

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Dezember 2007 (27.12.2007)

PCT

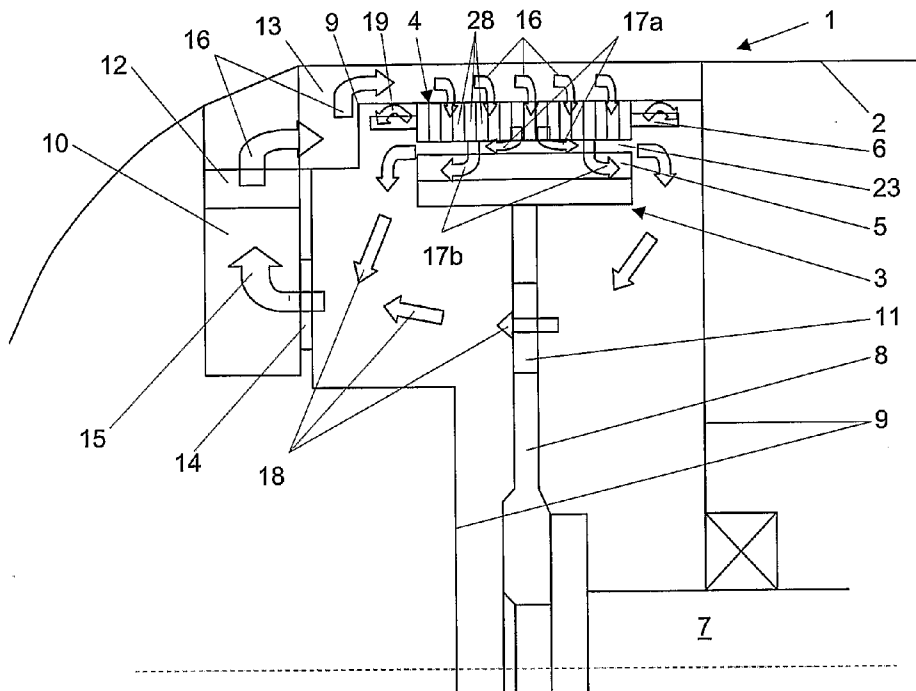
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/147187 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H02K 9/18 (2006.01) *H02K 1/32* (2006.01) Graz (AT). FARNLEITNER, Ernst [AT/AT]; Hofmühl-
gasse 42, A-8160 Weiz (AT).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2007/000300 (74) Anwalt: SCHWEINZER, Friedrich; Stattegger Strasse
18, A-8045 Graz (AT).
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. Juni 2007 (20.06.2007) (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE,
EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID,
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
A 1061/2006 22. Juni 2006 (22.06.2006) AT
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): VA TECH HYDRO GMBH [AT/AT]; Penzinger
Strasse 76, A-1141 Wien (AT).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HARB, Walter
[AT/AT]; Götterbergweg 5, A-8160 Weiz (AT). ER-
HARD, Johannes [AT/AT]; Wienerstrasse 46, A-8020
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR COOLING AN ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR KÜHLUNG EINER ELEKTRISCHEN MASCHINE



(57) Abstract: External fans rather than internal ones are needed for providing the air circulation required for cooling a slowly running electric machine, e.g. a bulb turbine generator. The invention relates to a device and a method for cooling an electric machine (1) by means of an external fan (10). In said device and method, the cooling apparatus (12) is disposed on the pressure side or the suction side of the fan (10) while the rotor (3) and the stator (4) are arranged on the suction side of the fan (10).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/147187 A1



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Bei einer langsam laufenden elektrischen Maschine, wie z.B. einem Rohrturbinengenerator, kann eine für die Kühlung erforderliche Luftumwälzung nicht mehr durch einen Eigenventilator aufgebracht werden, sondern es sind dafür Fremdventilatoren erforderlich. Die gegenständliche Erfindung zeigt nun eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Kühlung einer elektrischen Maschine (1) mit einem Fremdventilator (10), bei der die Kühleinrichtung (12) auf der Druckoder Saugseite des Ventilators (10) und der Rotor (3) und der Stator (4) auf der Saugseite des Ventilators (10) angeordnet ist.

Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung einer elektrischen Maschine

Die gegenständliche Erfindung betrifft eine Vorrichtung ein Verfahren zur Kühlung einer elektrischen Maschine mit einem Rotor und einem Stator bei dem ein gasförmiges Kühlmedium mittels eines fremdgetriebenen Ventilators im Ventilations-Kreis umgewälzt wird.

Bei luftgekühlten Generatoren unterscheidet man grundsätzlich zwischen so genannten Forwardflow- und Reverseflow-Kühlsystemen, also im Prinzip zwischen der Richtung in der die Kühlluft durch den Generator geführt wird. Bei Forwardflow wird mittels Ventilatoren kalte Kühlluft aus Wärmetauschern angesaugt und durch den Rotor bzw. den Luftspalt und anschließend durch den Stator gedrückt, wo heiße Kühlluft austritt und über den Wärmetauscher wieder umgewälzt wird. Bei Reverseflow wird heiße Kühlluft aus dem Generator angesaugt und einem Wärmetauscher zugeführt, von wo die kalte Kühlluft durch den Stator zum Rotor bzw. zum Luftspalt strömt.

Bekannt sind Reverseflow-Kühlsysteme für Turbogeneratoren, siehe z.B. US 5 633 543 A, US 5 652 469 A, US 6 346 753 B1 und EP 1 006 644 A2. Hauptmerkmal des Reverseflow-Kühlsystems ist, wie oben beschrieben, eine Saugkühlung des Generators, bei der Warmluft aus dem Generator mittels eines Ventilators gesaugt und die Kaltluft aus den Kühlern direkt den Kühlkanälen des Generatorstators zugeführt wird. Die Kühler sind in den meisten Fällen auf der Druckseite der Ventilatoren angeordnet, wobei sich der Vorteil ergibt, dass die von den Ventilatoren erzeugte Temperaturerhöhung vor dem Kühlereinlass erfolgt und nicht als Voraufheizung für den Generator wirkt. Die Strömung im Stator ist dabei primär von radial außen nach innen gerichtet und wird, da Turbogeneratoren in der Regel Vollpolrotoren aufweisen, im Allgemeinen axial entlang des Luftspalts abgesaugt. Aufgrund der schnell laufenden Rotoren bei Turbogeneratoren wird ein Eigenventilator zur Erzeugung der für die Kühlung erforderlichen Strömung direkt auf der Rotorwelle angeordnet und von dieser angetrieben.

Bei langsam laufenden Hydro-Generatoren, die im Allgemeinen mit Schenkelpolen ausgeführt sind, wie z.B. ein Rohrturbinengenerator, kommen in erster Linie nur fremdgetriebene Ventilatoren, also Ventilatoren die nicht auf der Rotorwelle angeordnet sind, in Frage, da die Rotationsgeschwindigkeit der Rotorwelle nicht ausreichen würde, um mit einem darauf angebrachten Ventilator die erforderliche Kühlluftströmung zu erzeugen. Hydro-Generatoren mit beiden Drehrichtungen (z.B. ein Motor-Generator) können ein zweiter Anwendungsfall für Fremdventilation sein.

Hydro-Generatoren wurden bisher ausschließlich mit einem Forwardflow-Kühlsystem betrieben, wie z.B. in der JP 06 237 554 A2 gezeigt, bei dem die Kühler auf der Saugseite und der

Generator auf der Druckseite der Ventilatoren angeordnet sind und die Strömung im Stator primär von radial innen nach außen gerichtet ist. Bei Anwendung von Eigenventilatoren hat ein Forwardflow-Kühlsystem Vorteile bezüglich der An- und Abströmung der Ventilatoren. Die Anströmung erfolgt meist nahezu drallfrei, was die Ventilatorauslegung vereinfacht. Die drallbehaftete Abströmung bewirkt einen Vordrall für den Rotor und damit eine Reduktion des Druckverlustes beim Rotoreinlass (z.B. Pollückeneinlass).

Bei Anwendung von Fremdventilatoren anstatt Eigenventilatoren entfallen diese Vorteile größtenteils. Und es treten im Zusammenhang mit Reverseflow zusätzliche Nachteile auf: Bei Hydro-Generatoren, insbesondere bei Schenkelpolgeneratoren, ist mit einem größeren Druckverlust beim Pollückeneinlass zu rechnen, der radial außen im Luftspaltbereich erfolgt, statt radial mittig an den axialen Endseiten wie bei Forwardflow. Auf Grund der zu erwartenden höheren Druckverluste, wird ein Ventilator mit höherer Leistung benötigt, was wiederum den Gesamtwirkungsgrad des Generators reduziert. Darüber hinaus kann in Abhängigkeit von der Anordnung der Ventilatoren ein Vordrall beim Ventilatoreinlass bestehen bleiben oder die Ventilatoranströmung komplizierter sein als für Forwardflow. Die komplexere Strömung am Ventilatoreinlass macht dabei unter Umständen Leiteinrichtungen oder Gleichrichter erforderlich, was die Auslegung des Kühlsystems aufwendiger macht. Aus diesem Grund wurden bisher Hydro-Generatoren nicht mit einem Reverseflow-Kühlsystem betrieben, sondern ausschließlich mit Forwardflow.

Die gegenständliche Erfindung, die eine bisher nicht in Erwägung gezogene Reverseflow-Kühlung mit Fremdventilatoren gemäß den unabhängigen Ansprüchen verwirklicht, widerlegt diese vorherrschenden Vorurteile und liefert das überraschende Ergebnis, dass bei Anwendung von Fremdventilatoren die erwarteten Nachteile einer Reverseflow-Kühlung nicht so gravierend sind wie gewöhnlich befürchtet oder durch die erst daraus entstehenden Vorteile mehr als aufgewogen werden.

Insbesondere ergibt sich durch die Anwendung der Reverseflow-Kühlung die Möglichkeit einer größeren Ausnutzung des Stators durch kleinere Kühllufttemperatur in den Statorschlitzen, etwa bis zu 20 K, obwohl der Wärmeübergang im Zahnbereich der Statorschlitze kleiner ist. Das bedeutet, dass bei gleicher Leistung eine Einsparung von kostenintensivem Kupfermaterial der Statorstäbe unter Einhaltung des erlaubten Temperaturniveaus möglich wird. Allerdings kann dabei in Einzelfällen, insbesondere bei Schenkelpolmaschinen, wegen der höheren Lufttemperatur im Polbereich des Rotors, ein größerer Kupferquerschnitt der Polwicklung erforderlich sein, wobei aber das Polkupfermaterial für den Rotor kostengünstiger ist als für die Statorwicklung. In Summe ergibt sich also dadurch ein erster Vorteil der Reverseflow-Kühlung. Weiters kann durch die niedrigere Lufttemperatur im Stator bei gleicher Leistung Statoreisen eingespart werden, was wiederum die Kosten der elektrischen Maschi-

ne verringert. Wenn man die Ausnutzung der elektrischen Maschine nicht steigert, ergeben sich niedrigere Statortemperaturen und damit kleinere tangentielle Druckspannungen im Blechpaket bzw. eine geringere Beulgefahr des Stators. Ein weiterer vorteilhafter Effekt bei Reverseflow ist, dass die Differenz der Luftspaltweite bzw. die Differenz der Erregerverluste zwischen kaltem und warmem Zustand kleiner ist, da sich bei Forwardflow-Kühlung der Rotor schwächer erwärmt als der Stator und damit die Temperaturdifferenz zwischen Rotor und Stator größer ist.

Bei Schenkelpolmaschinen sind die Druckverluste beim Pollückeneinlass (radial außen) für Reverseflow größer als für bekannte Forwardflow-Kühlsystemen (Pollückeneinlass radial mittig). Trotzdem wird dieser größere Nachteil durch die oben genannten Vorteil ebenfalls aufgehoben, womit eine Reverseflow-Kühlung mit Fremdventilatoren auch bei Schenkelpolmaschinen einsetzbar ist.

Zur Kühlung der Wickelköpfe gibt es bei einem Reverseflow-Kühlsystem vorteilhaft mehrere Möglichkeiten: (1) Nutzung der axial aus dem Luftspalt und gegebenenfalls den Pollücken strömenden warmen Luft, die als Sekundärströmung aufgrund der Rotation teilweise in den radial außen liegenden Wickelkopfbereich eintritt. (2) Ein Teil der aus der Kühleinrichtung austretenden Kaltluft kann über Bypässe direkt zu den Wickelköpfen der Statorwicklung geführt werden, wodurch eine verbesserte Kühlung erzielt werden kann. (3) Serielle Ventilation des Wickelkopfs mittels geeigneten Luftführungen, bei der die aus dem Luftspalt und gegebenenfalls den Pollücken strömende Kühlluft über die Wickelköpfe geführt wird, was auch zur Drallreduktion und damit für eine Verbesserung der Ventilatoranströmung dient.

Eine verbesserte Kühlung des Rotors oder eine Reduktion des Druckverlustes kann durch radiale Kanäle im Rotor, durch die Kühlmedium strömen kann, erreicht werden.

Vorteilhaft ist es, insbesondere bei Rohrturbinengeneratoren, weiters das aus der Kühleinrichtung austretende Kühlmedium zwischen Stator und Gehäuse zu den Statorschlitz zu führen, da dann das Kühlmedium durch das außen am Gehäuse des Generators vorbeiströmende kalte Triebwasser das Kühlmedium weiter abkühlt, womit unter Umständen die Kühleinrichtung geringer dimensioniert werden kann.

Wenn die Fremdventilatoren auf beiden Seiten des Generators angeordnet werden können, wird eine Reverseflow-Kühlung mit zwei Kühlkreisen ermöglicht, die je eine axiale Hälfte des Generators abdecken. In diesem Fall besteht meist eine einfache Möglichkeit die Strömung über den Wickelkopf zu leiten und so eine doppelte Wirkung zu erzielen: Kühlung des Wickelkopfs und Strömungsgleichrichtung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der beispielhaften, schematischen und nicht einschränkenden Figuren 1 bis 6 beschrieben. Dabei zeigt

Fig. 1 einen Ausschnitt eines Rohrturbinengenerators mit erfindungsgemäßer Reverseflow Kühlung,

5 Fig. 2 einen Ausschnitt eines Querschnitts durch Stator und Rotor mit Schenkelpolwicklung eines Generators,

Fig. 3 bis Fig. 5 verschiedene Varianten einer Reverseflow Kühlung und

Fig. 6 einen Ausschnitt eines weiteren Generatortyps mit Reverseflow Kühlung.

Die vorliegende Erfindung wird im Nachfolgenden anhand von Schenkelpolgeneratoren beschrieben. Fig. 1 zeigt einen Teil eines hinlänglich bekannten Gehäuses 2 einer Rohrturbine, in dem ein Generator 1 angeordnet ist. Dazu ist an einem Ende einer drehbar gelagerten Welle 7 ein Rotor 3 drehfest befestigt und dreht sich folglich mit der Welle 7 mit. Am anderen Ende der Welle 7 und außerhalb des Gehäuses 2 ist eine hier nicht dargestellt, hinlänglich bekannte Turbine, wie z.B. eine Kaplan-Turbine, angeordnet, die die Welle 7 und damit auch den Generator 1 antreibt.

Der Rotor 3 umfasst einen Nabenstern 8, der mit der Welle 7 drehfest verbunden ist und auf dem in bekannter Weise die Rotorwicklung 5 angeordnet ist. Ein Generator 1 einer Rohrturbine ist typischer Weise eine langsam laufende Maschine und weist einen Rotor 3 mit einer Schenkelpolwicklung auf, näheres dazu weiter unten zu Fig. 2.

20 Der Stator 4 ist hier im Gehäuse 2 ortsfest an einer Tragkonstruktion 9 beabstandet vom Gehäuse 2 und koaxial um den Rotor 3 herum angeordnet und trägt Statorwicklungen mit axial herausragenden Wickelköpfen 6.

Rotor 3 und Stator 4 sind dabei herkömmlich und hinlänglich bekannt aufgebaut und angeordnet, weshalb hier nicht näher darauf eingegangen wird.

25 Solche Generatoren 1 müssen aufgrund der elektrischen Verluste entsprechend gekühlt werden, z.B. durch eine Luftkühlung wie in Fig. 1 gezeigt. Dabei wird Kühlluft mittels eines Ventilators 10 im Gehäuse 2 im Kreis umgewälzt, so dass die Kühlluft über alle aktiven Generatorteile, also Stator 3, Rotor 4, Wickelköpfe, geführt wird und dort erwärmt wird, wodurch diese Teile gleichzeitig gekühlt werden. Die erwärmte Kühlluft wird dann in einer Kühleinrichtung 12, wie z.B. ein Wärmetauscher, wieder abgekühlt.

30 Die dargestellte erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kühlung des Generators 1 besteht aus einem Ventilator 10, der fremdgetrieben ist, also nicht an der Welle 7 angeordnet und direkt von dieser angetrieben ist. Der Ventilator 10 kann z.B. über einen separaten, nicht eigens

dargestellten Elektromotor angetrieben werden. Der Ventilator 10 saugt nun über einen Ansaugkanal 14 aus dem Generatorbereich warme Kühlluft 15 an, wobei der Ventilator 10 z.B. ein Radial- oder Axialventilator sein kann. Die warme Kühlluft 15 wird vom Ventilator 10 mit hohem Druck zu einer Kühleinrichtung 12 gefördert, abgekühlt und tritt als kalte Kühlluft 16 aus der Kühleinrichtung 12 aus. Diese kalte Kühlluft 16 wird über einen Zuführkanal 13 zum Stator 4 geführt, in diesem Beispiel zwischen Gehäuse 2 und Stator 4 mittels geeigneter Konstruktionselemente 9. Die kalte Kühlluft 16 wird nun durch die, hier nur angedeuteten, Statorschlitze 28 (siehe auch Fig. 2) des Stators 4 gedrückt, wird also von einer im Wesentlichen axialen in eine im Wesentlichen radial nach innen gerichtete Strömung umgelenkt. Es ist aber natürlich auch denkbar, dass die kalte Kühlluft 16 durch axiale Kanäle im Stator 4 zu den Statorschlitzen 28 geführt wird, z.B. wenn der Stator direkt an der Innenwand des Gehäuses 2 angeordnet wäre.

Die aus den Statorschlitzen 28 austretende erwärmte Kühlluft 17 wird nun wieder in axiale Richtung umgelenkt und strömt beidseitig in axialer Richtung durch den Luftspalt 23 nach außen, wo dieser Teil der Kühlluft 17a weiter erwärmt wird. Bei einem Rotor mit Schenkelpolwicklung wird die aus dem Stator austretende Kühlluft 17 auch radial in die Pollücken 20 des Rotors 3 gedrückt, wo dieser Teil der Kühlluft 17b wieder in axiale Richtung umgelenkt wird, weiter erwärmt wird und ebenfalls beidseitig axial nach außen geführt wird. Am axialen Ende des Luftspalts 23 bzw. des Rotors 3 strömt die nun weiter erwärmte Kühlluft 18 aus. Ein Teil dieser Kühlluft 19 wird auch über die Wickelköpfe 6 der Statorwicklungen 24 geführt, z.B. durch entsprechende Umlenkbleche. Die vereinigte warme Kühlluft 15 wird wieder vom Ventilator 10 angesaugt, womit der Kühlluftkreis geschlossen ist. Dabei wird die warme Kühlluft 18 der zweiten Generatorhälfte durch entsprechende Öffnungen 11 im Nabestern 8 durchgeführt.

Die Strömung durch den Stator 4 und Rotor 3 mit einer Schenkelpolwicklung wird anhand der Fig. 2 verdeutlicht. Die kalte Kühlluft 16 tritt radial in die Statorschlitze 28 des Stators 4 ein. Die Statorschlitze 28 werden wie hinlänglich bekannt durch Distanzstege 26 im geschichteten Statoreisen 25 gebildet. Die Kühlluft 16 strömt (wie durch die Pfeile in Fig. 2 angedeutet) radial nach innen zu den Statorwicklungsstäben 24, die in herkömmlicher Weise in Nuten angeordnet sind. Die nunmehr erwärmte Kühlluft 17 tritt radial aus dem Stator 4 aus und erfährt nun durch den rotierenden Rotor 3 einen Drall. Diese erwärmte Kühlluft 17 wird wie oben beschrieben einerseits durch den Luftspalt 23 axial nach außen geführt. Andererseits dringt die Kühlluft 17 in die Pollücken 20, die in bekannter Weise zwischen den im Rotoreisen 22 angeordneten Rotorwicklungen 21 eines Rotors mit Schenkelpolwicklung entstehen, ein und wird durch die Pollücken 20 axial nach außen geführt.

Im Kühlkreislauf sind natürlich auch einige Abwandlungen möglich, wie nachfolgend anhand der Figuren 3 bis 5 beschrieben wird: Z.B. könnte auch der Rotor 3 Schlitze aufweisen, die zusätzlich zur axialen Strömung eine radiale Durchströmung ermöglichen. Dadurch könnte einerseits zur Erhöhung der Kühlwirkung durch den Rotor 3 zusätzliche radial nach außen (wie in Fig. 3 gezeigt) gerichtete Kühlluftströmungen 31 erzeugt werden, die wiederum als axialer Kühlluftstrom 30 durch die Pollücken 20 des Rotors 3 und/oder durch den Luftspalt 23 axial nach außen geführt wird. Eine nach innen gerichtete radiale Strömung würde andererseits durch Reduktion der axialen Strömung eine Reduktion des Druckverlustes bewirken. Ebenso könnte kalte Kühlluft 16 direkt vom Zuführkanal 13 abgezweigt werden und diese kalte Kühlluft 32 direkt zu den Wickelköpfen 6 der Statorwicklung 24 geführt werden, wie in Fig. 4 gezeigt, wodurch eine verbesserte Kühlung der Wickelköpfe 6 ermöglicht werden würde. Z.B. könnten dazu im Zuführkanal 13 entsprechende Abzweigungen oder Durchbrüche vorgesehen sein, durch die kalte Kühlluft 16 zu den Wickelköpfen 6 geführt wird. Genauso ist es denkbar an jeder Seite des Generators 1 fremdgetriebene Ventilatoren 10 vorzusehen, wie bei beidseitiger Ventilation üblich und wie z.B. in Fig. 5 gezeigt. Dadurch entstehen zwei separate Kühlkreisläufe, die jeweils eine Hälfte des Generators 1 abdecken, wobei jeweils eine Kühleinrichtung 12, aber auch für beide Kühlkreise eine gemeinsame Kühleinrichtung 12 vorgesehen sein kann. Auch eine beliebige Kombination dieser Varianten ist denkbar.

Eine erfindungsgemäße Kühlung ist aber auch bei Generatoren 1 mit Schenkelpolwicklung, die nicht vom Typ Rohrgenerator sind, oder Motoren mit Schenkelpolwicklung möglich, wie z.B. in Fig. 6 gezeigt. Der Kühlkreislauf ist dabei gleich wie oben beschrieben, nur das Fremdventilator und Kühler anders angeordnet sind, sodass hier eine serielle (z.B. beidseitige) Durchströmung der einzelnen aktiven Teile der elektrischen Maschine verwirklicht ist. Die warme Kühlluft 15 strömt von den Ventilatoren 10, die hier beidseitig angeordnet sind, über eine Kühleinrichtung 12 zum Stator 4. Die nunmehr kalte Kühlluft 16 durchströmt den Stator 4 in radialer Richtung durch die angedeuteten Statorschlitze 28. Diese erwärmte Kühlluft 17 strömt axial durch den Luftspalt 23 und die Pollücken 20 nach außen, weiter über die Wickelköpfe 6 und wird wieder vom Ventilator 10 angesaugt. Durch die Strömung entlang der Wickelköpfe 6 wird der Drall im Ventilatorsaugraum 15 reduziert. Eine entsprechende Luftführung im Generator 1 wird wiederum durch Konstruktionselemente 9 verwirklicht.

Die Kühleinrichtungen 12 können dabei auch an unterschiedlichen Stellen angeordnet sein: Z.B. am Statorgehäusemantel, wie häufig für Vertikalgeneratoren verwendet, oder auch im Fundament außerhalb des Generatorgehäuses, wie häufig für Horizontalgeneratoren verwendet.

Ebenso ist es natürlich möglich, über den Umfang verteilt mehrere Fremdventilatoren vorzusehen, z.B. drei bei kleineren Maschinen und bis zu zwölf oder mehr bei großen Maschinen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung einer elektrischen Maschine (1) mit einem Rotor (3) und einem Stator (4) bei dem ein gasförmiges Kühlmedium in der elektrischen Maschine (1) mittels zu-
5 mindestens eines fremdgetriebenen Ventilators (10) im Kreis umgewälzt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** warmes Kühlmedium durch den Ventilator (10) von der elektrischen Maschine (1) angesaugt und zu einer Kühleinrichtung (12) gefördert wird, wo das warme Kühlmedium abgekühlt wird, **dass** das abgekühlte Kühlmedium dem Stator (4) zugeführt wird und dort
10 durch radiale Statorschlitze (28) des Statorblechpaketes (25) radial nach innen geführt und erwärmt wird **und dass** ein Teil des Kühlmediums unter weiterer Erwärmung durch einen Luftspalt (23) zwischen Stator (4) und Rotor (3) axial nach außen geführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrische Maschine (1) einen Rotor (3) mit Schenkelpolwicklung (5) aufweist und ein Teil des aus dem Stator (4) austretenden Kühlmediums in Pollücken (20) des Rotors (3) gedrückt wird und durch die
15 Pollücken (20) axial nach außen geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil des axial aus dem Luftspalt (23) und gegebenenfalls aus den Pollücke (20) austretenden Kühlmediums über einen Wickelkopf (6) des Stators (4) geführt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das axial aus
20 dem Luftspalt (23) und gegebenenfalls aus den Pollücken (20) austretende Kühlmedium über einen Wickelkopf (6) des Stators (4) geführt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil des axial aus dem Luftspalt (23) und gegebenenfalls aus den Pollücken (20) austretenden Kühlmediums durch Öffnungen (11) in einem Nabenstern (8) des Rotors (3) von einer zur
25 anderen Seite des Rotors (3) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil des aus den Statorschlitzen (28) austretenden Kühlmediums durch radiale Kanäle im Rotor (3) durchgeführt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Teil
30 des aus der Kühleinrichtung (12) austretenden Kühlmediums direkt zu den Wickelköpfen (6) der Statorwicklung geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das aus der Kühleinrichtung (12) austretende Kühlmedium zwischen Stator (4) und Gehäuse (2) der elektrischen Maschine (1) zu den Statorschlitzen (28) geführt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
5 aus dem Luftspalt (23) und gegebenenfalls aus den Pollücken (20) austretende warme Kühlmedium auf beiden Seiten der elektrischen Maschine (1) durch jeweils zumindest einen fremdgetriebenen Ventilator (10) angesaugt wird.
10. Vorrichtung zur Kühlung einer elektrischen Maschine (1) mit einem Stator (4) und einem Rotor (3) mit zumindest einem fremdgetriebenen Ventilator (10) zur Umwälzung eines
10 gasförmigen Kühlmediums im Kreis in einem Gehäuse (2) der elektrischen Maschine (1) und einer Kühleinrichtung (12) zum Abkühlen von warmem Kühlmedium, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühleinrichtung (12) auf der Druck- oder Saugseite des Ventilators (10) und der Rotor (3) und Stator (4) auf der Saugseite des Ventilators (10) angeordnet ist **und dass** mit dem Ventilator (10) axial aus einem Luftspalt (23) zwischen Stator (4) und Rotor (3)
15 austretendes warmes Kühlmedium ansaugbar ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotor (3) der elektrischen Maschine (1) Schenkelpolwicklungen (5) mit Pollücken (20) aufweist und mit dem Ventilator (10) axial aus den Pollücken (20) austretendes warmes Kühlmedium ansaugbar ist.
- 20 12. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Mittel vorgesehen ist, mit dem aus der Kühleinrichtung (12) austretendes kaltes Kühlmedium direkt zu einem Wickelkopf (6) einer Statorwicklung führbar ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Rotor (3) radiale von Kühlmedium durchströmbare Kanäle vorgesehen sind.
- 25 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rotorwicklung (5) auf einem Nabenstern (8) des Rotors (3) angeordnet ist und am Nabenstern (8) eine axial durchströmbare Öffnung (11) vorgesehen ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (4) vom Gehäuse (1) der elektrischen Maschine (1) radial beabstandet angeordnet ist
30 und Kühlmedium zwischen Stator (4) und Gehäuse (1) durchströmbar ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** an jeder Seite der elektrischen Maschine (1) zumindest ein fremdgetriebener Ventilator (10) vorgesehen ist.

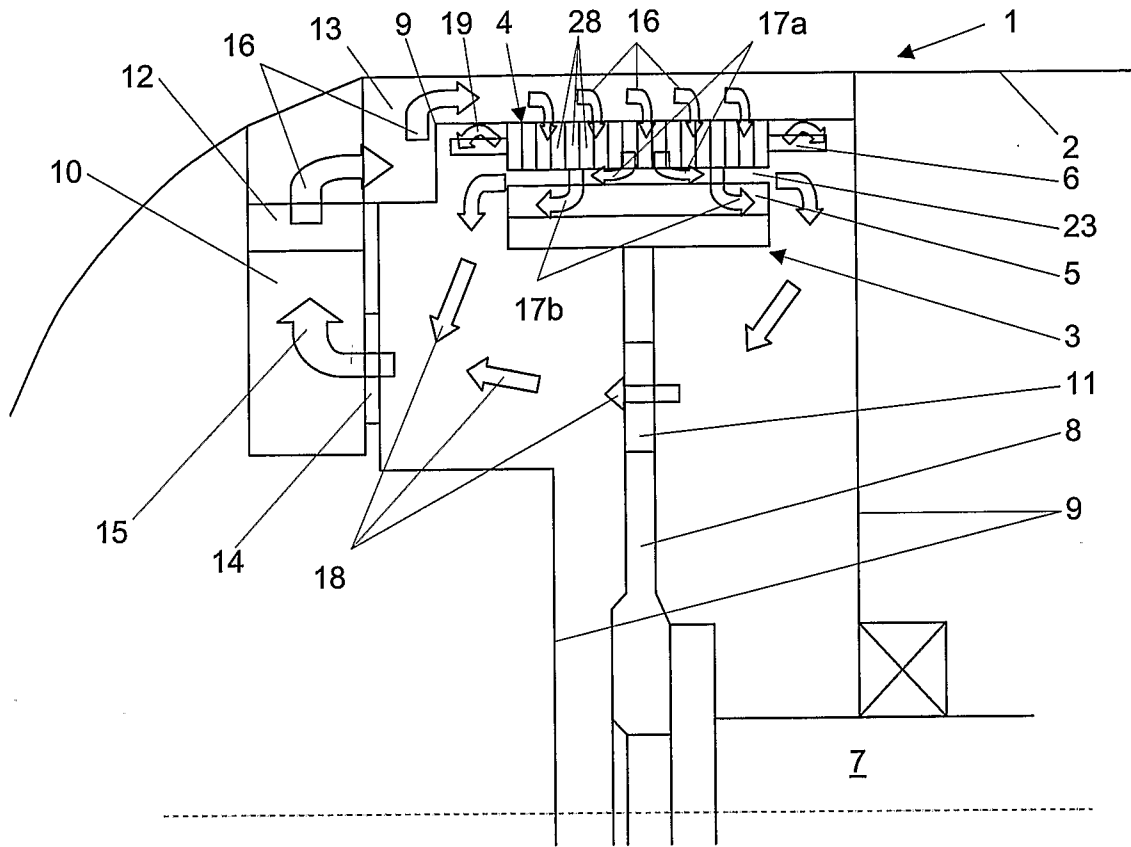


Fig. 1

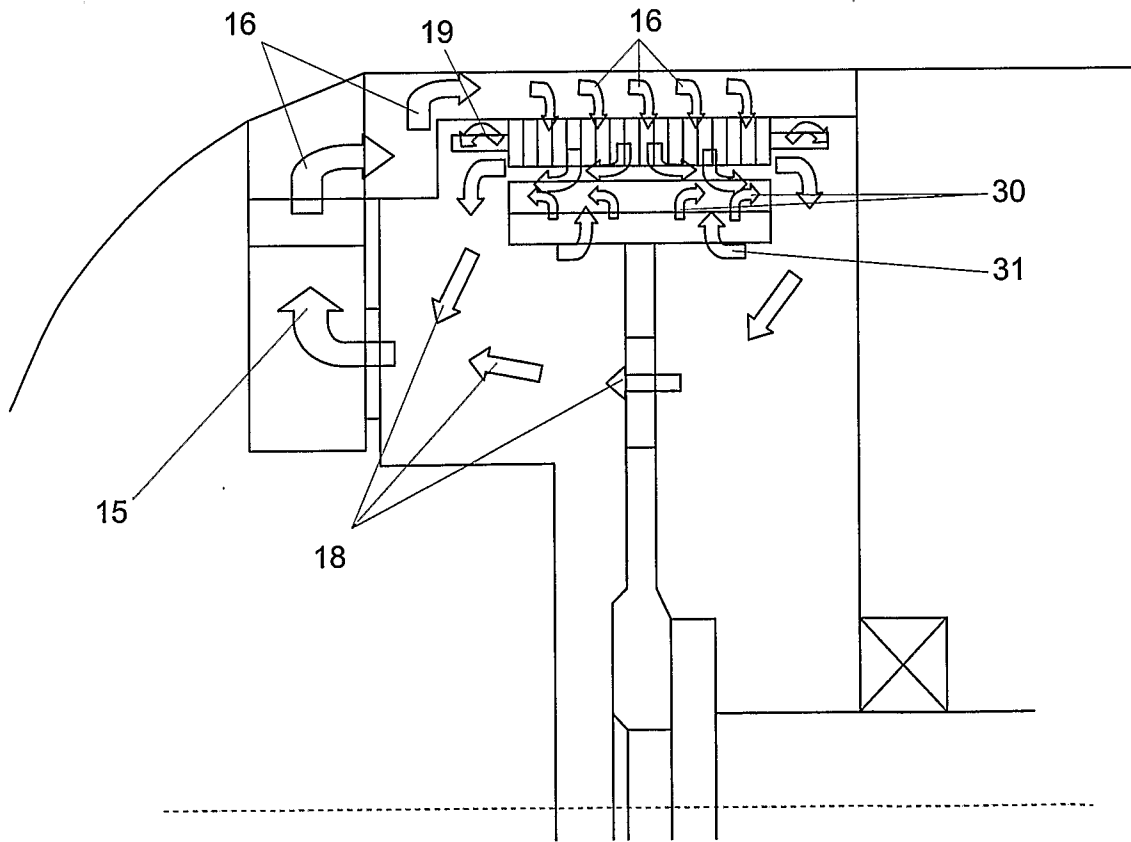


Fig. 3

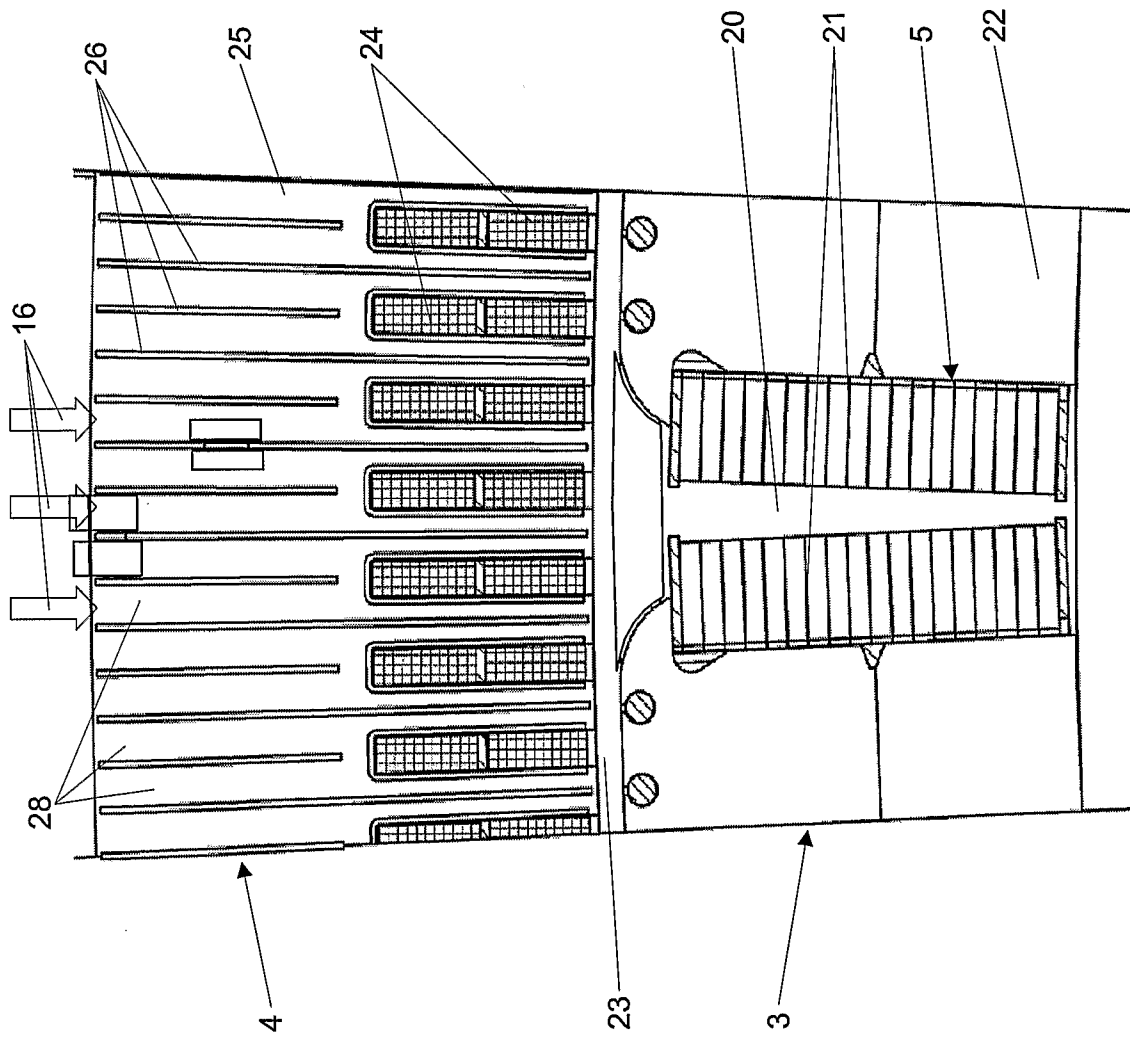


Fig. 2

3/4

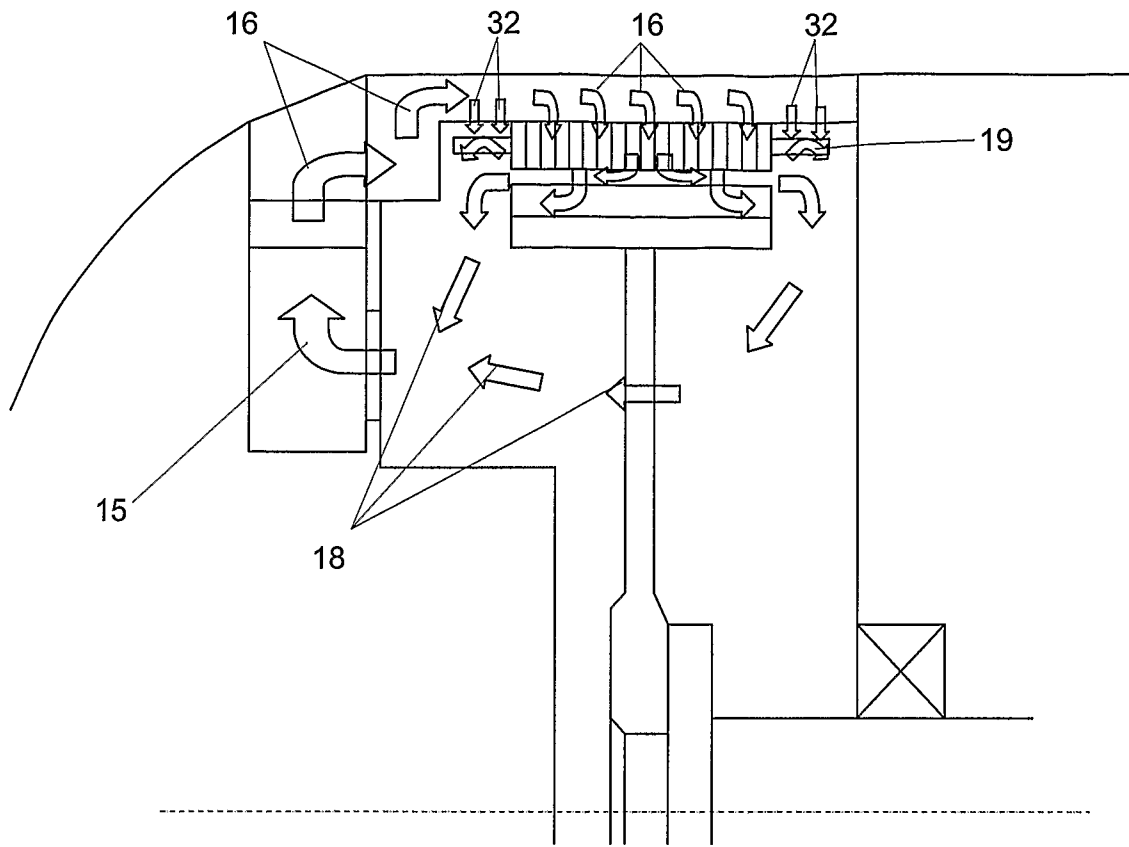


Fig. 4

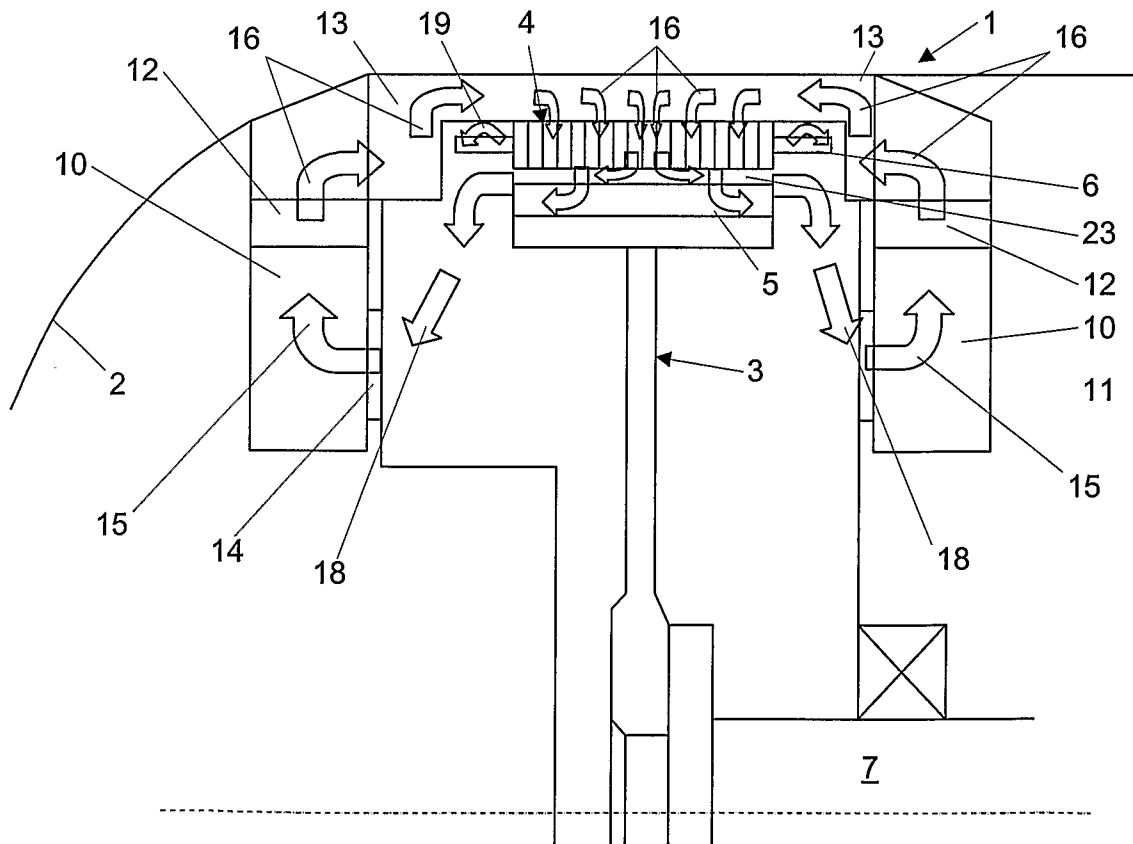


Fig. 5

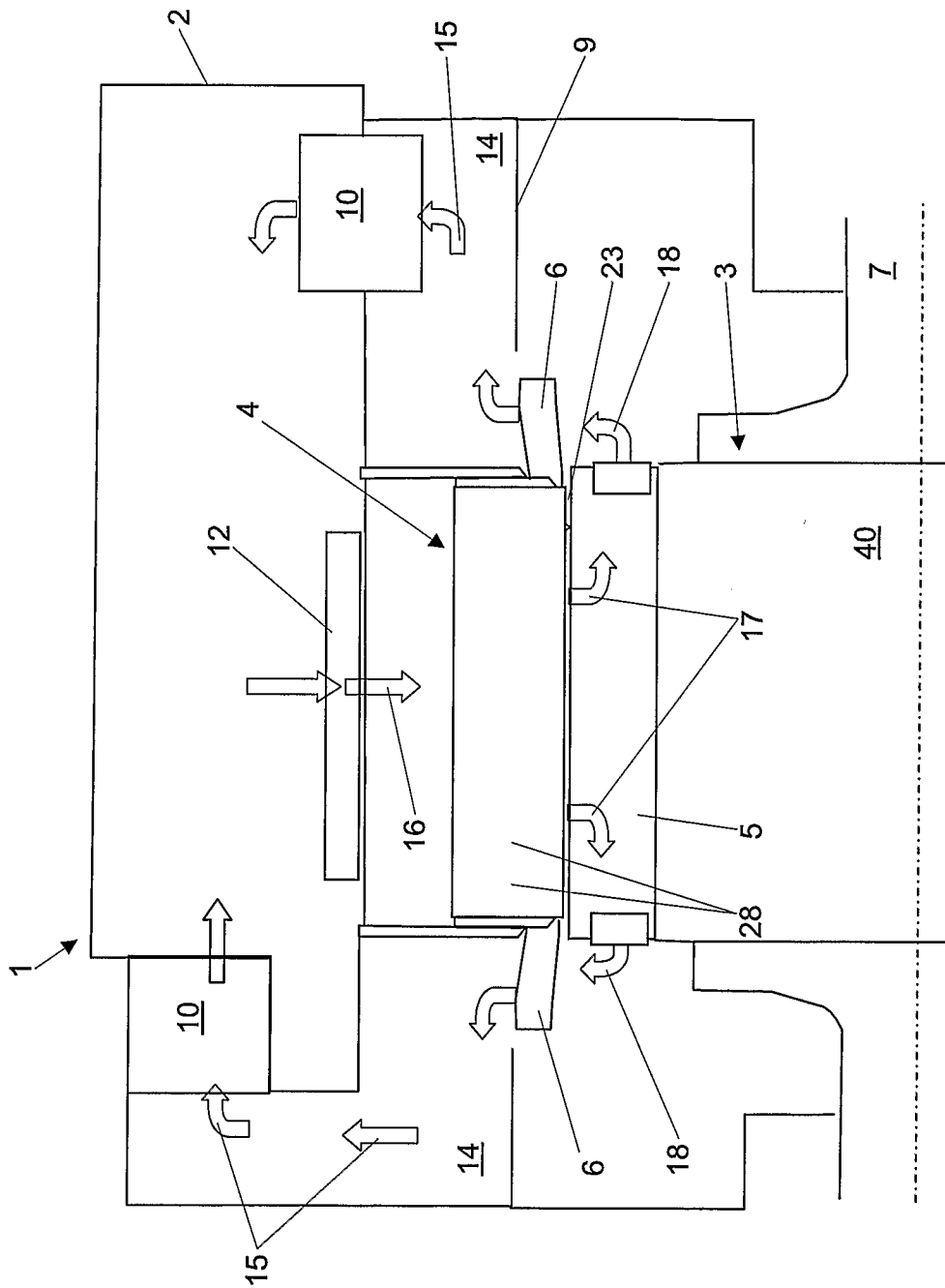


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2007/000300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02K9/18
ADD. H02K1/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K F03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|------------------------|
| X | JP 58 123348 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 22 July 1983 (1983-07-22) abstract; figures 4,5 ----- | 1-4, 8-11,15, 16 |
| X | JP 55 046849 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2 April 1980 (1980-04-02) abstract; figures 3,4 ----- | 10,11, 13-16 |
| X | JP 07 087709 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 31 March 1995 (1995-03-31) abstract; figures 1,2 ----- | 1-6, 10-15 |
| X | JP 58 107042 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 25 June 1983 (1983-06-25) abstract; figure 3 ----- | 1-4,7,8 |
| | -/-- | |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2007

Date of mailing of the international search report

18/10/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roy, Christophe

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2007/000300

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| X | FR 1 022 783 A (ALSTHOM CGEE) 10 March 1953 (1953-03-10) column 3; figure 1 ----- | 1 |
| X | JP 04 133641 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 7 May 1992 (1992-05-07) abstract; figures 1,2 ----- | 1,10 |
| X | JP 04 340347 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 26 November 1992 (1992-11-26) abstract; figures 1,2 ----- | 10 |
| A | SU 855 871 A1 (MAKSIMOV GENNADIJ A [SU]) 15 August 1981 (1981-08-15) figure 1 ----- | 1,10 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/AT2007/000300

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|--|----|------------------|-------------------------|------------------|
| JP 58123348 | A | 22-07-1983 | NONE | |
| JP 55046849 | A | 02-04-1980 | NONE | |
| JP 7087709 | A | 31-03-1995 | NONE | |
| JP 58107042 | A | 25-06-1983 | NONE | |
| FR 1022783 | A | 10-03-1953 | NONE | |
| JP 4133641 | A | 07-05-1992 | NONE | |
| JP 4340347 | A | 26-11-1992 | NONE | |
| SU 855871 | A1 | 15-08-1981 | NONE | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

| |
|---|
| Internationales Aktenzeichen PCT/AT2007/000300 |
|---|

| | | |
|--|---|--|
| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02K9/18 ADD. H02K1/32 | | |
| Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
| B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02K F03B | | |
| Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen | | |
| Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | JP 58 123348 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 22. Juli 1983 (1983-07-22) Zusammenfassung; Abbildungen 4,5 ----- | 1-4, 8-11,15, 16 |
| X | JP 55 046849 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 2. April 1980 (1980-04-02) Zusammenfassung; Abbildungen 3,4 ----- | 10,11, 13-16 |
| X | JP 07 087709 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 31. März 1995 (1995-03-31) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ----- | 1-6, 10-15 |
| X | JP 58 107042 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 25. Juni 1983 (1983-06-25) Zusammenfassung; Abbildung 3 ----- | 1-4,7,8 |
| | -/-- | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie | | |
| * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | | |
| *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *&* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist | | |
| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | | Absenddatum des internationalen Recherchenberichts |
| 9. Oktober 2007 | | 18/10/2007 |
| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016 | | Bevollmächtigter Bediensteter Roy, Christophe |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT2007/000300

| C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
|---|--|--------------------|
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X | FR 1 022 783 A (ALSTHOM CGEE) 10. März 1953 (1953-03-10) Spalte 3; Abbildung 1 ----- | 1 |
| X | JP 04 133641 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 7. Mai 1992 (1992-05-07) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ----- | 1,10 |
| X | JP 04 340347 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 26. November 1992 (1992-11-26) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ----- | 10 |
| A | SU 855 871 A1 (MAKSIMOV GENNADIJ A [SU]) 15. August 1981 (1981-08-15) Abbildung 1 ----- | 1,10 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2007/000300

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| JP 58123348 | A | 22-07-1983 | KEINE | |
| JP 55046849 | A | 02-04-1980 | KEINE | |
| JP 7087709 | A | 31-03-1995 | KEINE | |
| JP 58107042 | A | 25-06-1983 | KEINE | |
| FR 1022783 | A | 10-03-1953 | KEINE | |
| JP 4133641 | A | 07-05-1992 | KEINE | |
| JP 4340347 | A | 26-11-1992 | KEINE | |
| SU 855871 | A1 | 15-08-1981 | KEINE | |