung **11**) der Welle **9** vorhandenen Lüfter **13** sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf eine Mittellinie **14**. Die Mittellinie **14** ist eine Symmetrielinie, die die Welle **9** rechtwinklig an einer solchen Position schneidet, dass sie den Weg zwischen den Endschellen **10** in gleicher Weise in zwei rechts-links-symmetrische Teile unterteilt.

**[0031]** An der Oberseite des Ständergehäuses **1** sind Anschlüsse **15** für drei Phasen in solcher Weise vorhanden, dass sie von ihm nach oben vorstehen. Die Anschlüsse **15** werden dazu verwendet, den Ständerwicklungen **4**, die elektrisch mit ihnen verbunden sind, erzeugte Leistung zu entnehmen. An der Vorderseite des Ständergehäuses **1** sind an zwei Positionen sowie an der Rückseite desselben an zwei Positionen Hebehilfsmittel **16** vorhanden. Wenn der Generatorhauptkörper z.B. in einer Sockelvertiefung **17** installiert wird, wird er über an den Hebehilfsmitteln **16** befestigte Seile durch einen Kran angehoben.

**[0032]** Zwischen dem Ständergehäuse **1** und dem Ständereisenkern **2** sind Ventilationskanäle **18a** bis **18g**, die sich kontinuierlich in der Umfangsrichtung erstrecken, parallel zueinander in der axialen Richtung vorhanden. Die Ventilationskanäle **18a** bis **18g** sind durch mehrere ringförmige Trennplatten **19** zum Unterteilen eines Raums zwischen dem Ständergehäuse **1** und dem Ständereisenkern **2** in der axialen Richtung, der Innenfläche des Ständergehäuses **1** und der Außenumfangsfläche des Ständereisenkerns **2** vorhanden, und sie stehen mit den Ventilationsleitungen **5** in Verbindung. Die Ventilationskanäle **18a** bis **18g** sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14**.

**[0033]** Sich in der axialen Richtung erstreckende Ventilationsleitungen **22a** bis **22c** sind an der Rückseite des Ständergehäuses **1** parallel zueinander in der Richtung orthogonal zur axialen Richtung vorhanden. Die Ventilationskanäle **22a** und **22c** bilden Ventilationskanäle **20**, die sich kontinuierlich in der

axialen Richtung erstrecken. Die Ventilationskanäle **20** stehen mit den Ventilationskanäle **18b**, **18d** und **18f** in Verbindung. Die Ventilationsleitungen **22b** bilden einen Ventilationskanal **21**, der sich kontinuierlich in der axialen Richtung erstreckt. Der Ventilationskanal **21** steht mit den Ventilationskanälen **18a**, **18c**, **18e** und **18g** in Verbindung.

**[0034]** Zwischen dem Ständereisenkern **2** und den Endschellen **10** sind Ventilationskanäle **23** bis **26** vorhanden, die sich kontinuierlich in der radialen Richtung erstrecken. Die Ventilationskanäle **23** bis **26** sind durch Unterteilen eines Raums zwischen dem Ständereisenkern **2** und der Endschelle **10** durch ringförmige Trennebenen **27**, die der Außenumfangsseite des Lüfters **13** zugewandt sind, gebildet. Die Ventilationskanäle **23** und **24**, von denen jeder die Auslassseite des Lüfters **13** mit dem Ventilationskanal **20** verbindet, sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14**. Die Ventilationskanäle **25** und **26**, von denen jeder die Saugseite des Lüfters **13** mit dem Ventilationskanal **21** verbindet, sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14**.

**[0035]** Jeder der Ventilationskanäle **18a** bis **18g** ist mit einem Kühler **28** zum Kühlen eines im Generator eingeschlossenen Kühlmittels versehen. Die Kühler **28a** bis **28g** sind auf solche Weise unter dem Generator angeordnet, dass sie in der axialen Richtung in einer Reihe ausgerichtet sind. Es sei darauf hingewiesen, dass die Kühler **28a** bis **28g** im oberen Teil des Generators angeordnet sein können. Die Kühler **28a** bis **28g** sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14**. Mit jedem der Kühler **28a** bis **28g** sind eine Pipeleitung **29** zum Liefern von Kühlwasser sowie eine Pipeleitung **30** zum Auslassen von Kühlwasser verbunden. Die Kühler **28a** bis **28g** sind hinsichtlich der Kühlkapazität einander gleich, jedoch sind sie abhängig von der Größe des Ventilationskanals **18**, an dem der Kühler vorhanden ist, hinsichtlich der Außengröße verschieden voneinander. Bei dieser Ausführungsform ist, da die axiale Weite jedes der Ventilationskanäle **18b** und **18f** kleiner als diejenige jedes der restlichen Ventilationskanäle ist, die axiale Weite jedes der Kühler **28b** und **28f** kleiner als die jedes der restlichen Kühler.

**[0036]** Im Generator sind mehrere Ventilationskreisläufe ausgebildet, die durch die oben beschriebenen Ventilationskanäle konfiguriert sind. Ein erster Ventilationskreislauf **29**, ein zweiter Ventilationskreislauf **30** und ein dritter Ventilationskreislauf **31** sind an einer Seite (linke Seite in der [Fig. 4](#)) der Mittellinie **14** ausgebildet, und in ähnlicher Weise sind drei Ventilationskreisläufe auf der anderen Seite (rechte Seite in der [Fig. 4](#)) der Mittellinie **14** ausgebildet. Die drei auf der einen Seite der Mittellinie **14** ausgebildeten Ventilationskreisläufe sind rechts-links-symmetrisch zu den drei Ventilationskreisläufen, die auf der anderen

Seite der Mittellinie **14** ausgebildet sind. Ferner sind die Strömung eines Kühlmittels und die Temperaturanstiegscharakteristik auf einer Seite der Mittellinie **14** rechtslinks-symmetrisch zu denen auf der anderen Seite der Mittellinie **14**. Daher werden unten die Konfiguration der Ventilationskreisläufe und die Strömung eines Kühlmittels auf einer Seite der Mittellinie **14** beschrieben.

**[0037]** Der erste Ventilationskreislauf **29** ist ein geschlossener Kreislauf, der in der [Fig. 4](#) durch einen massiven Pfeil gekennzeichnet ist und der sich von der Auslassseite des Lüfters **13** über den Luftspalt **6** zum Ventilationskanal **5** erstreckt, wobei er sich von diesem über den Ventilationskanal **18a** weiter zum Kühler **28a** erstreckt und er sich von diesem über die Ventilationskanäle **21** und **25** zur Saugseite des Lüfters **13** erstreckt. Im ersten Ventilationskreislauf **29** sind Wärmequellen, die Wärme an die Ventilationskanäle **18a**, den Luftspalt **6** und die Ventilationsleitung **5** abgeben, in Reihe mit dem Kühler **28a** verbunden. Die Wärmequelle, die Wärme an den Luftspalt **6** und den Ventilationskanal **18a** abgibt, ist der Eisenverluste erzeugende Ständereisenkern **2**, und die Wärmequellen, die Wärme an die Ventilationsleitung **5** abgeben, sind der Eisenverluste erzeugende Ständereisenkern **2** und die Kupferverluste erzeugenden Ständerwicklungen **4**.

**[0038]** Der zweite Ventilationskreislauf **30** ist ein geschlossener Kreislauf, der in der [Fig. 4](#) durch einen gestrichelten Pfeil gekennzeichnet ist und der sich von der Auslassseite des Lüfters **13** über den Ventilationskanal **23** zum Kühler **28b** erstreckt und sich weiter von diesem über den Ventilationskanal **18b**, die Ventilationsleitung **5**, den Luftspalt **6**, den Ventilationskanal **5** und den Ventilationskanal **18c** zum Kühler **28c** erstreckt, und der sich von diesem über die Ventilationskanäle **21** und **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13** erstreckt. Im zweiten Ventilationskreislauf **30** sind Wärmequellen und die Kühler abwechselnd der Reihe nach angeordnet, und genauer gesagt, sind die Wärme an den Ventilationskanal **23** abgebenden Wärmequellen, der Kühler **28b**, die Wärme an die Ventilationskanäle **18b** und **18c**, den Luftspalt **6** und die Ventilationsleitung **5** abgebenden Wärmequellen sowie der Kühler **18c** in dieser Reihenfolge angeordnet. Die Wärme an den Luftspalt **6** und die Ventilationskanäle **18b** und **18c** abgebende Wärmequelle ist der Eisenverluste erzeugende Ständereisenkern **2**, und die Wärme an die Ventilationsleitung **5** und den Ventilationskanal **23** abgebenden Wärmequellen sind der Eisenverluste erzeugende Ständereisenkern **2** und die Kupferverluste erzeugenden Ständerwicklungen **4**.

**[0039]** Der dritte Ventilationskreislauf **31** ist ein geschlossener Kreislauf, der in der [Fig. 4](#) durch einen gestrichelten Pfeil gekennzeichnet ist und der sich von der Auslassseite des Lüfters **13** über den Venti-

lationskanal **23** zum Kühler **28d** erstreckt, von diesem über den Ventilationskanal **18d**, die Ventilationsleitung **5**, den Luftspalt **6**, die Ventilationsleitung **5** und den Ventilationskanal **18c** zum Kühler **28c** erstreckt, und der sich von diesem über die Ventilationskanäle **21** und **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13** erstreckt. Im dritten Ventilationskreislauf **31** sind Wärmequellen und die Kühler abwechselnd der Reihe nach angeordnet, und genauer gesagt, sind die Wärme an den Ventilationskanal **23** abgebenden Wärmequellen, der Kühler **28d**, die Wärme an die Ventilationskanäle **18d** und **18c**, den Luftspalt **6** und die Ventilationsleitung **5** abgebenden Wärmequellen sowie der Kühler **28c** in dieser Reihenfolge der Reihe nach angeordnet. Die Wärme an den Luftspalt **6** und die Ventilationskanäle **18d** und **18c** abgebende Wärmequelle ist der Eisenverluste erzeugende Ständerisenkern, und die an die Ventilationsleitung **5** und den Ventilationskanal **23** abgebenden Wärmequellen sind der Eisenverluste erzeugende Ständerisenkern **2** und die Kupferverluste erzeugenden Ständerwicklungen **4**.

**[0040]** Nachfolgend wird die Strömung des Kühlmittels beschrieben. Das im Generator eingeschlossene Kühlmittel, das durch die Drehung der Welle **9** angetrieben wird, strömt von der Auslassseite des Lüfters **13** zu jedem Ventilationskreislauf. Im Ventilationskreislauf **29** strömt das durch den Lüfter **13** angetriebene Kühlmittel axial im Luftspalt **6** zur mit dem Ventilationskanal **18a** verbundenen Ventilationsleitung **5**. Das Kühlmittel, das die mit dem Ventilationskanal **18a** verbundene Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständerisenkerns **2** und den Ständerwicklungen **4**. Das Kühlmittel, das den Ventilationskanal **18a** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständerisenkerns **2**, und es strömt in den Ventilationskanal **18a** zum Kühler **28a**. Das Kühlmittel, das den Kühler **28a** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und es strömt von diesem über die Ventilationskanäle **21** und **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13**.

**[0041]** Im zweiten Ventilationskreislauf **30** strömt das durch den Lüfter **13** angetriebene Kühlmittel radial im Ventilationskanal **23** zum Ventilationskanal **20**, während es den Endabschnitt des Ständerisenkerns **2** und die Wicklungsendabschnitte der Ständerwicklungen **4** kühlt. Das Kühlmittel, das den Ventilationskanal **20** erreicht hat, strömt axial in diesem zum Kühler **28b**. Das Kühlmittel, das den Kühler **28b** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und es strömt im Ventilationskanal **18b** in der Umfangsrichtung, während es den Außenumfangsabschnitt des Ständerisenkerns **2** kühlt und die mit dem Ventilationskanal **18b** in Verbindung stehende Ventilationsleitung **5** erreicht. Das Kühlmittel, das die mit dem Ventilationskanal **18b** in Verbindung stehende Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Außenum-

fangsseite zur Innenumfangsseite des Ständerisenkerns **2**, d.h. zum Luftspalt **5**, während es die Innenseite des Ständerisenkerns **2** und der Ständerwicklungen **4** kühlt.

**[0042]** Das Kühlmittel, das den Luftspalt **6** erreicht hat, strömt in diesem axial zur mit dem Ventilationskanal **18c** verbundenen Ventilationsleitung **5**, während es die Innenumfangsseite des Ständerisenkerns **2** kühlt. Das Kühlmittel, das die mit dem Ventilationskanal **18c** in Verbindung stehende Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständerisenkerns **2**, d.h. zum Ventilationskanal **18c**, während es das Innere des Ständerisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Das Kühlmittel, das den Ventilationskanal **18c** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständerisenkerns **2**, und es strömt im Ventilationskanal **18c** zum Kühler **28c**. Das Kühlmittel, das den Kühler **28c** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und es strömt von ihm über die Ventilationskanäle **21** und **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13**.

**[0043]** Im dritten Ventilationskreislauf **31** strömt das durch den Lüfter **13** angetriebene Kühlmittel radial im Ventilationskanal **23** zum Ventilationskanal **20**, während es den Endabschnitt des Ständerisenkerns **2** und die Wicklungsendabschnitte der Ständerwicklungen **4** kühlt. Das Kühlmittel, das den Ventilationskanal **20** erreicht hat, strömt axial in diesem zum Kühler **28d**. Das Kühlmittel, das den Kühler **28d** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und es strömt im Ventilationskanal **18d** in der Umfangsrichtung, während es die Außenumfangsseite des Ständerisenkerns **2** kühlt und die mit dem Ventilationskanal **18d** in Verbindung stehende Ventilationsleitung **5** erreicht. Das Kühlmittel, das die mit dem Ventilationskanal **18d** in Verbindung stehende Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständerisenkerns **2**, d.h. zum Luftspalt **6**, während es das Innere des Ständerisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt.

**[0044]** Das Kühlmittel, das den Luftspalt **6** erreicht hat, strömt axial in diesem zur mit dem Ventilationskanal **18c** in Verbindung stehenden Ventilationsleitung **5**, während es die Innenumfangsseite des Ständerisenkerns **2** kühlt. Das Kühlmittel, das die mit dem Ventilationskanal **18c** in Verbindung stehende Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständerisenkerns **2**, d.h. zum Ventilationskanal **18c**, während es das Innere des Ständerisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Das Kühlmittel, das den Ventilationskanal **18c** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständerisenkerns **2**, und es strömt im Ventilationskanal **18c** zum Kühler **28c**. Das Kühlmittel, das den Kühler **28c** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und es strömt von diesem über

die Ventilationskanäle **21** und **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13**.

**[0045]** Gemäß dieser Ausführungsform, die auf die oben beschriebene Weise konfiguriert ist, wird das durch den Lüfter **13** angetriebene Kühlmittel in den im Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** positionierten Ventilationskanal **18d** eingeleitet, wobei es durch den Kühler **28d** gekühlt wird, und es kann von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** strömen, damit das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** zugeführt werden kann.

**[0046]** Demgemäß kann der Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2**, in dem die Tendenz besteht, dass die Temperatur des zugeführten Kühlmittels am höchsten wird und die Tendenz besteht, dass die Menge des zugeführten Kühlmittels am kleinsten wird, durch das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel gekühlt werden, und dadurch kann eine örtliche Wärmeerzeugung im Luftspalt **6** unterdrückt werden. Dies ermöglicht es, die axiale Verteilung des Temperaturanstiegs im Generator auszunivellieren und demgemäß den Wärmeschwingungshub des Rotors herunterzudrücken.

#### Erstes Beispiel

**[0047]** Die [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) zeigen die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einem ersten, für das Verständnis der Erfindung nützlichen Beispiel. Der Turbinengenerator dieses Beispiels ist vom umschlossenen Typ (oder vollständig geschlossenen Typ), wie der Turbinengenerator der ersten Ausführungsform, jedoch mit kleinerer axialer Länge (oder kleinerer Erzeugungskapazität) als der Turbinengenerator der ersten Ausführungsform. Ferner ist der Turbinengenerator bei diesem Beispiel so konfiguriert, dass die Kühler **28** und die Ventilationskanäle **20** und **21**, die bei der ersten Ausführungsform im unteren Teil des Generators vorhanden sind, nun in einem oberen Teil desselben vorhanden sind.

**[0048]** Ventilationskanäle **18a** bis **18d**, die sich kontinuierlich in der Umfangsrichtung erstrecken, sind zwischen einem Ständergehäuse **1** und einem Ständereisenkern **2** parallel zueinander in der axialen Richtung vorhanden. Die Ventilationskanäle **18b** und **18c** stehen mit einem Ventilationskanal **20** in Verbindung, und die Ventilationskanäle **18a** und **18d** stehen mit einem Ventilationskanal **21** in Verbindung. Kühler **28a** und **28d** sind auf solche Weise im Ventilationskanal **21** vorhanden, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf eine Mittellinie **14** sind, und Kühler **28b** und **28c** sind im Ventilationskanal **20** auf solche Weise vorhanden, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind. Die Kühler **28a** bis **28d** sind in der axialen Richtung in einer Reihe ange-

ordnet.

**[0049]** Die Kühler **28b** und **28c** verfügen über geringere Größe, d.h. geringere Kühlkapazität, als die Kühler **28a** und **28d**. Ein Grund hierfür liegt darin, dass die Kühler **28b** und **28c** zum Kühlen eines Teils eines Kühlmittels verwendet werden, der durch die Kühler **28a** und **28b** gekühlt wurde, weswegen es ausreicht, dass die Kühler **28b** und **28c** über eine kleinere Kühlkapazität als die Kühler **28a** und **28d** verfügen. Dies ist hinsichtlich der Kühleffizienz von Vorteil. Ein anderer Grund besteht darin, dass, da der Ventilationskanal **20**, in dem die Kühler **28b** und **28c** vorhanden sind, kleiner als der Ventilationskanal **21** ist, in dem die Kühler **28a** und **28d** vorhanden sind, die Größen der Kühler **28b** und **28c** kleiner als die der Kühler **28a** und **28d** sein müssen. Es sei darauf hingewiesen, dass die Kühler **28a** und **28d** im unteren Teil des Generators angeordnet sein können.

**[0050]** Die übrige Konfiguration bei diesem Beispiel ist dieselbe wie bei der ersten Ausführungsform, weswegen eine zugehörige überlappende Beschreibung weggelassen wird. Außerdem wird, da die Ventilationskanäle und die Kühler jeweils rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind und da auch die Strömung eines Kühlmittels und die Temperaturanstiegscharakteristik jeweils rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind, nachfolgend die Konfiguration einer Seite gegenüber der Mittellinie **14** beschrieben.

**[0051]** Nachfolgend wird die Strömung eines Kühlmittels beschrieben. Wenn sich ein Lüfter **13** gemeinsam mit der Drehung der Welle **19** dreht, wird ein im Generator eingeschlossenes Kühlmittel angetrieben, und es kann in jeweiligen Ventilationskanälen strömen. Das an der Auslassseite des Lüfters **13** ausgelassene Kühlmittel wird in eine Komponente seitens des Ventilationskanals **23** und eine andere Komponente seitens des Luftspalts **6** aufgeteilt. Die zur Seite des Luftspalts **6** abgezweigte Kühlmittelkomponente strömt in einem Luftspalt **6** zu einer mit dem Ventilationskanal **18a** verbundenen Ventilationsleitung **5**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** kühlt.

**[0052]** Die Kühlmittelkomponente, die die mit dem Ventilationskanal **18a** verbundene Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, d.h. zum Ventilationskanal **18a**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **18a** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, und sie strömt vom Ventilationskanal **18a** über den Ventilationskanal **21** zum Kühler **28a**. Die Kühlmittelkomponente, die den Kühler **28a** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt von ihm über den Ventila-

tionskanal **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13**.

**[0053]** Die zur Seite des Ventilationskanals **23** abgezweigte Kühlmittelkomponente strömt radial in einem Ventilationskanal **23** zum Ventilationskanal **20**, während sie den Endabschnitt des Ständereisenkerns **2** und die Wicklungsendabschnitte der Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **20** erreicht hat, strömt axial in diesem zum Kühler **28b**. Die Kühlmittelkomponente, die den Kühler **28b** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt von ihm zum Ventilationskanal **18b**. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **18b** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, und sie strömt im Ventilationskanal **18b** zur mit diesem verbundenen Ventilationsleitung **5**.

**[0054]** Die Kühlmittelkomponente, die die mit dem Ventilationskanal **18b** verbundene Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, d.h. zum Luftspalt **6**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Luftspalt **6** erreicht hat, strömt in diesem axial zur mit dem Ventilationskanal **18a** verbundenen Ventilationsleitung **5**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die die mit dem Ventilationskanal **18a** verbundene Ständereisenkern erreicht hat, strömt gemeinsam mit der oben beschriebenen Kühlmittelkomponente, die von der Auslassseite des Lüfters **13** auf die Seite des Luftspalts **6** abgezweigt wurde, in den Ventilationsleitungen **5**.

**[0055]** Gemäß diesem Beispiel wird ein Teil des durch den Kühler **28a** (oder **28d**) gekühlten und durch den Lüfter **13** angetriebenen Kühlmittels abgezweigt; außerdem wird die so abgezweigte Kühlmittelkomponente durch den Kühler **28b** (oder **28c**) gekühlt, wobei sie in den Ventilationskanal **18b** (oder **18c**) eingeleitet wird, der sich im Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** befindet, und sie kann von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** strömen, wodurch es möglich ist, das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel an den Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** zu liefern.

**[0056]** Im Ergebnis besteht bei diesem Beispiel die Tendenz, dass der Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2**, in dem die Tendenz besteht, dass die Temperatur des zugeführten Kühlmittels am höchsten wird, und die Tendenz besteht, dass die Menge des zugeführten Kühlmittels am kleinsten wird, durch das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel gekühlt werden, so dass es möglich ist, eine örtliche Wärmezeugung im Luftspalt **6** zu unterdrücken und demgemäß die axia-

le Verteilung eines Temperaturanstiegs im Generator auszunivellieren.

(Zweites Beispiel)

**[0057]** Die [Fig. 7](#) zeigt die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einem zweiten Beispiel. Dieses Beispiel ist eine Variation des ersten Beispiels, und es ist dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge des Turbinengenerators bei diesem Beispiel größer als die des Turbinengenerators beim ersten Beispiel ist. Zwischen einem Ständergehäuse **1** und einem Ständereisenkern **2** sind Ventilationskanäle **18a** bis **18e**, die sich in der Umfangsrichtung kontinuierlich erstrecken, parallel zueinander in der axialen Richtung vorhanden. Die Ventilationskanäle **18a**, **18b**, **18d** und **18e** stehen mit einem Ventilationskanal **21** in Verbindung, und der Ventilationskanal **18c** steht mit einem Ventilationskanal **20** in Verbindung. Kühler **28a** und **28c** sind auf solche Weise im Ventilationskanal **21** vorhanden, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf eine Mittellinie **14** sind, und im Ventilationskanal **20** ist in einem Verbindungsabschnitt in Verbindung mit dem Ventilationskanal **18c** ein Kühler **28b** vorhanden. Der Kühler **28b** verfügt über geringere Größe oder Kühlkapazität als jeder der Kühler **28a** und **28c**.

**[0058]** Die andere Konfiguration dieses Beispiels ist dieselbe wie die des ersten Beispiels, weswegen eine zugehörige überlappende Beschreibung weggelassen wird. Außerdem wird, da die Ventilationskanäle und Kühler jeweils rechtslinks-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind, und auch da die Strömung eines Kühlmittels und die Temperaturanstiegsscharakteristik jeweils rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind, nachfolgend die Konfiguration einer Seite gegenüber der Mittellinie **14** beschrieben.

**[0059]** Nachfolgend wird die Strömung eines Kühlmittels beschrieben. Wenn ein Lüfter **13** gemeinsam mit der Drehung einer Welle **9** gedreht wird, wird ein im Generator eingeschlossenes Kühlmittel angetrieben, und es kann in jeweilige Ventilationskanäle strömen. Das auf der Auslassseite des Lüfters **13** ausgelassene Kühlmittel wird in eine Komponente auf der Seite eines Ventilationskanals **23** und eine andere Komponente auf der Seite des Luftspalts **6** aufgeteilt. Die zur Seite des Luftspalts **6** abgezweigte Kühlmittelkomponente schließt in diesem zu mit den Ventilationskanälen **18a** und **18b** verbundenen Ventilationsleitungen **5**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** kühlt.

**[0060]** Die Kühlmittelkomponente, die die mit den Ventilationskanälen **18a** und **18b** verbundenen Ventilationsleitungen **5** erreicht hat, strömt in diesen von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, d.h. zu den Ventilationskanälen



**18a** und **18b**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die die Ventilationskanäle **18a** und **18b** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, und sie strömt von den Ventilationskanälen **18a** und **18b** über den Ventilationskanal **21** zum Kühler **28a**. Die Kühlmittelkomponente, die den Kühler **28a** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt von ihm über einen Ventilationskanal **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13**.

**[0061]** Die zur Seite des Ventilationskanals **23** abgezweigte Kühlmittelkomponente strömt in diesem radial zum Ventilationskanal **20**, während sie den Endabschnitt des Ständereisenkerns **2** und die Wicklungsendabschnitte der Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **20** erreicht hat, strömt in diesem axial zum Kühler **28b**. Die Kühlmittelkomponente, die den Kühler **28b** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt von ihm zum Ventilationskanal **18c**. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **18c** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, und sie strömt im Ventilationskanal **18c** zur mit diesem verbundenen Ventilationsleitung **5**.

**[0062]** Die Kühlmittelkomponente, die die mit dem Ventilationskanal **18c** verbundene Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, d.h. zum Luftspalt **6**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Luftspalt **6** erreicht hat, strömt in diesem axial zu den mit den Ventilationskanälen **18a** und **18b** verbundenen Ventilationsleitungen **5**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die die mit den Ventilationskanälen **18a** und **18b** verbundenen Ventilationsleitungen **5** erreicht hat, strömt in diesen gemeinsam mit der oben beschriebenen Kühlmittelkomponente, die von der Auslassseite des Lüfters **13** auf die Seite des Luftspalts **6** abgezweigt wurde.

**[0063]** Gemäß diesem Beispiel wird ein Teil des durch den Kühler **28a** (oder **28c**) gekühlten und durch den Lüfter **13** angetriebenen Kühlmittels abgezweigt; und die so abgezweigte Kühlmittelkomponente wird durch den Kühler **28c** gekühlt, wobei sie in den im Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** positionierten Ventilationskanal **18c** eingeleitet wird und von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** strömen kann. Demgemäß ist es möglich, das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel an den Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** zu liefern.

**[0064]** Im Ergebnis kann, gemäß diesem Beispiel, der Mittelbereich in der axialen Richtung des Stände-

reisenkerns **2**, in dem die Tendenz besteht, dass die Temperatur des zugeführten Kühlmittels am höchsten ist, und die Tendenz besteht, dass die Menge des zugeführten Kühlmittels am kleinsten ist, durch das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel gekühlt werden, so dass es möglich ist, eine örtliche Wärmeerzeugung im Luftspalt **6** zu unterdrücken und demgemäß die axiale Verteilung des Temperaturanstiegs im Generator auszunivellieren.

(Drittes Beispiel)

**[0065]** Die [Fig. 8](#) zeigt die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einem dritten Beispiel. Dieses Beispiel ist ein Kombinationsbeispiel zum ersten und zweiten Beispiel, und es ist dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Länge des Turbinengenerators bei diesem Beispiel noch länger als die des Turbinengenerators beim zweiten Beispiel ist. Zwischen einem Ständergehäuse **1** und einem Ständereisenkern **2** sind Ventilationskanäle **18a** bis **18g**, die sich in der Umfangsrichtung kontinuierlich erstrecken, parallel zueinander in der axialen Richtung vorhanden. Die Ventilationskanäle **18a**, **18c**, **18e** und **18g** stehen mit einem Ventilationskanal **21** in Verbindung, und der Ventilationskanal **18d** steht mit einem Ventilationskanal **20** in Verbindung. Zwischen dem Ständergehäuse **1** und dem Ständereisenkern **2** sind ein Ventilationskanal **31** zum Verbinden eines Ventilationskanals **23** mit dem Ventilationskanal **18b** sowie ein Ventilationskanal **32** zum Verbinden eines Ventilationskanals **24** mit dem Ventilationskanal **18f** auf solche Weise vorhanden, dass sie rechtslinks-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind.

**[0066]** Im Ventilationskanal **21** sind Kühler **28a** und **28e** auf solche Weise vorhanden, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind. Ein Kühler **28c** ist im Ventilationskanal **20** in einem mit dem Ventilationskanal **18d** verbundenen Abschnitt vorhanden. Der Kühler **28c** verfügt über eine kleinere Größe oder Kühlkapazität als jeder der Kühler **28a** und **28e**. Kühler **28b** und **28d** sind im Ventilationskanal **31** auf solche Weise vorhanden, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind. Die Kühler **28b** und **28d** verfügen jeweils über eine kleinere Größe oder Kühlkapazität als jeder der Kühler **28a** und **28e**.

**[0067]** Die übrige Konfiguration bei diesem Beispiel ist dieselbe wie die bei jedem der Beispiele **1** und **2**, weswegen eine zugehörige überlappende Beschreibung weggelassen wird. Außerdem wird, da die Ventilationskanäle und Kühler jeweils rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind, und da auch die Strömung eines Kühlmittels und die Temperaturanstiegscharakteristik jeweils rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind, und die Konfiguration einer Seite gegenüber der Mittellinie **14** beschrieben.

**[0068]** Nachfolgend wird die Strömung eines Kühlmittels beschrieben. Wenn sich ein Lüfter **13** gemeinsam mit der Drehung einer Welle **9** dreht, wird ein im Generator eingeschlossenes Kühlmittel angetrieben, und es kann in jeweilige Ventilationskanäle strömen. Das auf der Auslassseite des Lüfters **13** ausgelassene Kühlmittel wird in eine Komponente seitens eines Ventilationskanals **23** und eine andere Komponente seitens eines Luftspalts **6** aufgeteilt. Die auf die Seite des Luftspalts **6** abgezweigte Kühlmittelkomponente strömt in diesem zu mit den Ventilationskanälen **18a** und **18c** verbundenen Ventilationsleitungen **5**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** kühlt.

**[0069]** Die Kühlmittelkomponente, die die mit den Ventilationskanälen **18a** und **18c** verbundenen Ventilationsleitungen **5** erreicht hat, strömt in diesen von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, d.h. zu den Ventilationskanälen **18a** und **18c**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die die Ventilationskanäle **18a** und **18c** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, und sie strömt von den Ventilationskanälen **18a** und **18c** über den Ventilationskanal **21** zum Kühler **28a**. Die Kühlmittelkomponente, die den Kühler **28a** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt von ihm über einen Ventilationskanal **25** zur Ansaugseite des Lüfters **13**.

**[0070]** Die zur Seite des Ventilationskanals **23** abgezweigte Kühlmittelkomponente strömt in diesem radial zu den Ventilationskanälen **20** und **31**, während sie den Endabschnitt des Ständereisenkerns **2** und die Wicklungsendabschnitte der Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **20** erreicht hat, strömt in diesem axial zum Kühler **28c**. Die Kühlmittelkomponente, die den Kühler **28c** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt von ihm zum Ventilationskanal **28d**. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **18d** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, und sie strömt im Ventilationskanal **18d** zur mit diesem verbundenen Ventilationsleitung **5**.

**[0071]** Die Kühlmittelkomponente, die die mit dem Ventilationskanal **18d** verbundene Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, d.h. zum Luftspalt **6**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Luftspalt **6** erreicht hat, strömt in diesem axial zu den mit den Ventilationskanälen **18a** und **18c** verbundenen Ventilationsleitungen **5**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die die mit den Ventilationskanälen **18a** und **18c** verbundenen Ventilationsleitungen **5** erreicht

hat, strömt in diesen gemeinsam mit der oben beschriebenen Kühlmittelkomponente, die von der Auslassseite des Lüfters **13** zur Seite des Luftspalts **6** abgezweigt wurde.

**[0072]** Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **31** erreicht hat, strömt in diesem axial zum Kühler **28b**. Die Kühlmittelkomponente, die den Kühler **28b** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt von ihm zum Ventilationskanal **18b**. Die Kühlmittelkomponente, die den Ventilationskanal **18b** erreicht hat, kühlt die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, und sie strömt im Ventilationskanal **18b** zur mit diesem in Verbindung stehenden Ventilationsleitung **5**.

**[0073]** Die Kühlmittelkomponente, die den mit dem Ventilationskanal **18b** verbundene Ventilationsleitung **5** erreicht hat, strömt in dieser von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2**, d.h. zum Luftspalt **6**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **2** und die Ständerwicklungen **4** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die den Luftspalt **6** erreicht hat, strömt in diesem axial zu den mit den Ventilationskanälen **18a** und **18c** verbundenen Ventilationsleitungen **5**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** kühlt. Die Kühlmittelkomponente, die die mit den Ventilationskanälen **18a** und **18c** verbundenen Ventilationsleitungen **5** erreicht hat, strömt in diesen gemeinsam mit der oben beschriebenen Kühlmittelkomponente, die von der Auslassseite des Lüfters **13** zur Seite des Luftspalts **6** abgezweigt wurde.

**[0074]** Gemäß diesem Beispiel wird ein Teil des durch den Kühler **28a** (oder **28e**) gekühlten und durch den Lüfter **13** angetriebenen Kühlmittels abgezweigt; außerdem wird die so abgezweigte Kühlmittelkomponente durch den Kühler **28c** gekühlt, wobei sie in den Ventilationskanal **18d** eingeleitet wird, der im Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** positioniert ist, und sie kann von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** strömen. Demgemäß ist es möglich, das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel dem Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** zuzuführen.

**[0075]** Im Ergebnis kann, gemäß diesem Beispiel, der Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2**, in dem die Tendenz besteht, dass die Temperatur des zugeführten Kühlmittels am höchsten ist, und die Tendenz besteht, dass die Menge des zugeführten Kühlmittels am kleinsten ist, durch das durch den Kühler ausreichend gekühlte Kühlmittel gekühlt werden, so dass es möglich ist, eine örtliche Wärmeerzeugung im Luftspalt **6** zu unterdrücken und demgemäß die axiale Verteilung des Temperaturanstiegs im Generator auszunivellieren.

(Zweite Ausführungsform)

**[0076]** Die [Fig. 9](#) zeigt die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einer zweiten Ausführungsform. Diese Ausführungsform ist gegenüber der ersten Ausführungsform verbessert, die für den Fall effektiv ist, dass die axiale Länge eines Ständereisenkerns **2** größer wird. Bei dieser Ausführungsform ist das axiale Intervall zwischen zwei benachbarten im Ständereisenkern **2** vorhandenen Ventilationsleitungen **5** in einem ersten Ventilationskreislauf **29** auf einen großen Wert eingestellt, und es ist sowohl im zweiten als auch im dritten Ventilationskreislauf **30** und **31**, mit größerem Ventilationsweg und thermischer Belastung als im ersten Ventilationskreislauf **10**, auf einen kleinen Wert eingestellt. Die übrige Konfiguration ist dieselbe wie die bei der ersten Ausführungsform, weswegen eine zugehörige überlappende Beschreibung weggelassen wird.

**[0077]** Gemäß dieser Ausführungsform ist es, da das axiale Intervall zwischen zwei benachbarten Ventilationsleitungen **5** zwischen den Ventilationskreisläufen **29**, **30** und **31** differiert, möglich, die Menge eines im ersten Ventilationskreislauf **29**, der näher am Lüfter **13** liegt und demgemäß über einen kürzeren Ventilationsweg verfügt, strömenden Kühlmittels kleiner zu machen und die Menge des sowohl im zweiten als auch im dritten Ventilationskreislauf **30** und **31** mit größerer Entfernung von einem Lüfter **13** und demgemäß größerem Ventilationsweg fließenden Kühlmittels größer zu machen und demgemäß den Kühleffekt für den Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** und dessen Nachbarschaft zu verbessern.

**[0078]** Ferner ist es bei dieser Ausführungsform, da das axiale Intervall zwischen zwei benachbarten Ventilationsleitungen **5** zwischen den Ventilationskreisläufen differiert, möglich, die Kühlfläche im Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** und dessen Nachbarschaft dadurch zu vergrößern, dass die ausgesetzte Fläche des Ständereisenkerns **2** und der Ständerwicklungen **4** im ersten Ventilationskreislauf **10** mit kleiner Wärmebelastung klein gemacht wird und die ausgesetzte Fläche des Ständereisenkerns **2** und der Ständerwicklungen **4** im zweiten und im dritten Ventilationskreislauf **20** und **31** mit großem Ventilationsweg und großer thermischer Belastung groß gemacht wird, um so den Kühleffekt im Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** und dessen Nachbarschaft weiter zu verbessern.

(Dritte Ausführungsform)

**[0079]** Die [Fig. 10](#) bis [Fig. 12](#) zeigen die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einer dritten Ausführungsform. Diese Ausführungsform ist eine Variation der ersten Ausführungsform, bei der die

Kühler **28** und die Ventilationskanäle **20** und **21** im unteren Teil des Generators der ersten Ausführungsform sowohl in einem vorderen Teil (Vorderseite) als auch einem hinteren Teil (Rückseite) des Generators vorhanden sind. Die in der vertikalen Richtung platzierten Kühler sind in der axialen Richtung an der Vorder- und der Rückseite des Generators auf solche Weise in einer Reihe angeordnet, dass sie gegenüber diesem vorspringen.

**[0080]** Ein in einem Ventilationskanal **18a** vorhandener Kühler **28a**, ein in einem Ventilationskanal **18c** vorhandener Kühler **28c**, ein in einem Ventilationskanal **18e** vorhandener Kühler **28e** sowie ein in einem Ventilationskanal **18g** vorhandener Kühler **28g** sind im vorderen Teil des Generators auf solche Weise angeordnet, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf eine Mittellinie **14** sind. Ein mit den Ventilationskanälen **18a**, **18c**, **18e** und **18g** verbundener Ventilationskanal **21** ist im vorderen Teil des Generators vorhanden.

**[0081]** Ein in einem Ventilationskanal **18b** vorhandener Kühler **28b**, ein in einem Ventilationskanal **18d** vorhandener Kühler **28d** sowie ein in einem Ventilationskanal **18f** vorhandener Kühler **28f** sind im hinteren Teil des Generators auf solche Weise angeordnet, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **14** sind. Im vorderen Teil des Generators ist ein mit den Ventilationskanälen **18b**, **18d** und **18e** verbundener Ventilationskanal **20** vorhanden. Die übrige Konfiguration ist dieselbe wie die bei der ersten Ausführungsform, weswegen eine zugehörige überlappende Beschreibung weggelassen wird.

**[0082]** Gemäß dieser Ausführungsform sind die Kühler **28a**, **28c**, **28e** und **28g** auf einer Seite (vorderer Teil des Generators) eines Raums zwischen einem Ständergehäuse **1** und einem Ständereisenkern **2**, einander in Bezug auf eine Welle **9** gegenüberstehend, angeordnet, und die Kühler **28b**, **28d** und **28f** sind auf der anderen Seite (hinterer Teil des Generators) des Raums angeordnet. Demgemäß kann im ersten, zweiten und dritten Ventilationskreislauf **29**, **30** und **31** im vorderen Teil des Generators ein Bereich ausgebildet werden, in dem ein Kühlmittel von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** strömt und dann durch die Kühler **28** läuft, und im hinteren Teil des Generators kann ein Bereich ausgebildet werden, in dem das Kühlmittel durch die Kühler **28** läuft und dann von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **2** strömt. Im Ergebnis ist es möglich, eine Schnittstelle der Ventilationskanäle, in denen das Kühlmittel strömt, zu beseitigen, und demgemäß kann der Ventilationswiderstand des Kühlmittels verringert werden. Dies ermöglicht es, die Menge des ausreichend gekühlten Kühlmittels, die an den Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **2** und dessen Nachbarschaft zu liefern ist, zu

erhöhen und demgemäß den Kühleffekt für den Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständerisenkerns **2** weiter zu verbessern.

**[0083]** Bei dieser Ausführungsform erfolgte eine Beschreibung mittels eines Beispiels, bei dem die Kühler im vorderen und hinteren Teil des Generators vorhanden sind; jedoch kann derselbe Effekt selbst dann erzielt werden, wenn ein Beispiel verwendet wird, bei dem die Kühler im oberen und unteren Teil des Generators angeordnet sind.

(Vierte Ausführungsform)

**[0084]** Die [Fig. 13](#) zeigt die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einer vierten Ausführungsform. Der Turbinengenerator dieser Ausführungsform ist von einem offenen Typ, bei dem seine Innenseite durch in ihn gesaugte Atmosphärenluft gekühlt wird. In der Figur bezeichnet die Bezugszahl **50** ein Ständergehäuse. Innerhalb des Ständergehäuses **50** ist ein zylindrischer Ständerisenkern **51** vorhanden. In einem Innenumfangsteil des Ständerisenkerns **51** sind mehrere Schlitze, die sich in der axialen Richtung kontinuierlich erstrecken, auf solche Weise vorhanden, dass sie sich in der Umfangsrichtung erstrecken. In den Schlitzen sind Ständerwicklungen **52** eingeschlossen. Mehrere Ventilationsleitungen **53**, die sich in der radialen Richtung kontinuierlich erstrecken, sind im Ständerisenkern **51** auf solche Weise ausgebildet, dass sie mit gleichem Intervall in der axialen Richtung voneinander beabstandet sind.

**[0085]** An der Innenumfangsseite des Ständerisenkerns **51** ist ein Läuferisenkern **55** mit einem Luftspalt **54** zwischen ihm und dem Ständerisenkern **51** vorhanden. In einem Außenumfangsabschnitt des Läuferisenkerns **55** sind mehrere Schlitze, die sich in der axialen Richtung kontinuierlich erstrecken, auf solche Weise ausgebildet, dass sie sich in der Umfangsrichtung erstrecken, und in den Schlitzen sind Läuferwicklungen eingeschlossen. An den beiden Enden des Läuferisenkerns **55** sind zylindrische Festhalteringe **56** zum Andrücken beider Enden der Läuferwicklungen vorhanden. Es ist eine Welle **57** einstückig mit dem Läuferisenkern **55** auf solche Weise vorhanden, dass sie sich in der axialen Richtung entlang der Mittelachse des Läuferisenkerns **55** erstreckt.

**[0086]** An den beiden axialen Enden des Ständergehäuses **50** sind ringförmige Endschellen **58** vorhanden, die als Anschlagselemente wirken. An der Innenumfangsseite jeder Endschelle **58** ist eine Lagervorrichtung zum drehbaren Lagern der Welle **57** vorhanden. An einem Ende (außerhalb der Lagervorrichtung) der Welle **57** ist ein Stromkollektor zum Liefern von Spannung an die Läuferwicklungen während der Drehung vorhanden. Am anderen Ende (außerhalb der Lagervorrichtung) der Welle **57** ist ein mit ei-

ner Turbine als Rotationsquelle des Generators verbundener Verbindungsabschnitt ausgebildet.

**[0087]** An den beiden Enden (innerhalb der Lagervorrichtungen) der Welle **57** sind Lüfter **59** zum Antreiben eines in den Generator und in ihm umgewälzten Kühlmittels vorhanden. Während bei dieser Ausführungsform die Lüfter **59** als Booster zum Antreiben eines Kühlmittels verwendet werden, können andere Boostertypen verwendet werden. Die an den beiden Enden (außerhalb der Lagervorrichtungen) der Welle **57** vorhandenen Lüfter **59** sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf eine Mittellinie **60**. Die Mittellinie **60** ist eine Symmetrielinie, die die Welle **57** rechtwinklig an einer solchen Position schneidet, dass sie den Weg zwischen den Endschellen **58** in zwei rechts-links-symmetrische Teile unterteilt.

**[0088]** An der Innenumfangsseite jeder Endschelle **58** ist ein Luftansaugloch **61** zum Ansaugen von Atmosphärenluft in den Generator auf solche Weise vorhanden, dass es dem Lüfter **59** zugewandt ist. An der Außenumfangsseite jeder Endschelle **58** ist ein Luftauslassloch **62** zum Auslassen der in den Generator gesaugten Atmosphärenluft zur Außenseite des Generators vorhanden.

**[0089]** Zwischen dem Ständergehäuse **50** und dem Ständerisenkern **51** sind parallel zueinander in der axialen Richtung Ventilationskanäle **63a** bis **63g** vorhanden, die sich in der Umfangsrichtung kontinuierlich erstrecken. Die Ventilationskanäle **63a** bis **63g** sind durch mehrere ringförmige Trennplatten **64** zum Unterteilen eines Raums zwischen dem Ständergehäuse **50** und dem Ständerisenkern **51** in der axialen Richtung, der Innenfläche des Ständergehäuses **50** und der Außenumfangsfläche des Ständerisenkerns **51** vorhanden, und sie sind mit den Ventilationsleitungen **53** verbunden. Die Ventilationskanäle **63a** bis **63g** sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **60**.

**[0090]** Ventilationskanäle **65** und **66**, die sich in der radialen Richtung kontinuierlich erstrecken, sind zwischen dem Ständerisenkern **51** und der Endschelle **58** vorhanden. Die Ventilationskanäle **65** und **66** sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **60**. Ventilationskanäle **67** und **68**, die die Luftansauglöcher **61** mit den Lüftern **59** verbinden und sich in der axialen Richtung kontinuierlich erstrecken, sind zwischen den Endschellen **58** und den Lüftern **59** vorhanden. Die Ventilationskanäle **67** und **68** werden dadurch gebildet, dass Räume zwischen dem Ständerisenkern **51** und den Endschellen **58** durch zylindrische Trennplatten **69** unterteilt werden, und sie sind rechts-links-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **60**.

**[0091]** Im unteren Teil des Generators ist ein Ventilationskanal **70** vorhanden, der die Ventilationskanäle

le **65** und **66** mit den Ventilationskanälen **63b**, **63d** und **63f** verbindet und sich kontinuierlich in der axialen Richtung erstreckt. Auch ist im unteren Teil des Generators ein Ventilationskanal **71** vorhanden, der die Luftauslasslöcher **62** mit den Ventilationskanälen **63a**, **63c**, **63e** und **63g** verbindet und sich kontinuierlich in der axialen Richtung erstreckt.

**[0092]** In den Ventilationskanälen **63b**, **63d** und **63f** sind Kühler **72** zum Kühlen des von der Außenseite des Generators angesaugten Kühlmittels vorhanden. Die Kühler **72a** bis **72c** sind im unteren Teil des Generators auf solche Weise angeordnet, dass sie in der axialen Richtung in einer Reihe ausgerichtet sind. Es sei darauf hingewiesen, dass die Kühler **72a** bis **72c** im oberen Teil des Generators angeordnet sein können. Die Kühler **72a** bis **72c** sind rechtslinks-symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie **60**. Eine Pipeleitung zum Zuführen von Kühlwasser sowie eine Pipeleitung zum Auslassen desselben sind mit jedem der Kühler **72a** bis **72c** verbunden. Die Kühler **72a** bis **72c** sind hinsichtlich der Kühlkapazität einander gleich.

**[0093]** Im Generator sind mehrere Ventilationskreisläufe ausgebildet, die die oben beschriebenen Ventilationskanäle enthalten. Ein erster Ventilationskreislauflauf **73**, ein zweiter Ventilationskreislauflauf **74** und ein dritter Ventilationskreislauflauf **75** sind auf einer Seite (linke Seite in der [Fig. 13](#)) gegenüber der Mittellinie **60** ausgebildet, und in ähnlicher Weise sind drei Ventilationskreisläufe auf der anderen Seite (rechte Seite in der [Fig. 13](#)) gegenüber der Mittellinie **60** ausgebildet. Die drei auf der einen Seite der Mittellinie **60** ausgebildeten Ventilationskreisläufe sind rechts-links-symmetrisch zu den drei Ventilationskreisläufen, die auf der anderen Seite der Mittellinie **60** ausgebildet sind. Ferner sind die Strömung eines Kühlmittels und die Temperaturanstiegscharakteristik auf der einen Seite der Mittellinie **60** rechts-links-symmetrisch zu denen auf der anderen Seite der Mittellinie **60**. Daher werden unten die Konfiguration der Ventilationskreisläufe und die Strömung eines Kühlmittels auf einer Seite der Mittellinie **60** beschrieben.

**[0094]** Der erste Ventilationskreislauflauf **73** ist ein offener Kreislauf, der in der [Fig. 13](#) durch einen massiven Pfeil dargestellt ist und sich vom Luftansaugloch **61** über den Ventilationskanal **67** zum Lüfter **59** erstreckt und sich von diesem über den Luftspalt **54**, die Ventilationsleitung **53**, den Ventilationskanal **63a** und den Ventilationskanal **71** weiter zum Luftauslassloch **62** erstreckt.

**[0095]** Der zweite Ventilationskreislauflauf **74** ist ein offener Kreislauf, der in der [Fig. 13](#) durch einen gestrichelten Pfeil dargestellt ist und sich vom Luftansaugloch **61** über den Ventilationskanal **67** zum Lüfter **59** erstreckt, sich von diesem über die Ventilationskanäle

le **65** und **70** weiter zum Kühler **72a** erstreckt, und sich von diesem über den Ventilationskanal **63b**, die Ventilationsleitung **53**, den Luftspalt **54**, die Ventilationsleitung **53** und die Ventilationskanäle **63c** und **71** zum Luftauslassloch **62** erstreckt.

**[0096]** Der dritte Ventilationskreislauflauf **10** ist ein offener Kreislauf, der in der [Fig. 13](#) durch einen gestrichelten Pfeil dargestellt ist und sich vom Luftansaugloch **61** über den Ventilationskanal **67** zum Lüfter **59** erstreckt, sich von diesem über die Ventilationskanäle **65** und **70** weiter zum Kühler **72b** erstreckt, und sich von diesem über den Ventilationskanal **63d**, die Ventilationsleitung **53**, den Luftspalt **54**, die Ventilationsleitung **53** und die Ventilationskanäle **63c** und **71** zum Luftauslassloch **62** erstreckt.

**[0097]** Machfolgend wird die Strömung eines Kühlmittels beschrieben. Zunächst erreicht Atmosphärenluft, die durch das Luftansaugloch **61** durch die Drehung des Lüfters **59** in den Generator gesaugt wird, über den Ventilationskanal **67** die Luftansaugseite des Lüfters **59**. Die Atmosphärenluft wird durch den Lüfter **59** angetrieben, und sie kann von der Auslassseite desselben zu jeweiligen Ventilationskreisläufen strömen.

**[0098]** Im ersten Ventilationskreislauflauf **73** strömt die durch den Lüfter **59** angetriebene Atmosphärenluft axial im Luftspalt **54** zur mit dem Ventilationskanal **63a** verbundenen Ventilationsleitung **53**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **51** kühlt. Die Atmosphärenluft, die die mit dem Ventilationskanal **63a** verbundene Ventilationsleitung **53** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, d.h. zum Ventilationskanal **63a**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **51** und die Ständerwicklungen **52** kühlt. Die Atmosphärenluft, die den Ventilationskanal **18a** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, und sie strömt vom Ventilationskanal **18a** über den Ventilationskanal **71** zum Luftauslassloch **62**.

**[0099]** Im zweiten Ventilationskreislauflauf **74** strömt die durch den Lüfter **59** angetriebene Atmosphärenluft radial im Ventilationskanal **65** zum Ventilationskanal **70**, während sie den Endabschnitt des Ständereisenkerns **51** und die Wicklungsendabschnitte der Ständerwicklungen **52** kühlt. Die Atmosphärenluft, die den Ventilationskanal **70** erreicht hat, strömt in diesem axial zum Kühler **72a**. Die Atmosphärenluft, die den Kühler **72a** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt im Ventilationskanal **63b** in der Umfangsrichtung, während sie die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51** kühlt und die mit dem Ventilationskanal **63b** verbundene Ventilationsleitung **53** erreicht.

**[0100]** Die Atmosphärenluft, die die mit dem Ventila-

tionskanal **63b** verbundene Ventilationsleitung **53** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, d.h. zum Luftspalt **54**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **51** und die Ständerwicklungen **52** kühlt. Die Atmosphärenluft, die den Luftspalt **54** erreicht hat, strömt in diesem zur mit dem Ventilationskanal **63c** verbundenen Ventilationsleitung **53**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **51** kühlt.

**[0101]** Die Atmosphärenluft, die die mit dem Ventilationskanal **63c** verbundene Ventilationsleitung **53** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, d.h. zum Ventilationskanal **63c**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **51** und die Ständerwicklungen **52** kühlt. Die Atmosphärenluft, die den Ventilationskanal **63c** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, und sie strömt vom Ventilationskanal **63c** über den Ventilationskanal **71** zum Luftauslassloch **62**.

**[0102]** Im dritten Ventilationskreislauf **75** strömt die durch den Lüfter **59** angetriebene Atmosphärenluft im Ventilationskanal **65** zum Ventilationskanal **70**, während sie den Endabschnitt des Ständereisenkerns **51** und die Wicklungsendabschnitte der Ständerwicklungen **52** kühlt. Die Atmosphärenluft, die den Ventilationskanal erreicht hat, strömt in diesem axial zum Kühler **72b**. Die Atmosphärenluft, die den Kühler **72b** erreicht hat, wird durch diesen gekühlt, und sie strömt im Ventilationskanal **63d** in der Umfangsrichtung, während sie die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **61** kühlt und die mit dem Ventilationskanal **63d** verbundene Ventilationsleitung **53** erreicht.

**[0103]** Die Atmosphärenluft, die die mit dem Ventilationskanal **63d** verbundene Ventilationsleitung **53** erreicht hat, strömt in dieser von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, d.h. zum Luftspalt **54**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **51** und die Ständerwicklungen **52** kühlt. Die Atmosphärenluft, die den Luftspalt **54** erreicht hat, strömt in diesem axial zur mit dem Ventilationskanal **63c** verbundenen Ventilationsleitung **53**, während sie die Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **51** kühlt.

**[0104]** Die Atmosphärenluft, die die mit dem Ventilationskanal **63c** verbundene Ventilationsleitung **53** erreicht hat, strömt in dieser von der Innenumfangsseite zur Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, d.h. zum Ventilationskanal **63c**, während sie das Innere des Ständereisenkerns **51** und die Ständerwicklungen **52** kühlt. Die Atmosphärenluft, die den Ventilationskanal **63c** erreicht hat, kühlt die Außenumfangsseite des Ständereisenkerns **51**, und sie strömt vom Ventilationskanal **63c** über den Ventilationskanal **71** zum Luftauslassloch **62**.

**[0105]** Gemäß dieser Ausführungsform, die auf die oben beschriebene Weise konfiguriert ist, wird die von außerhalb des Generators angesaugte und durch den Lüfter **59** angetriebene Atmosphärenluft in den im Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **51** positionierten Ventilationskanal **63d** eingeleitet, sie wird durch den Kühler **72b** gekühlt, und sie kann von der Außenumfangsseite zur Innenumfangsseite des Ständereisenkerns **51** strömen, so dass es möglich ist, ausreichend gekühlte Atmosphärenluft an den Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **51** zu liefern.

**[0106]** Demgemäß kann der Mittelbereich in der axialen Richtung des Ständereisenkerns **51**, in dem die Tendenz besteht, dass die Temperatur der zugeführten Atmosphärenluft am höchsten ist, und die Tendenz besteht, dass die Menge der zugeführten Atmosphärenluft am kleinsten ist, durch ausreichend durch den Kühler gekühlte Atmosphärenluft gekühlt werden, und dadurch kann eine örtliche Wärmeerzeugung im Luftspalt **54** unterdrückt werden. Dies ermöglicht es, die axiale Verteilung des Temperaturanstiegs im Generator auszunivellieren und demgemäß den Wärmeschwingungshub des Rotors herabzudrücken.

(Viertes Beispiel)

**[0107]** Die [Fig. 14](#) zeigt die Konfiguration eines Turbinengenerators gemäß einem vierten Beispiel. Dieses Beispiel ist eine Variation der vierten Ausführungsform. Der Turbinengenerator dieser Ausführungsform ist vom offenen Typ, wie der der vierten Ausführungsform. Bei dieser Ausführungsform sind Kühler **72a** und **72b** an den beiden Enden eines Ventilationskanals **70** auf solche Weise vorhanden, dass sie rechts-links-symmetrisch in Bezug auf eine Mittellinie **60** sind. Die übrige Konfiguration ist dieselbe wie die der vierten Ausführungsform, und daher wird eine zugehörige überlappende Beschreibung weggelassen.

**[0108]** Auch bei diesem Beispiel kann derselbe Effekt dadurch erzielt werden, dass dieselben Ventilationskreisläufe und dieselbe Strömung der Atmosphärenluft wie bei der vierten Ausführungsform bereitgestellt werden, und ferner ist es möglich, da die Anzahl der Kühler um einen verringert ist, die Konfiguration des Generators zu vereinfachen und demgemäß die Kosten desselben zu senken.

Industrielle Anwendbarkeit

**[0109]** Die Erfindung ist bei einer Elektro-Rotationsmaschine wirkungsvoll, bei der Kühler zum Kühlen eines Kühlmittels wie Luft. oder Wasserstoffgas vorhanden sind. Insbesondere ist die Erfindung bei einer Elektro-Rotationsmaschine unter Verwendung von Luft als Kühlmittel, d.h. bei einem luftgekühlten Gene-

rator, wirksam, und es kann die Kapazität eines Generators, z.B. vom mit Wasserstoff gekühlten Typ, erhöht werden.

### Patentansprüche

1. Elektrische Rotationsmaschine mit mehreren Ventilationskanälen (**18a~18g**), die zwischen einem Ständergehäuse (**1**) und einem Ständerisenkern (**2**) gebildet sind und kontinuierlich in Umfangsrichtung verlaufen, mehreren Ventilationsleitungen (**5**), die in dem Ständerisenkern (**2**) gebildet sind und kontinuierlich in radialer Richtung verlaufen, mehreren Kühlern (**28a~28g**) zum Kühlen eines Kühlmittels, einem Booster (**13**) zum Antreiben des Kühlmittels, einem Ventilationskreislauf (**29**), der von der Auslaßseite des Boosters (**13**) über eine der Ventilationsleitungen (**5**), einen der Ventilationskanäle (**18a**) und einen der Kühler (**28a**) zur Ansaugseite des Boosters (**13**) verläuft, und einem weiteren Ventilationskreislauf (**31**), der von der Auslaßseite des Boosters (**13**) über den Ventilationskanal (**18d**) im Mittelbereich in axialer Richtung des Eisenkerns (**2**), zwei Ventilationsleitungen (**5**) und einen weiteren Ventilationskanal (**18c**) zu der Ansaugseite des Boosters (**13**) verläuft, wobei die Anzahl der Ventilationskanäle (**18a~18g**) gerade ist und der Ventilationskanal im Mittelbereich einer der zwei Ventilationskanäle ist, die zwischen den axialen Enden des Eisenkerns (**2**) am meisten in der Mitte liegen, oder wobei die Anzahl von Ventilationskanälen (**18a~18g**) ungerade ist und der Ventilationskanal (**18d**) im Mittelbereich der Ventilationskanäle ist, der zwischen den axialen Enden des Eisenkerns (**2**) in der Mitte liegt, **dadurch gekennzeichnet**, daß jeder Ventilationskanal (**18a~18g**) einen Kühler (**28a~28g**) aufweist.

2. Maschine nach Anspruch 1, wobei das Kühlmittel innerhalb der Maschine eingeschlossen ist.

3. Maschine nach Anspruch 1 oder 2, ferner mit mehreren ersten, axial verlaufenden Ventilationskanälen (**21**) zum Zurückleiten des durch einen der Ventilationskanäle (**18a~18g**) und den zugehörigen Kühler (**28a~28g**) durchgeleiteten Kühlmittels zur Ansaugseite des Boosters (**13**); und mehreren zweiten, axial verlaufenden Ventilationskanälen (**20**) zum Einleiten des angetriebenen Kühlmittels durch den zugehörigen Kühler (**28a~28g**) zu einem der Ventilationskanäle (**18a~18g**).

4. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die in den Ventilationskreisläufen (**29**, **31**) vorgesehenen Kühler (**28a~28g**) einander bezüglich einer dazwischen angeordneten Welle (**9**) entgegengesetzt sind.

5. Elektrische Rotationsmaschine mit mehreren Ventilationskanälen (**63a~63g**), die zwischen einem Ständergehäuse (**50**) und einem Ständerisenkern (**51**) gebildet sind und kontinuierlich in Umfangsrichtung verlaufen, mehreren Ventilationsleitungen (**53**), die in dem Ständerisenkern (**51**) gebildet sind und kontinuierlich in radialer Richtung verlaufen, mehreren Kühlern (**72a~72c**) zum Kühlen von atmosphärischer Luft, die von außerhalb der Maschine angesaugt ist, einem Booster (**59**) zum Antreiben der angesaugten Luft, einem Ventilationskreislauf (**73**), der von der Auslaßseite des Boosters (**59**) über eine der Ventilationsleitungen (**51**) und einen der Ventilationskanäle (**63a**) zu einem Auslaßloch (**62**) verläuft, und einem weiteren Ventilationskreislauf (**75**), der von der Auslaßseite des Boosters (**59**) über den Kühler (**72b**) im Mittelbereich in axialer Richtung des Eisenkerns (**51**) und den zugehörigen Ventilationskanal (**63d**), zwei der Ventilationsleitungen (**53**) und einen weiteren Ventilationskanal (**63c**) zu dem Auslaßloch (**62**) verläuft.

6. Maschine nach Anspruch 5, ferner mit einem weiteren Ventilationskanal (**67**, **68**) zur Verbindung eines Ansauglochs für atmosphärische Luft (**61**) mit dem Booster (**59**).

7. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Kühler (**28a~28g**; **72a~72c**) in einem oberen oder unteren Abschnitt der Maschine angeordnet sind.

8. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei axiale Intervalle zwischen den Ventilationsleitungen (**5**; **53**), die einen Teil des weiteren Ventilationskreislaufts (**31**; **75**) darstellen, kleiner sind als die axialen Intervalle zwischen den Ventilationsleitungen (**5**; **53**), die einen Teil des ersten Ventilationskreislaufts (**29**; **73**) darstellen.

9. Maschine nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei der weitere Ventilationskreislauf (**31**; **75**) von dem ersten Ventilationskreislauf (**29**; **73**) abzweigt.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

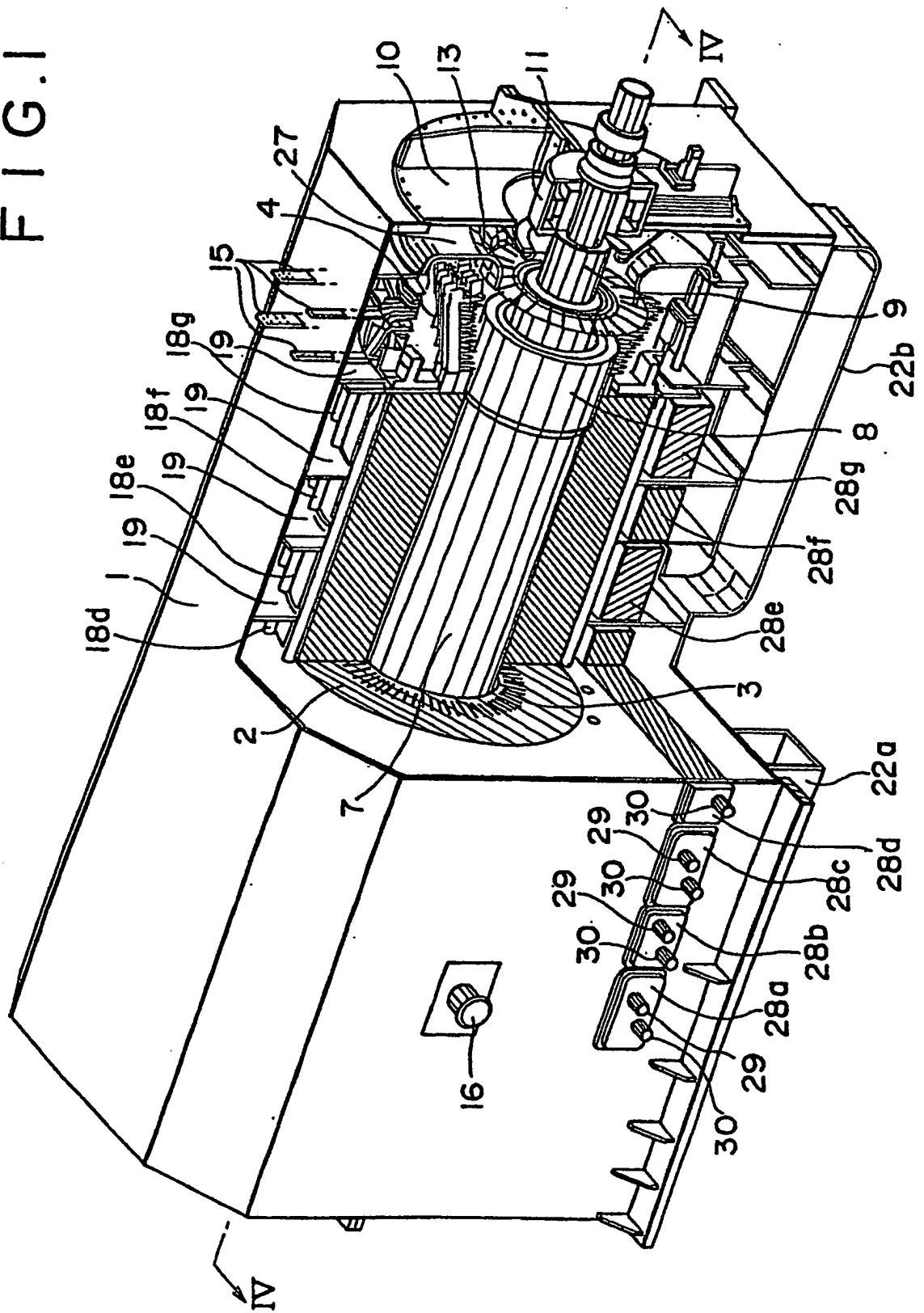




FIG. 2

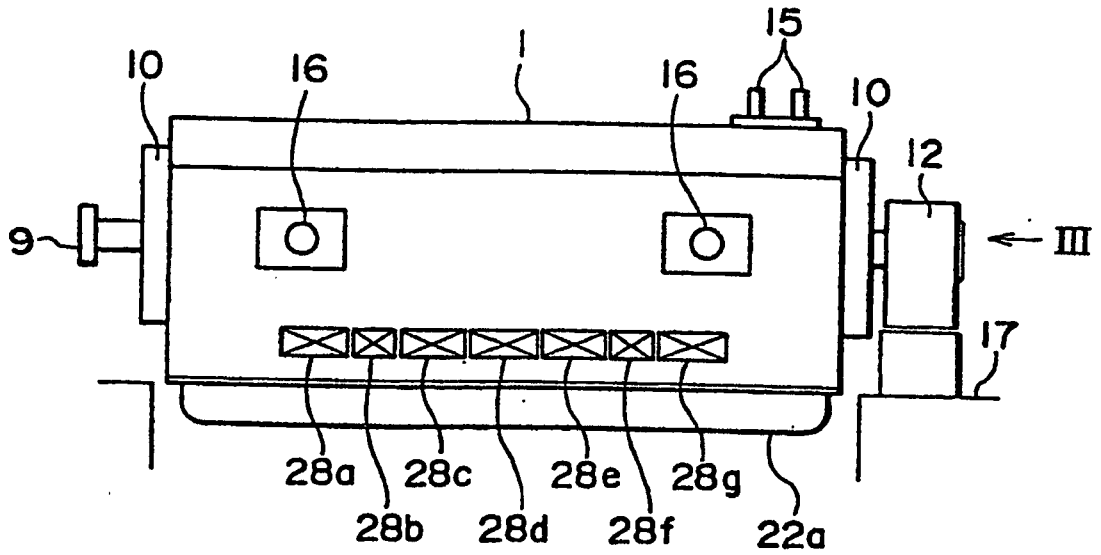


FIG. 3

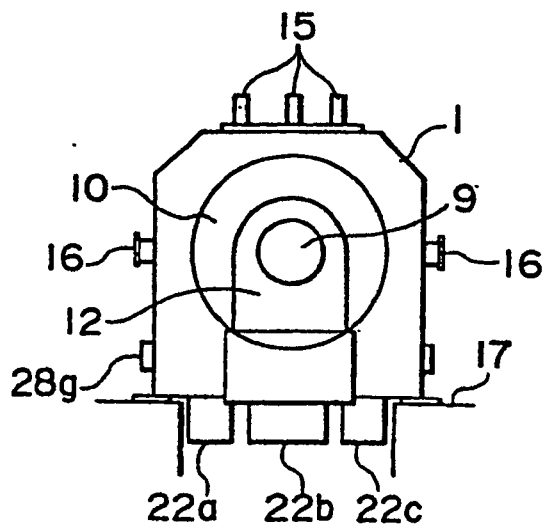


FIG. 4

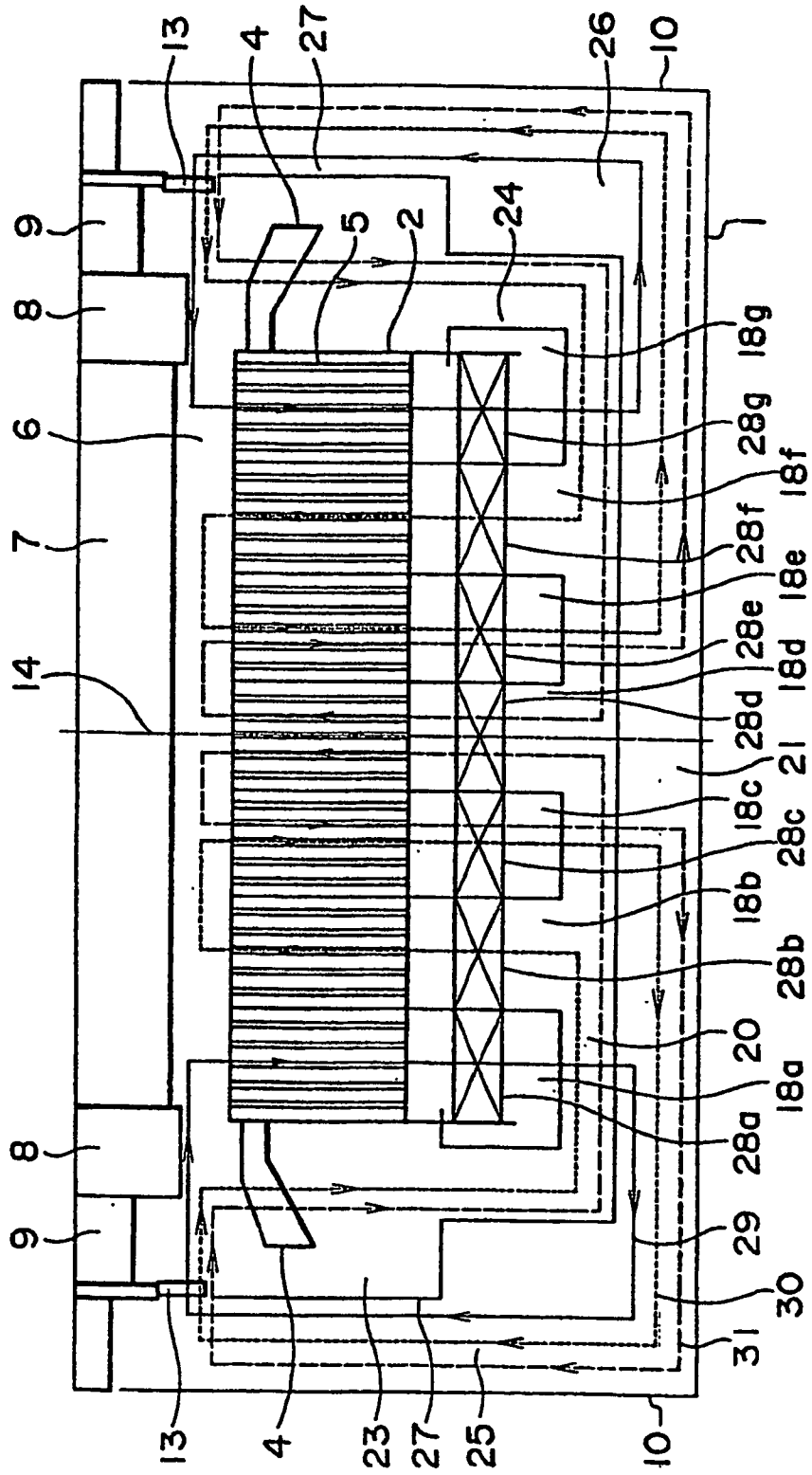


FIG. 5

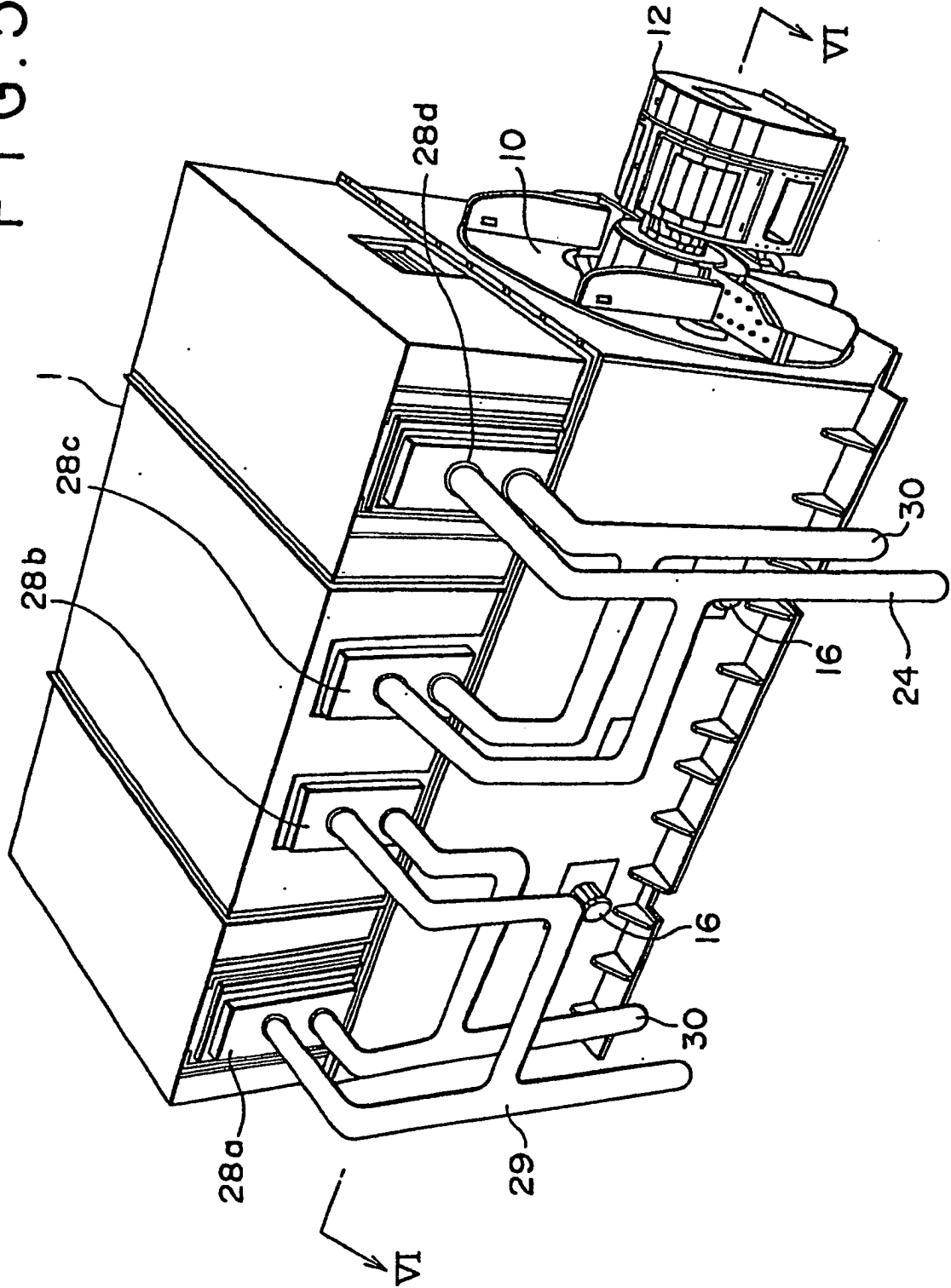


FIG. 6

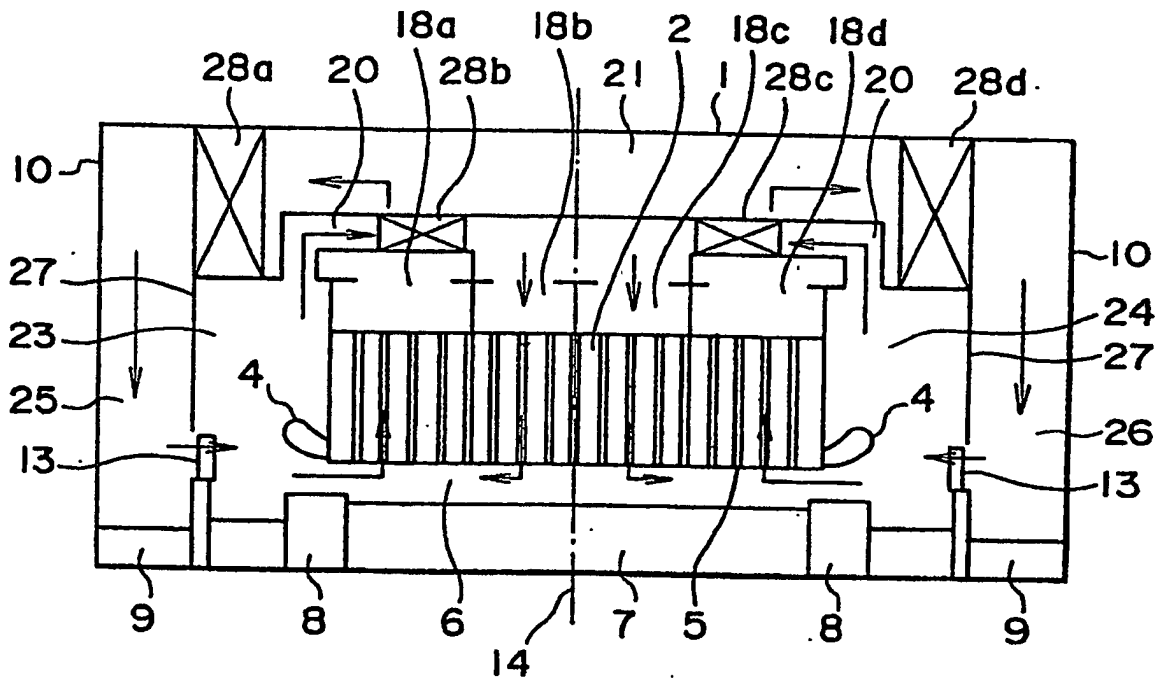


FIG. 7

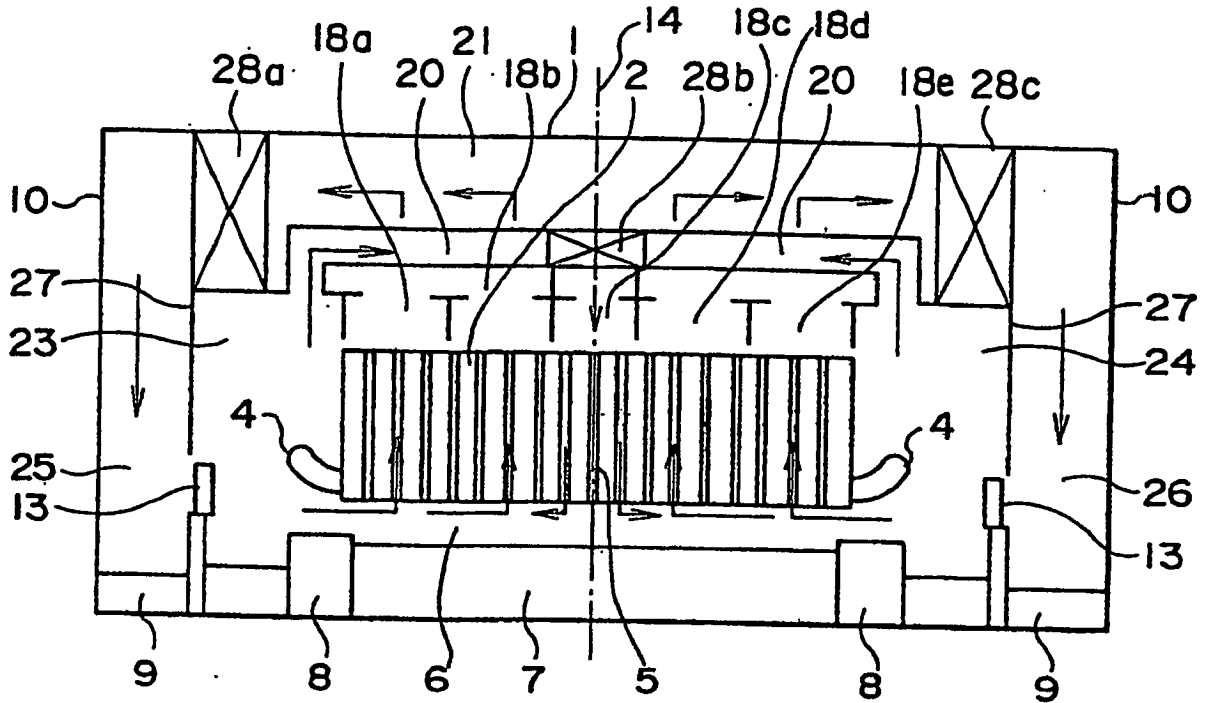


FIG. 8

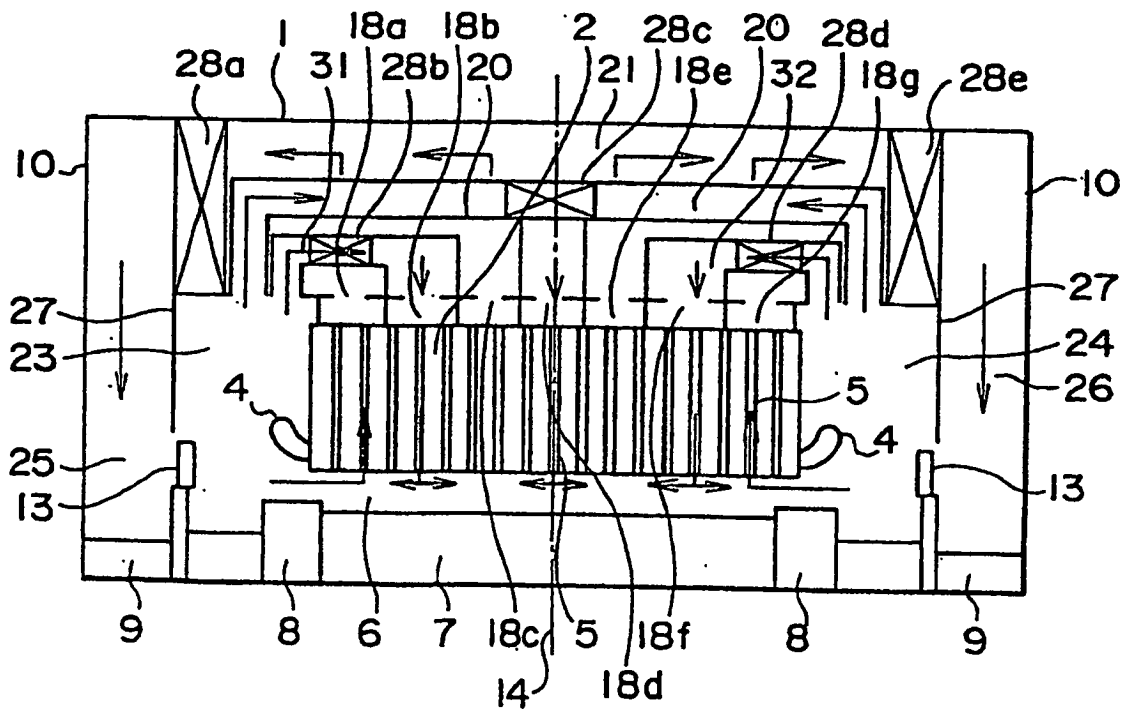


FIG. 9

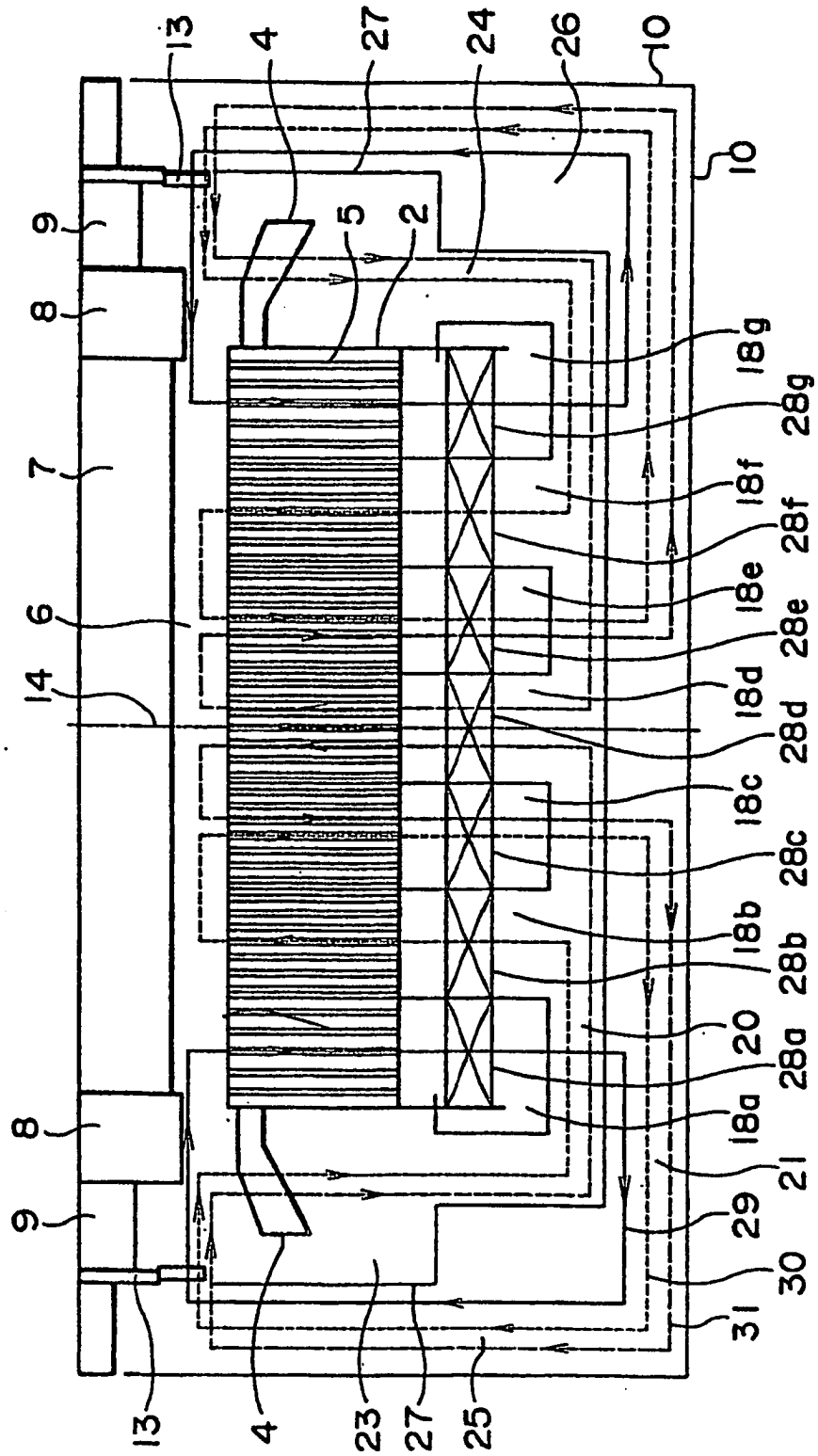


FIG. 10

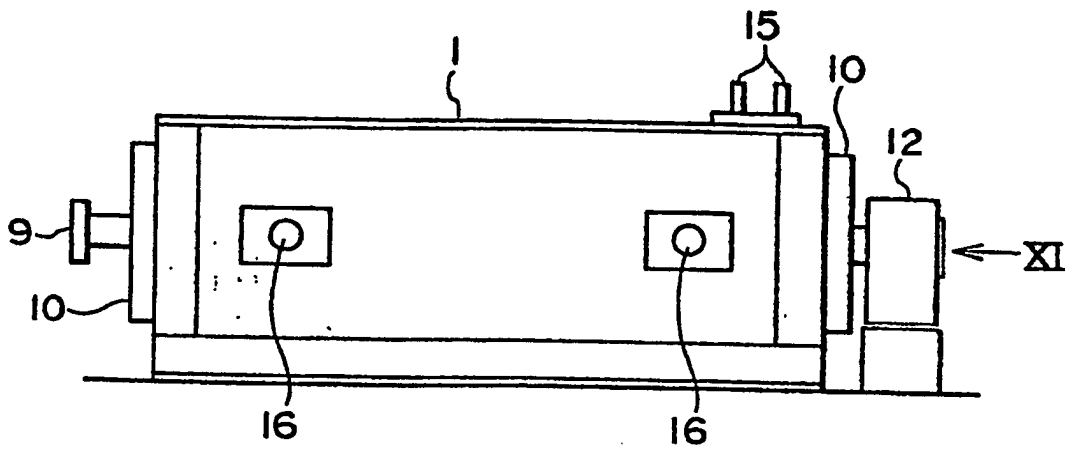


FIG. 11

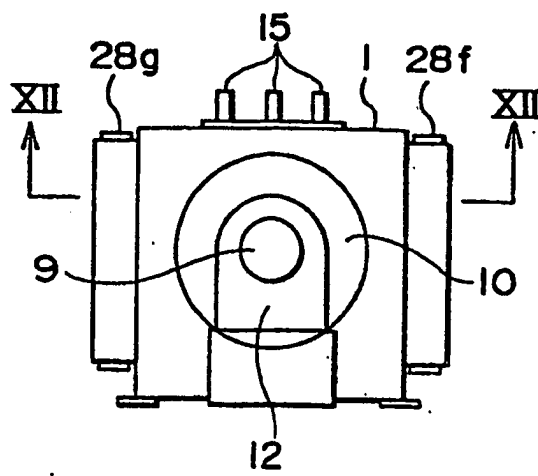


FIG.12

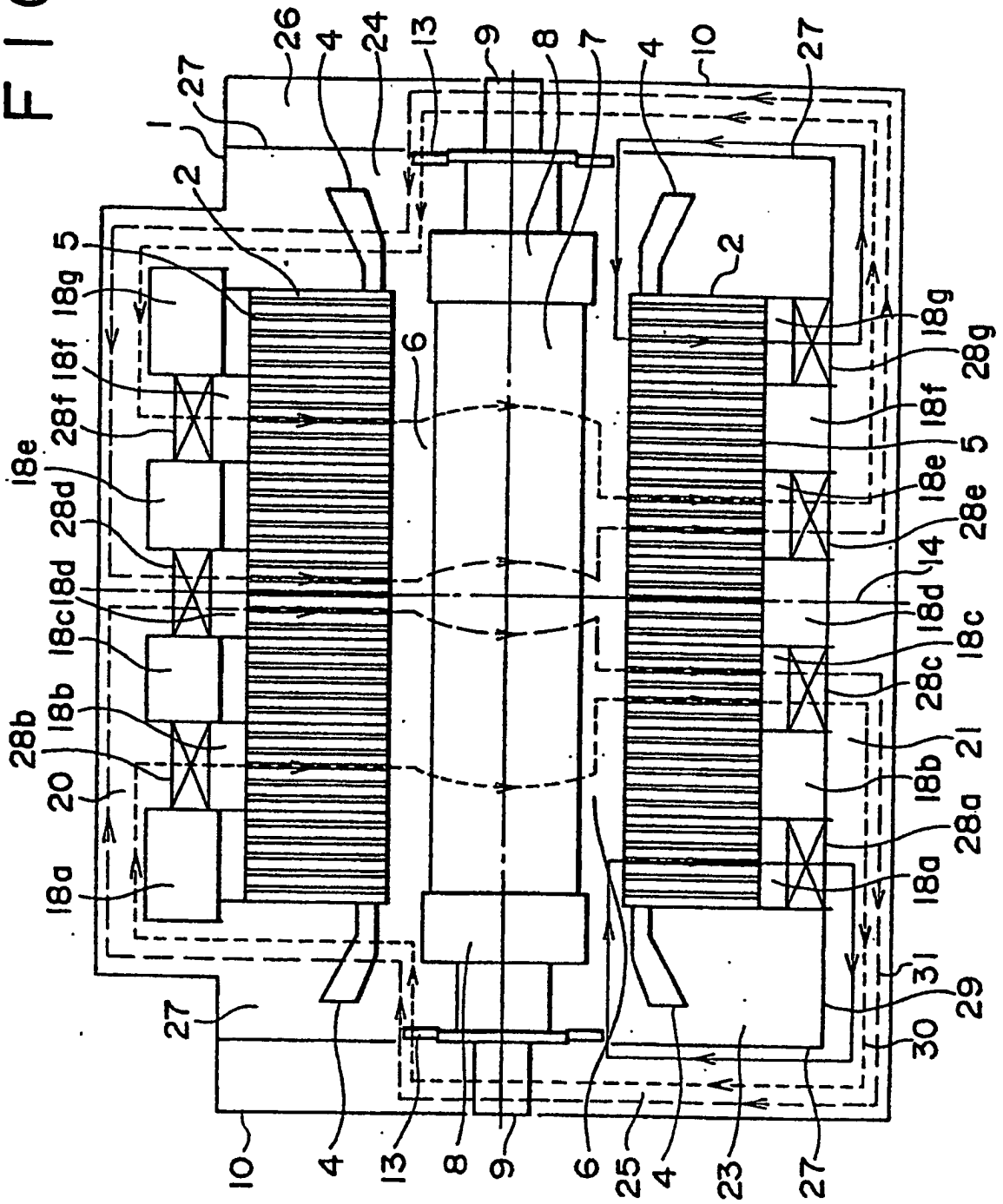




FIG.13

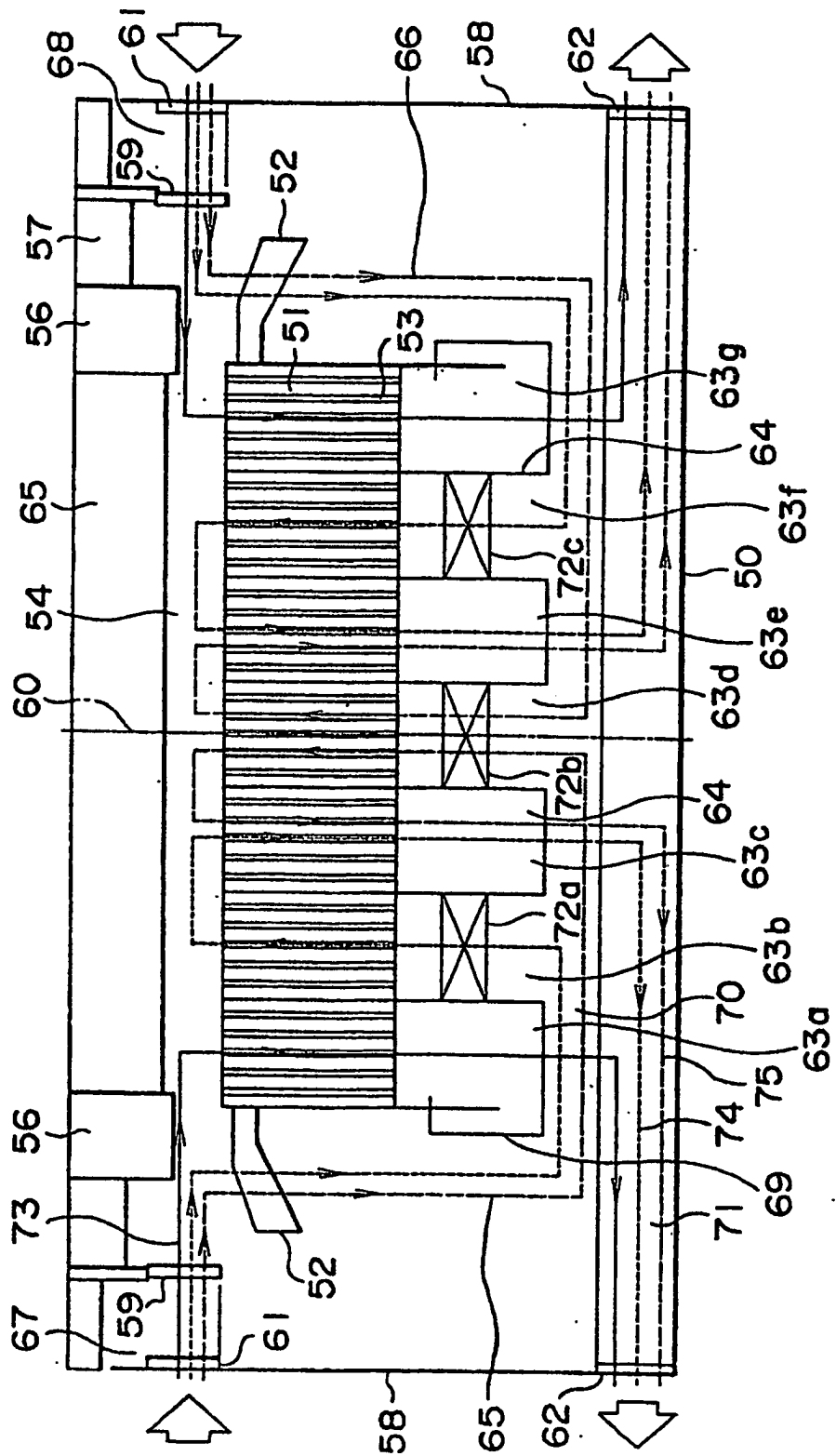


FIG.14

