(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2004 018 758 A1** 2005.11.03

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2004 018 758.4**
(22) Anmeldetag: **16.04.2004**
(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**

(51) Int Cl.[7]: **F03D 11/00**
F03D 9/00, H02K 9/00

(71) Anmelder:
Klinger, Friedrich, Prof. Dr.-Ing., 66119 Saarbrücken, DE

(74) Vertreter:
Dr.-Ing. W. Bernhardt u. Dipl.-Phys. Dr. R. Bernhardt, 66123 Saarbrücken

(72) Erfinder:
gleich Anmelder

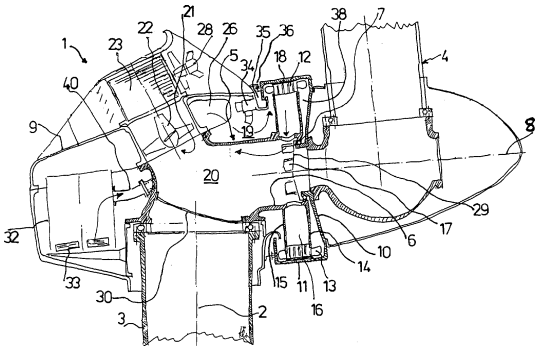
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:
DE 199 19 040 A1
DE 198 02 574 A1
DE 197 36 785 A1
DE 196 36 591 A1
DE 102 33 947 A1
DE 100 18 642 A1
EP 12 00 733 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Turmkopf einer Windenergieanlage**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Turmkopf (1) einer Windenergieanlage, mit einem ohne Zwischenschaltung eines Getriebes durch den Rotor der Windenergieanlage angetriebenen Generator (11-13) und Einrichtungen zur Leitung eines von dem Generator Verlustwärme abführenden Kühlmittelstroms. Erfindungsgemäß weist das Ständerpaket (12) des Generators (11-13) einen oder mehrere, den Kühlmittelstrom durch das Ständerpaket hindurchleitende Kanäle (18; 18a, 45) auf. Vorzugsweise ist als Kanal wenigstens ein sich radial und in Umfangsrichtung des Ständerpakets erstreckender Schlitz (18) gebildet, welcher zum Luftspalt zwischen Läufer (11) und Ständerpaket (12) hin offen ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Turmkopf einer Windenergieanlage, mit einem ohne Zwischenschaltung eines Getriebes durch den Rotor der Windenergieanlage angetriebenen Generator und Einrichtungen zur Leitung eines von dem Generator Verlustwärme abführenden Kühlmittelstroms.

Stand der Technik

[0002] Windenergieanlagen sollen bei möglichst geringem Gewicht und geringen Abmessungen des im Turmkopf untergebrachten Generators möglichst hohe elektrische Leistungen eneichen. Diese Forderung nach hoher Leistungsdichte macht eine wirksamere Kühlung der Generatoren erforderlich, wie dies z.B. in der DE 196 36 591 A1 des Anmelders zum Ausdruck kommt.

[0003] Wie aus der EP 1 200 733 B1 hervorgeht, wird herkömmlich durch angesaugte Außenluft gekühlt, welche den Generator um- und durchströmt und Wärme nach außen abführt. Dabei kommt es durch Feuchtigkeit und Salzgehalt der Außenluft zu verstärkter Korrosion und damit einer Beeinträchtigung der Lebensdauer der Generatoren. Zur Lösung dieses Problems schlägt die EP 1 200 733 B1 vor, einen Kühlkreislauf innerhalb der Windenergieanlage zu bilden, welcher nur Innenluft verwendet, wobei die abzuführende Wärme über die Turmwand oder/und die Wand des Turmkopfs nach außen abgeführt wird.

Aufgabenstellung

[0004] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen neuen Turmkopf zu schaffen, welcher eine weitere Erhöhung der Leistungsfähigkeit und Verbesserung der Dauerhaltbarkeit von Windkraftanlagen ermöglicht.

[0005] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass das Ständerpaket des Generators einen oder mehrere, den Kühlmittelstrom durch das Ständerpaket hindurch leitende Kanäle aufweist.

[0006] Die Kühlungsschlitze nach der Erfindung ermöglichen eine intensivere Kühlung, so dass eine hohe Leistungsdichte, d.h. hohe elektrische Leistung bei geringen Abmessungen und geringem Gewicht des Generators, erreicht werden kann. Insbesondere lässt sich eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Ständerpaket und in den Ständerwicklungen einschließlich der Wickelköpfe erreichen. Für die Leistungsdichte von Generatoren maßgebende Kennzahlen, wie Esson-Zahl oder der Drehschub, der herkömmlich bei 25 bis 30 kN/m^2 liegt, lassen sich verdoppeln.

[0007] Vorzugsweise erstreckt sich als Kanal wenigstens ein Schlitz in Umfangsrichtung sowie radial zur Drehachse des Läufers durch das Ständerpaket hindurch und ist zum Luftspalt zwischen Ständerpaket und Läufer hin offen. Ein Kühlmittelstrom, vorzugsweise Kühlluftstrom, lässt sich so unter intensiver Kühlung des Ständers an den Wickelköpfen der Ständerwicklung vorbei in den Luftspalt und vom Luftspalt in den Schlitz oder umgekehrt leiten. Vorzugsweise umströmt der Kühlmittelstrom dabei die Wickelköpfe.

[0008] Vorzugsweise verlaufen mehrere, sich in Umfangsrichtung des Ständerpakets und radial erstreckende, axial im Abstand angeordnete Schlitze, zweckmäßig zueinander parallel.

[0009] Während es möglich wäre, den Kühlmittelstrom in einem auf den Turm der Windenergieanlage ausgedehnten Kühlmittelkreislauf umlaufen zu lassen, weisen in der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung die Einrichtungen zur Leitung des Kühlmittelstroms einen geschlossenen, ausschließlich innerhalb des Turmkopfs angeordneten Kühlmittelkreislauf auf.

[0010] In dem Kühlmittelkreislauf kann ein Wärmetauscher vorgesehen sein, welcher Wärme aus dem Kühlmittelkreislauf z.B. an den Wärmetauscher durchströmende Außenluft abgibt.

[0011] Bei dem Generator handelt es sich vorzugsweise um einen vielpoligen Synchrongenerator mit Außen- oder Innenläufer, wobei der Läufer ohne Zwischenschaltung eines Getriebes starr mit dem Rotor der Windenergieanlage verbunden ist. Zweckmäßig bildet der Läufer einen Abschnitt der äußeren Oberfläche des Turmkopfs, so dass er unmittelbar von Außenluft umströmt wird, was ferner zur Kühlung des Generators beiträgt und die Stärke des erforderlichen Kühlmittelstroms vorteilhaft weiter herabsetzt.

[0012] Vorzugsweise stellen die Schlitze eine Strömungsverbindung zwischen einem äußeren und einem inneren Strömungsraum her, wobei der äußere Strömungsraum zwischen einer das Ständerpaket und den Rotor der Windenergieanlage haltenden Tragstruktur und einer Außenwand des Turmkopfs und der innere Strömungsraum innerhalb der Tragstruktur gebildet ist.

[0013] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung bildet die Tragstruktur einen außen durch das Ständerpaket begrenzten Ringraum, welcher in Strömungsverbindung mit dem Innenraum eines zur Drehachse des Rotors der Windenergieanlage konzentrischen Rohrabschnitts der Tragstruktur steht. Der Kühlmittelstrom kann so aus dem äußeren Strömungsraum durch die Schlitze im Ständerpaket hindurch in den Ringraum und von dort in den übrigen, durch die Tragstruktur gebildeten inneren Strö-

mungsraum treten.

[0014] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung sind Einrichtungen zur Leitung des Kühlmittelstroms derart vorgesehen, dass der Kühlmittelstrom auf beiden Seiten des Ständerpakets in den Luftspalt zwischen Ständerpaket und Läufer eintreten kann. Somit ist eine gleichmäßige Abkühlung des Ständers, insbesondere der Wickelköpfe, gesichert.

[0015] Als solche Leitungseinrichtungen kommen den genannten Ringraum durchquerende Strömungskanäle in Betracht, die in einen weiteren Ringraum führen, der durch die genannte Tragstruktur den Läufer und eine den Rotor mit dem Läufer verbindende weitere Tragstruktur begrenzt ist. Ausführungsformen mit solchen Strömungskanälen kommen insbesondere dann in Betracht, wenn zur Lagerung des Rotors ein einziges, am freien Ende des genannten Rohrabschnitts der Tragstruktur angeordnetes Lager verwendet wird, welches Drehmomente abtragen kann. Die weitere Tragstruktur kann dann durch eine Stirnwand gebildet sein, welche ringartig von der Nabe des Rotors vorsteht und eine Außenrandabwinklung aufweist, die eine Tragstruktur für die Magnete des Läufers bildet.

[0016] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist in dem Kühlkreislauf wenigstens ein das Kühlmittel im Umlauf haltendes Lüfterrad vorgesehen.

[0017] Der genannte Wärmetauscher steht vorteilhaft von der Außenwand des Turmkopfs nach außen vor, so dass am Turmkopf vorbeiströmende Außenluft ungehindert in ihn eintreten kann.

[0018] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind zwei im Abstand zueinander angeordnete Wärmetauscher vorgesehen, wobei der Kühlmittelstrom des Kühlkreislaufs aus einem Zwischenraum zwischen den Wärmetauschereinheiten in die Wärmetauscher in entgegengesetzten Richtungen eintritt bzw. aus den Wärmetauschern in den Zwischenraum hinein austritt.

[0019] In weiterer Ausgestaltung der Erfindung weist der Kühlmittelkreislauf einen parallelen Zweig zur Kühlung einer im Turmkopf untergebrachten Steuerelektronik auf. Alternativ könnte die Steuerelektronik auch seriell zum Generator in dem Kreislauf angeordnet sein.

[0020] Der Turmkopf kann ferner eine Pump-/Filtereinrichtung aufweisen, die den Innenraum des Turmkopfs unter Überdruck setzt. Am Spalt zwischen einem Außenläufer und der Außenwand des Turmkopfs kann so keine Außenluft in den Turmkopf eintreten. Die Pumpeinrichtung kann mit einer Filtereinrichtung kombiniert sein und aus einem an den Luftspalt angrenzenden Ringraum Luft ansaugen. Auf diese Weise lässt sich der Anteil von außen angesaugter, ggf. feuchter oder salzhaltiger Luft auf ein Minimum reduzieren.

Ausführungsbeispiel

[0021] Die Erfindung soll nun anhand eines Ausführungsbeispiels und der beiliegenden, sich auf dieses Ausführungsbeispiel beziehenden Zeichnungen näher erläutert werden. Es zeigen:

[0022] Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Turmkopf einer Windenergieanlage in einer geschnittenen Seitenansicht,

[0023] Fig. 2 Teile des Turmkopfs von Fig. 1 in einer geschnittenen Rückansicht,

[0024] Fig. 3 eine weitere Teildarstellung des Turmkopfs von Fig. 1 in perspektivischer Ansicht,

[0025] Fig. 4 einen Ausschnitt aus der Schnittansicht von Fig. 1,

[0026] Fig. 5 eine teilweise geschnittene Seitenansicht des Turmkopfs von Fig. 1, welche nur die Hauptbestandteile des Turmkopfs zeigt,

[0027] Fig. 6 eine geschnittene Teilansicht eines Turmkopfs gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel für die vorliegende Erfindung, und

[0028] Fig. 7 eine geschnittene Teilansicht des Turmkopfs von Fig. 6 in perspektivischer Darstellung.

[0029] Ein Turmkopf **1** einer Windenergieanlage ist um eine vertikale Achse **2** drehbar auf einem Turm **3** gelagert, so dass sich die Lage eines am Turmkopf angebrachten Rotors **4** an die jeweilige Windrichtung anpassen lässt.

[0030] Zur Lagerung des Rotors dient ein einziges, zur Aufnahme von Drehmomenten geeignetes Drehlager **7**, das am freien Ende eines Rohrabschnitts **6** einer Tragstruktur **5** des Turmkopfs angeordnet ist. Der Turmkopf ist über diese Tragstruktur **5** und ein Lager **43** mit dem Turm verbunden.

[0031] Die Tragstruktur **5** umgibt ein Gehäuse, das eine im Abstand zu der Tragstruktur **5** angeordnete Außenwand **9** des Turmkopfs bildet.

[0032] Der Rotor **4** ist ohne Zwischenschaltung eines Getriebes über eine Stirnwand **10** starr mit einem Permanentmagnete **42** aufweisenden Außenläufer **11** eines vielpoligen Synchrongenerators verbunden.

[0033] Ein von dem Außenläufer **11** durch einen Luftspalt **41** getrenntes, ringförmiges Ständerpaket

12 mit Wickelköpfen **13** ist auf zueinander im Abstand angeordneten, zu dem Rohrabschnitt **6** konzentrischen Ringwänden **14** und **15**, welche Teile der Tragstruktur **5** bilden, gehalten. Ein zwischen den Ringwänden **14** und **15** gebildeter Ringraum **16** steht über eine Anordnung um den Umfang des Rohrabschnitts **6** verteilter Öffnungen **17** in Strömungsverbindung mit dem Innenraum des Rohrabschnitts **6**.

[0034] Das Ständerpaket **12** weist in bezug auf die Drehachse **8** radiale Schlitze **18** auf, die sich in Umfangsrichtung des Ständerpakets erstrecken und zueinander parallel verlaufen. Die zueinander axial im Abstand angeordneten Schlitze **18** stellen eine Strömungsverbindung zwischen einem äußeren Strömungsraum **19** und einem inneren Strömungsraum **20** her, wobei der äußere Strömungsraum **19** zwischen der weitgehend durch das Gehäuse **9** gebildeten Außenwand des Turmkopfs und der Tragstruktur **5** und der innere Strömungsraum **20** durch die hohle Tragstruktur **5** gebildet ist. Die Schlitze könnten sich zwischen getrennten Blechpaketringteilen durchgehend über den gesamten Umfang des Ständers erstrecken. Zweckmäßig sind die Schlitze jedoch durch über den Umfang verteilte Abstandsstücke unterbrochen.

[0035] An einer Öffnung **21** der Tragstruktur **5** ist ein Lüfterrad **22** angeordnet, welchem eine Anordnung aus zwei, vom Turmkopf vorstehenden Wärmetauschern **23** und **24** nachgeordnet ist. Wie Fig. 2 erkennen lässt, strömt durch das Lüfterrad **22** aus dem inneren Strömungsraum **20** geförderte Luft in einen Zwischenraum **25** zwischen den Wärmetauschern und von dort durch die Wärmetauscher hindurch über jeweils einen Kanal **26** bzw. **27** in den äußeren Strömungsraum **19**. Ein Lüfterrad **28** treibt Wärme abführende Außenluft durch die Wärmetauscher. Bei genügend tiefen Außentemperaturen kann der Lüfter **28** entfallen bzw. der vorhandene Lüfter stillgesetzt oder in seiner Leistung reduziert werden. Statt nur durch Wärmetauscher könnte auch eine Wärmeabgabe allein oder teilweise über die durch das Gehäuse **9** gebildete Außenwand des Turmkopfs erfolgen.

[0036] Der innere Strömungsraum ist durch Sperrwände **29** und **30** gegen den Rotor bzw. Turm abgedichtet, wobei die der Turmspitze zugewandte Sperrwand **30** eine Öffnungsklappe **31** aufweist.

[0037] Der innere Strömungsraum **20** steht ferner in Strömungsverbindung mit eine Leitung **40**, die an ein Gehäuse **32**, in welchem Leistungselektronik umfassende Baugruppen untergebracht sind, angeschlossen ist. Über Eingangsschlitze **33** kann Luft aus dem äußeren Strömungsraum **19** in das Gehäuse **32** eintreten.

[0038] Das Bezugszeichen **34** weist auf eine Pump-/Filtereinheit hin, welche Luft aus einem Ringraum **35** ansaugt. Der Rinraum **35** grenzt an einen zwischen der Wand des Gehäuses **9** und dem Läufer **11** gebildeten Spalt **36** an, wobei der Spalt **36** labyrinthartig abgedichtet ist. Die Pump-/Filtereinheit **34** erzeugt im Inneren des Turmkopfs einen Überdruck, der das Eintreten von Außenluft in den Turmkopf verhindert. Indem zur Überdruckerzeugung Luft aus dem Ringraum angesaugt wird, verrindert sich der Anteil hierfür anzusaugender, ggf. mit Feuchtigkeit und Salz belasteter Außenluft.

[0039] Die Detaildarstellung von Fig. 3 zeigt, dass der Ringraum **16** von Kanälen **37** durchquert ist. Mehrere über den Umfang des Ringraums **16** verteilte solche Kanäle **37** stellen eine Strömungsverbindung zu einem weiteren Ringraum **38** her, welcher durch die Ringwand **14**, die Stirnwand **10** und den Läufer **11** begrenzt ist.

[0040] Wie Fig. 3 ferner erkennen lässt, ist das Ständerpaket **12** auf mit den Ringwänden **14** und **15** verbundenen Querträgerelementen **39** gehalten (in Fig. 1 nicht gezeigt).

[0041] Im Betrieb der Windenergieanlage erzeugt das Lüfterrad **22** im Innern des Turmkopfs **1** einen Kühlluftkreislauf. Kühle Luft aus den Wärmetauschern **23** und **24** strömt durch den äußeren Strömungsraum **19** und gelangt auf direktem Wege sowie indirekt über die Kanäle **37** und den Ringraum **38** auf beide Seiten des Ständerpakets **12**. Die kühlende Luft streicht an den Wickelköpfen **13** vorbei und strömt dann von beiden Seiten her in den Luftspalt **41** zwischen dem Läufer **11** und dem Ständerpaket **12**.

[0042] Durch das Lüfterrad **22** im inneren Strömungsraum **20** erzeugter Unterdruck lässt die Luft durch die Schlitze **18** hindurch in den Ringraum **16** und von dort über die Öffnungen **17** in den weiteren inneren Strömungsraum **20** hineinfließen. Das Lüfterrad **22** drückt die erwärmte Luft aus dem inneren Strömungsraum **20** dann in den Zwischenraum **25** zwischen den Wärmetauschern **23** und **24**. Die in entgegengesetzten Richtungen durch die Wärmetauscher **23** und **24** fließende Luft tritt dann über die Kanäle **26** und **27** wieder in den teilweise ringförmigen äußeren Strömungsraum **19** ein, womit der Kreislauf geschlossen ist.

[0043] Das Lüfterrad **28** sorgt für die Durchströmung des Wärmetauschers mit Außenluft, an welche Wärme aus dem inneren Kühlmittelkreislauf übergeht.

[0044] Der unmittelbar einen Außenwandabschnitt des Turmkopfs bildende Läufer **11** wird durch vorbeiströmende Außenluft wirksam gekühlt.

[0045] Über die Leitung **40** angesaugte Luft tritt aus dem äußeren Strömungsraum **19** durch die Schlitze

33 hindurch in das Gehäuse **32** ein und kühlt die darin angeordneten Elektronikbaugruppen.

[0046] Der Filter in der Pump-/Filtereinheit **34** sorgt dafür, dass z.B. Feuchtigkeit und Salz aus angesaugter Außenluft entfernt werden.

[0047] Durch Variation der Drehgeschwindigkeit des Lüfterrads **22** und/oder des Lüfterrads **28** lässt sich die Temperatur des Generators in gewünschter Weise regeln.

[0048] Es wird nun auf das Ausführungsbeispiel von Fig. 6 und Fig. 7 Bezug genommen, in denen gleiche oder gleichwirkende Teile mit derselben Bezugszahl wie in den vorangehenden Figuren bezeichnet sind, wobei der betreffenden Bezugszahl jeweils der Buchstabe a beigefügt ist.

[0049] Bei dem Ausführungsbeispiel von Fig. 6 und Fig. 7 wird ein Kühlmittelstrom durch einen in der Mitte eines Ständerpakets **12a** angeordneten Schlitzes **18a** radial durch das Ständerpaket hindurch in einen Luftspalt **41a** und von dem Schlitz **18a** durch axiale Kanäle **45** auf beide Seiten des Ständerpakets **12a** geleitet.

[0050] Der Kühlmittelstrom kann in diesem wie bei dem vorangehenden Ausführungsbeispiel von innen nach außen sowie in umgekehrter Richtung gefördert werden.

[0051] Die Kühlleistung der axialen Kühlkanäle **45** lässt sich durch eine Verrippung noch steigern.

[0052] Wie in den Fig. 6 und Fig. 7 anhand von Pfeilen dargestellt ist, umströmt aus dem Luftspalt **41a** austretendes Kühlmittel die Wickelköpfe **13a** auf ihrer Oberseite, während aus den Kanälen **45** austretendes Kühlmittel die Unterseiten der Wickelköpfe **13a** anströmt.

Patentansprüche

1. Turmkopf (**1**) einer Windenergieanlage, mit einem ohne Zwischenschaltung eines Getriebes durch den Rotor der Windenergieanlage angetriebenen Generator (**11**, **12**, **13**) und Einrichtungen zur Leitung eines von dem Generator Verlustwärme abführenden Kühlmittelstroms, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Ständerpaket (**12**) des Generators (**11**, **12**, **13**) einen oder mehrere, den Kühlmittelstrom durch das Ständerpaket (**12**) hindurch leitende Kanäle (**18**; **18a**, **45**) aufweist.

2. Turmkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Kanal wenigstens ein sich in Umfangsrichtung und radial zur Drehachse (**8**) des Läufers (**11**) durch das Ständerpaket (**12**) hindurch erstreckender und zum Luftspalt (**41**) zwischen Ständerpaket (**12**) und Läufer (**1** 1) hin öffnender Schlitz (**18**) vorgesehen ist.

3. Turmkopf nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen zur Leitung des Kühlmittelstroms einen geschlossenen, ausschließlich innerhalb des Turmkopfs (**1**) angeordneten Kühlmittelkreislauf umfassen.

4. Turmkopf nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Kühlmittelkreislauf ein, vorzugsweise von Außenluft durchströmter, Wärmetauscher (**23**, **24**) vorgesehen ist.

5. Turmkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Läufer (**11**) des Generators (**11**-**13**) starr mit dem Rotor (**4**) der Windenergieanlage verbunden ist, wobei der Läufer (**11**) einen Abschnitt der äußeren Oberfläche des Turmkopfs (**1**) bildet.

6. Turmkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schlitze (**18**) eine Strömungsverbindung zwischen einem äußeren (**19**) und einem inneren (**20**) Strömungsraum eines Kühlmittelkreislaufs bilden.

7. Turmkopf nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der äußere Strömungsraum (**19**) durch eine das Ständerpaket (**12**) und den Rotor (**4**) der Windenergieanlage haltende Tragstruktur (**5**) und eine im Abstand zu der Tragstruktur (**5**) angeordnete Außenwand (**9**) des Turmkopfs (**1**) begrenzt und der innere Strömungsraum (**20**) innerhalb der Tragstruktur (**5**) gebildet ist.

8. Turmkopf nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Tragstruktur (**5**) einen außen durch das Ständerpaket (**12**) begrenzten Ringraum (**16**) bildet, der in Strömungsverbindung mit einem zur Drehachse (**8**) des Rotors (**4**) der Windenergieanlage konzentrischen Rohrabschnitt (**6**) der Tragstruktur (**5**) steht.

9. Turmkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Einrichtungen zur Leitung des Kühlmittelstroms derart vorgesehen sind, dass der Kühlmittelstrom auf beiden Seiten des Ständerpakets (**12**) in den Luftspalt (**41**) zwischen dem Ständerpaket (**12**) und dem Läufer (**11**), vorzugsweise unter Umströmung der Wickelköpfe (**13**), eintreten oder aus dem Luftspalt (**41**) austreten kann.

10. Turmkopf nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtungen zur Leitung des Kühlmittelstroms wenigstens einen, den Ringraum (**16**) durchquerenden Strömungskanal (**37**) aufweisen.

11. Turmkopf nach einem der Ansprüche 3 bis

10, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Kühlkreislauf wenigstens ein Lüfterrad (**22**) vorgesehen ist.

12. Turmkopf nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (**24**, **25**) von der Außenwand des Turmkopfs (**1**) nach außen vorsteht.

13. Turmkopf nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwei im Abstand zueinander angeordnete Wärmetauscher (**23**, **24**) vorgesehen sind, wobei der Kühlmittelstrom des Kühlmittelkreislaufs über einen Zwischenraum (**25**) zwischen den Wärmetauschern (**23**, **24**) in die Wärmetauscher eintritt oder in den Zwischenraum (**25**) hinein aus den Wärmetauschern (**23**, **24**) austritt.

14. Turmkopf nach einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Kühlmittelkreislauf einen parallelen Zweig zur Kühlung einer im Turmkopf (**1**) vorgesehenen Leistungselektronik aufweist.

15. Turmkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine den Turmkopf (**1**) unter Innendruck setzende Pumpeinrichtung (**34**) vorgesehen ist.

16. Turmkopf nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Pumpeinrichtung (**34**) mit einer Filtereinrichtung kombiniert ist und aus einem an den Spalt zwischen dem Läufer (**11**) und der Außenwand (**9**) des Turmkopfs (**1**) angrenzenden Ringraum (**35**) Luft ansaugt.

17. Turmkopf nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Geometrie des Kanals bzw. der Kanäle der Verteilung der Wärmeerzeugung innerhalb des Ständerpakets derart angepasst ist, dass durch den Kühlmittelstrom eine homogene Temperaturverteilung im Ständerpaket erreicht wird.

18. Turmkopf nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Weite, Anzahl und der Abstand zwischen den radialen Schlitzen derart variiert, dass eine homogene Temperaturverteilung im Ständerpaket erreicht wird.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

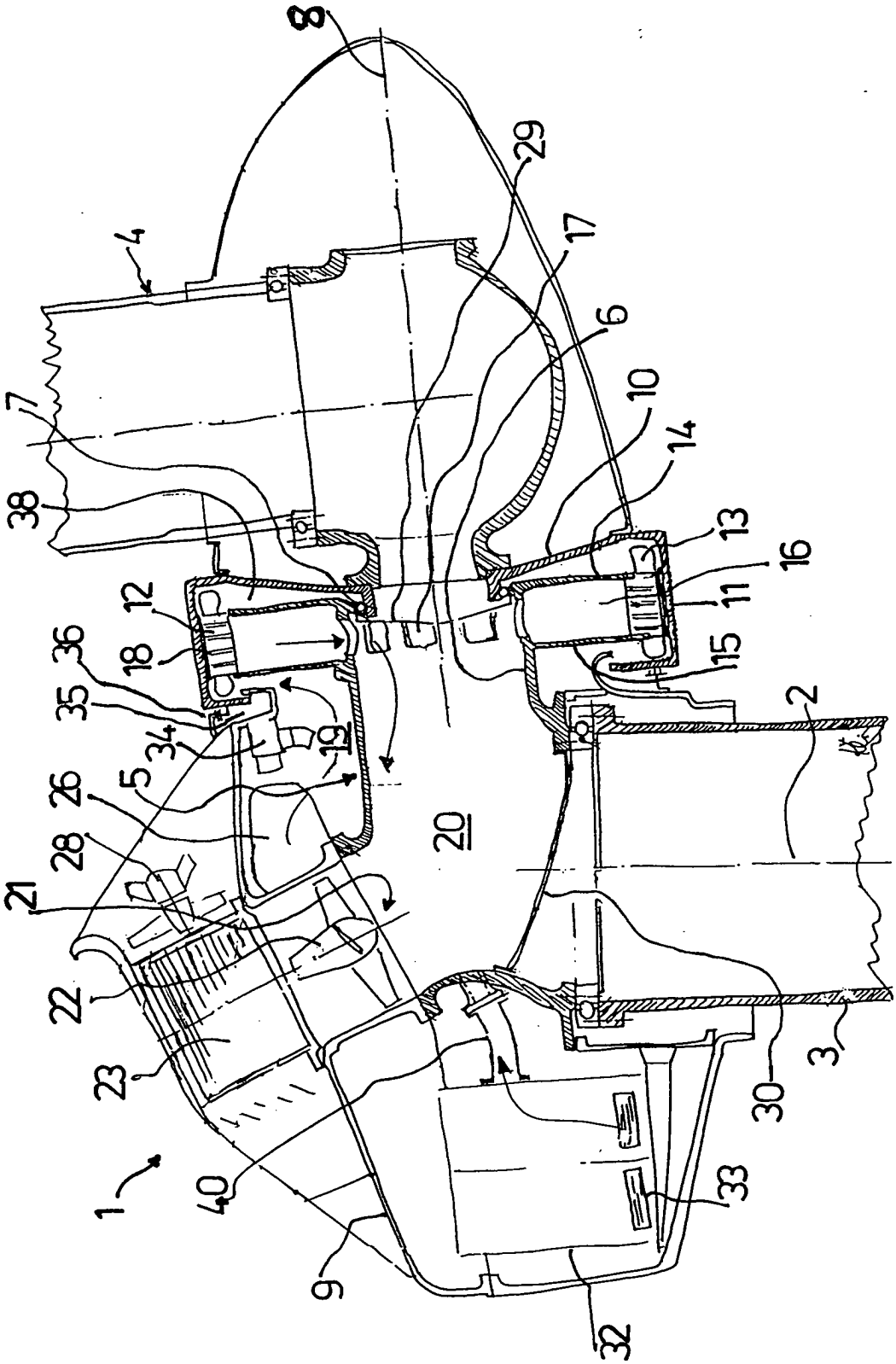


FIG.1

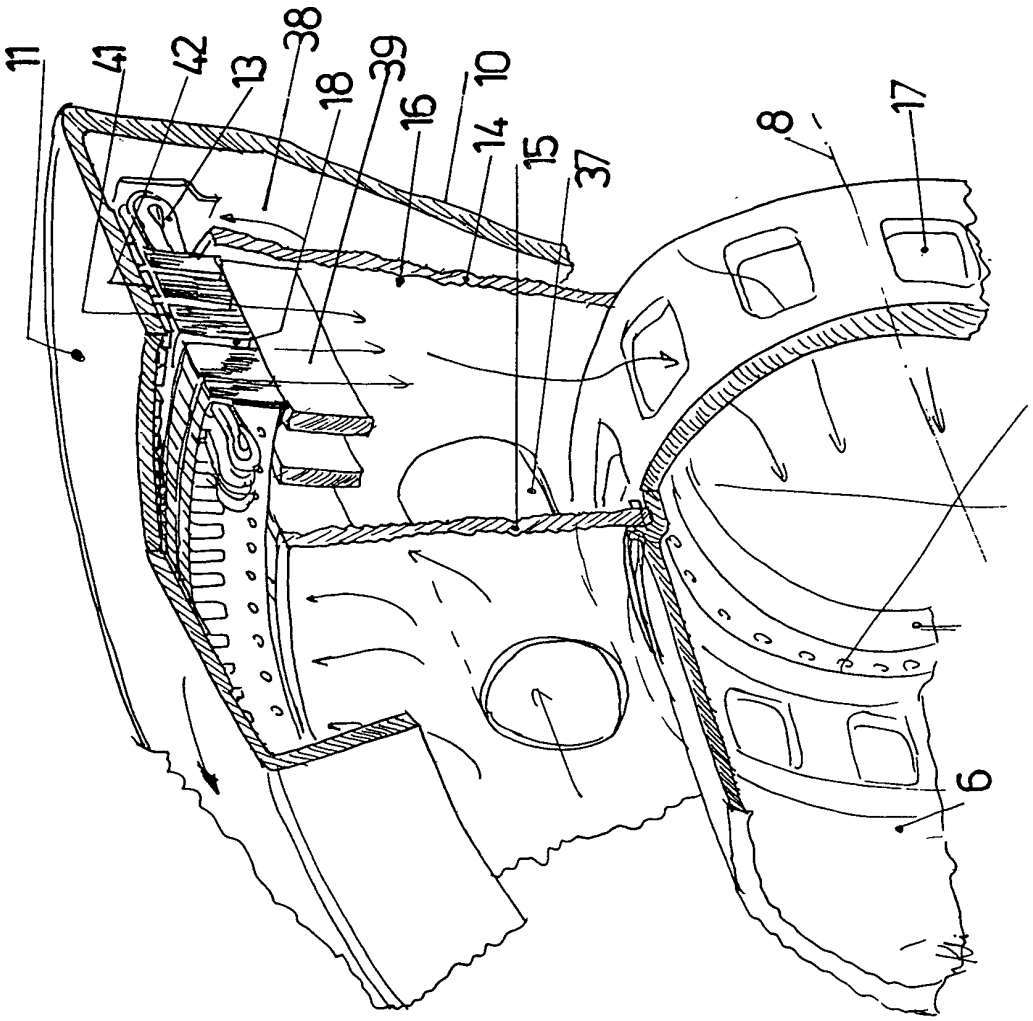


FIG.3

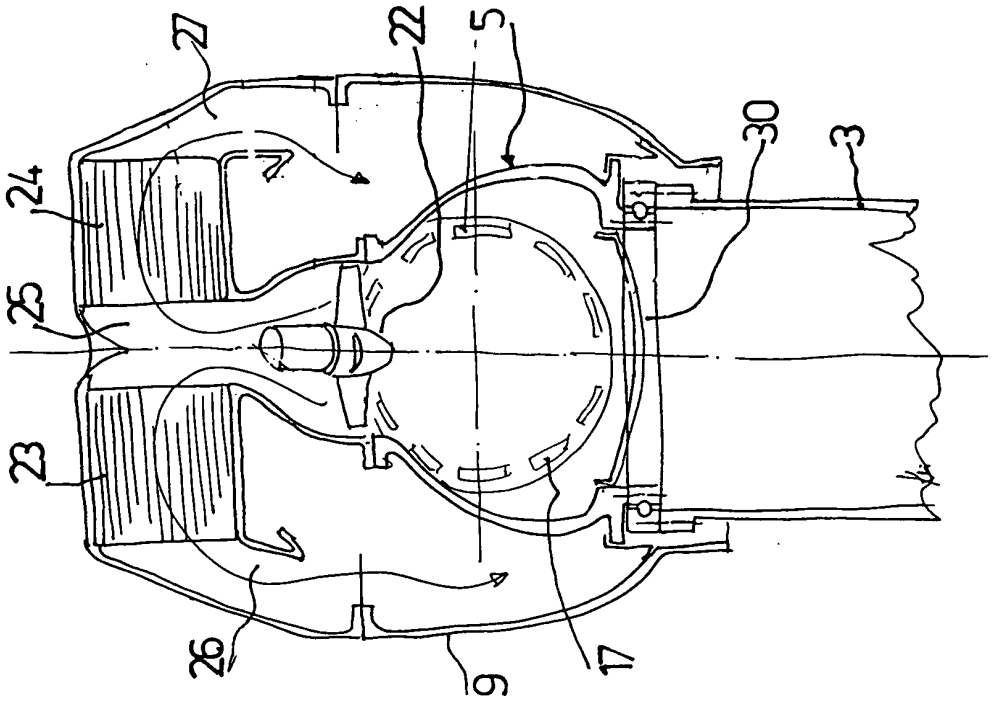


FIG.2

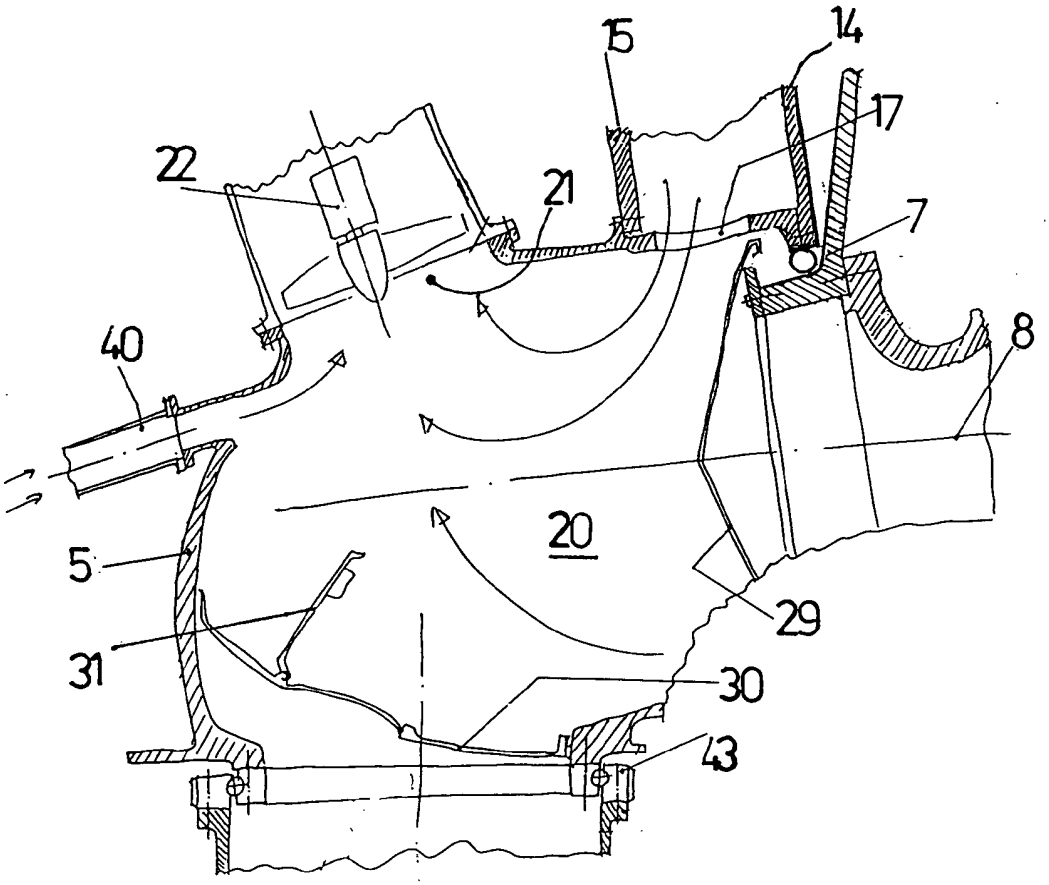


FIG.4

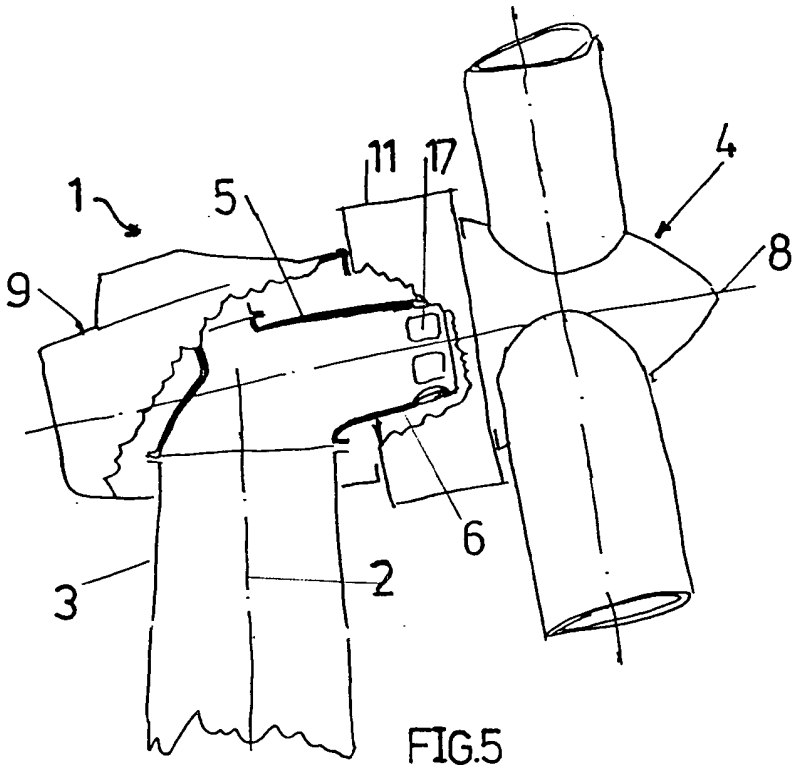


FIG.5

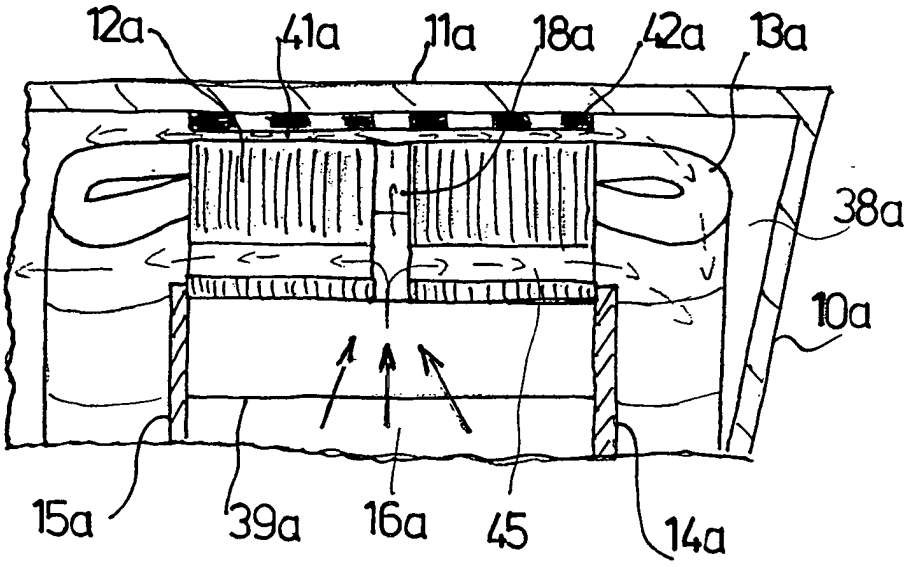

12a
41a
11a
18a
42a
13a
38a
10a
15a
39a
16a
45
14a

FIG.6

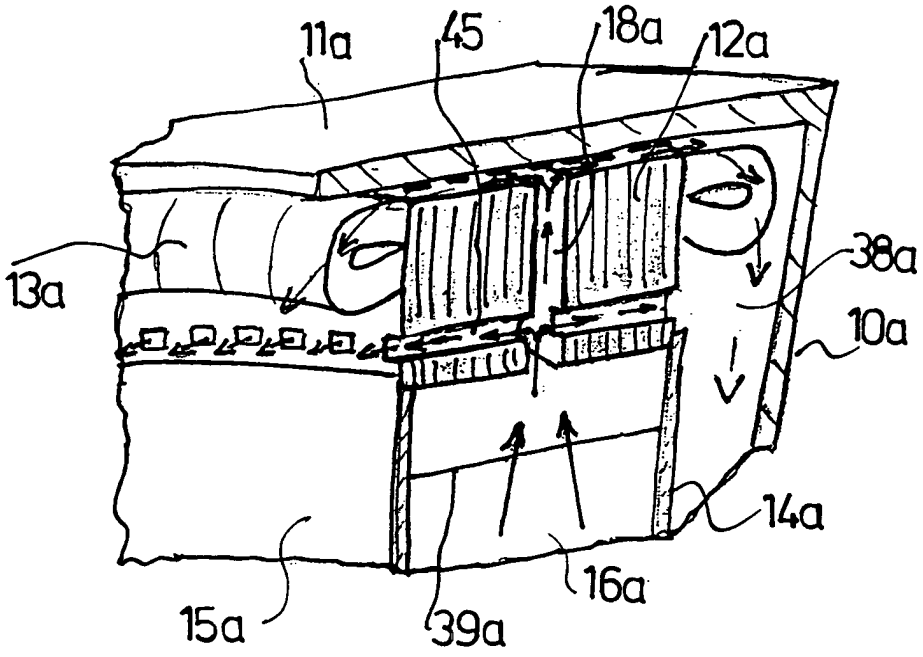

11a
45
18a
12a
13a
38a
10a
14a
16a
15a
39a

FIG.7