

(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
11. März 2010 (11.03.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/025986 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02K 5/20 (2006.01) H02K 9/08 (2006.01)
H02K 9/19 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/059199

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Juli 2009 (17.07.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 045 667.5
3. September 2008 (03.09.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/
DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DORR, Gerhard** [DE/
DE]; Im Himmelreich 24, 90584 Allersberg (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, 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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE,
DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

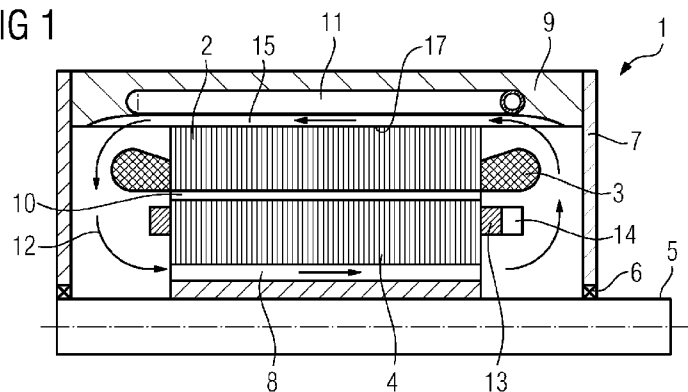
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: DYNAMOELECTRICAL MACHINE HAVING COOLING

(54) Bezeichnung : DYNAMOELEKTRISCHE MASCHINE MIT KÜHLUNG

FIG 1



(57) Abstract: The invention relates to a dynamoelectric machine (1) having – a stator (2) comprising a winding system disposed in axially extending grooves pointing in the direction of an air gap (10), wherein the winding system forms winding heads (3) at the front sides of the stator (2), - a rotor (4) positioned opposite the grooves, said rotor bringing about a rotation of the rotor (4) by means of electromagnetic interaction with the stator (2) across the air gap (10), - a cooling jacket (9) surrounding the stator (2) on the side of the stator (2) facing away from the air gap (10), said cooling jacket (9) having recesses (16) substantially extending in an axial manner, wherein the recesses (16) are equipped with cooling hoses (11), and wherein at least axial sections of said recesses (16) are open toward the rear (17) of the stator (2).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine dynamoelektrische

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Maschine (1) mit - einem Stator (2), der ein Wicklungssystem aufweist, das in axial verlaufenden Nuten angeordnet ist, die zu einem Luftspalt (10) weisen, wobei das Wicklungssystem an den Stirnseiten des Stators (2) Wickelköpfe (3) ausbildet, - einem den Nuten gegenüberliegenden Rotor (4), der durch elektromagnetische Wechselwirkung mit dem Stator (2) über den Luftspalt (10) eine Rotation des Rotors (4) bewirkt, - einem den Stator (2) umgebenden Kühlmantel (9) auf der dem Luftspalt (10) abgewandten Seite des Stators (2) mit im Wesentlichen axial verlaufenden Ausnehmungen (16) des Kühlmantels (9), wobei die Ausnehmungen (16) mit Kühlschläuchen (11) versehen sind, und wobei zumindest axiale Abschnitte dieser Ausnehmungen (16) zum Rücken (17) des Stators (2) offen sind.

Beschreibung

Dynamoelektrische Maschine mit Kühlung

5 Die Erfindung betrifft eine dynamoelektrische Maschine mit einem Stator, einem Stator, der ein Wicklungssystem aufweist, das in axial verlaufenden Nuten angeordnet ist, die zu einem Luftspalt weisen, wobei das Wicklungssystem an den Stirnseiten des Stators Wickelköpfe ausbildet, einem den Nuten gegenüberliegenden Rotor, der durch elektromagnetische Wechselwirkung mit dem Stator über den Luftspalt eine Rotation des Rotors bewirkt, und einem den Stator umgebenden Kühlmantel.

15 Aus dynamoelektrischen Maschinen müssen die im Betrieb anfallenden Verluste (Eisenverluste, Wirbelstromverluste, Hystereseverluste etc.) abgeführt werden. Die seit langem bekannten Kühlprinzipien sind dabei die Luftkühlung und/oder die Flüssigkeitskühlung in den verschiedensten, im Folgenden anhand des Standes der Technik beispielhaft beschriebenen Ausführungen.

20 Aus der DE 91 07 197 U1 ist ein Gehäuse für eine dynamoelektrische Maschine aus Grauguss bekannt, in das eine Rohrschlange aus Stahlrohr eingegossen ist. Zur Kühlung wird eine Kühlflüssigkeit durch das Stahlrohr geleitet, so dass eine Wärmeableitung von dem in das Gehäuse eingebauten Ständerblech über das Graugussgehäuse zum Stahlrohr erfolgt.

30 Aus der DE 196 51 959 A1 ist das Ständergehäuse eines Innenläufermotors bekannt, wobei zur Flüssigkeitskühlung eine das Ständerblechpaket umfassende Kühlrohrschlange in die Einheit aus Ständergehäuse und Ständerblechpaket integriert ist.

35 Aus der DE 101 03 447 A1 ist ein gekühlter Ständer für eine elektrische Maschine mit rotierendem Läufer bekannt, welcher Ständer mit einem Elektroblechpaket gebildet und einen oder mehrere flexibel formbare auf das Blechpaket einwirkende Kühlkanäle für strömendes Kühlmedium im flüssigen oder gas-

förmigen Zustand aufweist, wobei der eine oder die mehreren Kühlkanäle mit einem bzw. mehreren biegsamen Wälzschläuchen aus Metall gebildet ist.

- 5 Nachteilig bei den vorgestellten Lösungen ist, dass der Fertigungsaufwand relativ hoch ist und dass der Läufer nicht ausreichend gekühlt ist.

10 Ausgehend davon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein effizientes Kühlsystem für eine dynamoelektrische Maschine zu schaffen, das einfach aufgebaut auch eine wirksame Läuferkühlung aufweist.

15 Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch eine dynamoelektrische Maschine mit

- einem Stator der ein Wicklungssystem aufweist, das in axial verlaufenden Nuten angeordnet ist, die zu einem Luftspalt weisen, wobei das Wicklungssystem an den Stirnseiten des Stators Wickelköpfe ausbildet,
- 20 - einem den Nuten gegenüberliegenden Rotor, der durch elektromagnetische Wechselwirkung mit dem Stator über den Luftspalt eine Rotation des Rotors bewirkt,
- einem den Stator umgebenden Kühlmantel auf der dem Luftspalt abgewandten Seite des Stators mit im Wesentlichen
- 25 axial verlaufenden Ausnehmungen des Kühlmantels, wobei die Ausnehmungen mit Kühlschläuchen versehen sind, und wobei zumindest axiale Abschnitte dieser Ausnehmungen zum Rücken des Stators offen sind.

- 30 Dabei ergeben sich nunmehr zwei getrennte Kühlkreisläufe. Zum Einen befindet sich im Kühlmantel eine Flüssigkeitskühlung, die durch mäanderförmig verlaufende Kühlschläuche gebildet ist. Diese Kühlschläuche sind in Umfangsrichtung betrachtet mäanderförmig vorzugsweise in Ausnehmungen angeordnet, so
- 35 dass Umlenkungen bzw. Biegungen der Kühlschläuche zwischen den einzelnen axial verlaufenden Passagen der Ausnehmungen im Bereich über den Wickelköpfen des Stators stattfindet.

Dabei gibt es erfindungsgemäß mehrere Möglichkeiten der Strömungsumkehr dieser Flüssigkeitskühlung.

5 Zum Einen können bereits diese Ausnehmungen im Kühlmantel vorhanden sein, so dass die Kühlschläuche im Bereich der Umlenkungen bzw. Biegungen zumindest nach außen hin komplett von Gussmaterial umgeben sind. Zumindest axial verlaufende Abschnitte dieser mäanderförmig verlaufenden Kühlschläuche, also die geraden Abschnitte der Ausnehmungen sind zum Rücken
10 des Stators offen und bilden somit einen Teil eines zweiten Kühlkreislauf, der vorzugsweise als innerer geschlossener Luftkreislauf ausgebildet ist.

15 Die Umlenkungen bzw. Biegungen der Kühlschläuche können zum anderen ebenso frei, d.h. außerhalb ihres jeweiligen Kühlmantels ausgebildet sein und bilden somit an den Stirnseiten des Kühlmantels, in dem Bereich über den Wickelköpfen des Stators eine Anordnung von luftumströmtem Umlenkungen.

20 Die Luft zirkuliert aber in jedem Fall innerhalb der dynamoelektrischen Maschine über den Luftspalt und/oder axiale geschlossene Ausnehmungen im Rotor über den Wickelkopf zu diesen axial verlaufenden Luftkühlkanälen, die in direktem Kontakt zu den Kühlschläuchen der Flüssigkeitskühlung stehen.

25 Die gekühlte Luft passiert beim Austritt aus dem Rücken des Stators erneut den anderen Wickelkopf und schließt somit den Luftkühlkreislauf. Eine Förderung des Kühlkreislaufs gelingt insbesondere dadurch, dass beispielsweise bei Kurzschlussläufern die Kurzschlussringe mit Lüfterflügeln versehen sind.

30 Bei anderen Läufern beispielsweise Läufer mit Permanentmagneten kann ein zusätzlicher Lüfter auf der Welle ebenso für die Luftströmung des Luftkreislaufes sorgen. Dabei wird insbesondere in vorteilhafter Weise der Rotor nicht nur über den Luftspalt entwärmt, sondern gleichzeitig durch eine eigene
35 Kühlung und einen eigenen Kühlkreislauf gekühlt.

Eine andere Ausführung, bei der die Kühlschläuche nicht eingegossen sind, ergibt sich dadurch, dass in einen Kühlmantel

aus Metall mit vorgegebenen Ausnehmungen die Kühlschläuche aus Silikon oder Gummi oder als Edelstahl-Wellschläuche ausgeführten Kühlschläuche in den Kühlmantel eingedrückt oder eingeschnappt werden.

5

In jedem Fall ist erfindungsgemäß ein ausreichender Wärmekontakt der Kühlschläuche zum Kühlmantel und ebenso über die teiloffenen Ausnehmungen zur Luftströmung vorhanden.

- 10 In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung werden, da die Lagerschilde ebenfalls eine Wärmequelle darstellen, an den Lagerschilden ebenfalls Kühlrippen vorgesehen, um so möglichst viel Abwärme nicht nur vom Rotor oder Wickelkopf sondern auch von den Lagern an den Luftkühlkreislauf abgeben zu
15 können. Diese im Inneren zirkulierende Luft wird über den Luftkühlkanal im Rücken des Stators durch die Kühlschläuche abgekühlt.

- Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der
20 Erfindung gemäß Merkmale der Unteransprüche sind den in den Zeichnungen dargestellten prinzipiellen Ausführungsbeispielen zu entnehmen. Darin zeigen:

- FIG 1 einen Teillängsschnitt einer dynamoelektrischen Maschine,
25 FIG 2 einen Kühlmantel,
FIG 3 einen Abschnitt des Kühlmantels.

- FIG 1 zeigt eine dynamoelektrische Maschine 1, mit einem Stator 2, in den ein nicht näher dargestelltes Wicklungssystem in dafür vorgesehene Nuten eingelegt ist, wobei das Wicklungssystem an den Stirnseiten des Stators 2 jeweils einen Wickelkopf 3 ausbildet. Des Weiteren ist ein Rotor 4 dargestellt, der in diesem Ausführungsbeispiel als Kurzschlussläufer
35 ausgebildet ist und einen Kurzschlussring 13 aufweist. Der Rotor 4 ist mit einer Welle 5 drehfest verbunden.

Zumindest auf einer Seite des Rotors 4 befindet sich an dem Kurzschlussring 13 ein oder mehrere Lüfterflügel. Bei Drehung des Rotors 4 wird durch die Lüfterflügel eine Luftbewegung verursacht, die eine gerichtete Luftströmung also einen Luft-

5 kreislauf 12 bewirkt, wie er unten noch näher beschrieben wird. Die Welle 5 ist über Lager 6 gelagert, wobei die Lager 6 durch Lagerschilde 7, in diesem Fall prinzipiell dargestellt, mit dem Kühlmantel 9 mechanisch verbunden sind.

10 Im Kühlmantel 9 sind mäanderförmig ein oder mehrere Kühlschläuche 11 eingegossen bzw. eingelegt, wobei die Ausnehmungen, in denen sich die Kühlschläuche befinden, insbesondere eingegossen, eingesetzt oder eingeschnappt sind. Zum Rücken 17 des Stators 2 gewandt, bildet eine Öffnung der Ausnehmung

15 16, einen axial verlaufenden Luftkühlkanal 15.

Ein Luftkreislauf 12 stellt sich nunmehr derart ein, dass über einen Luftspalt 10, gegebenenfalls zusätzlich ergänzt durch einen Läuferkühlkanal 8 eine Luftströmung durch einen

20 Lüfterflügel 14 oder einen separaten auf der Welle 5 angeordneten Lüfterflügel bewirkt wird, der am Lagerschild 7 als auch am Wickelkopf 3 vorbei streicht, und die aufgewärmte Luft über die Luftkühlkanäle 15 an die Kühlschläuche 11 in den Ausnehmungen 16 abgibt. Die in dem Flüssigkeitskreislauf

25 der Kühlschläuche 11 abgegebene Wärme wird außerhalb der dynamoelektrischen Maschine 1 rückgekühlt.

Des Weiteren nehmen die Kühlschläuche 11 aufgrund der direkten Verbindung des Kühlmantels mit dem Rücken 17 des Stators

30 auch die Abwärme des Stators 2 aus dem Blechpaket auf, und führen diese ebenfalls ab.

Die gekühlte Luft des Luftkreislaufes tritt am anderen Ende des Luftkühlkanals 15 aus und bestreicht erneut Wickelkopf 3

35 und Lagerschild 7. Damit schließt sich der geschlossene interne Luftkreislauf 12.

FIG 2 zeigt in einer prinzipiellen Darstellung, den mäanderförmigen Verlauf der Kühlschläuche 11. Dabei können diese Kühlschläuche 11 als Edelstahl-Wellschläuche oder als Gummi- oder Silikonschläuche ausgeführt sein. Entscheidend ist die
5 leichte Verarbeitung, die einfache Biegsamkeit für enge Schleifen der Mäander, als auch die thermische Leitfähigkeit des Materials.

In einem Schnitt durch den abgewickelten Kühlmantel gemäß FIG
10 3 wird dargestellt, wie die Kühlschläuche 11 in den Ausnehmungen 16 angeordnet sind. Dabei wird klar, dass die Abschnitt 18 des Kühlmantels 9 direkt auf dem Rücken 17 des Stators aufliegen. Damit wird die Wärme des Stators 2, beispielsweise ohmsche Verluste des Wicklungssystems über den
15 thermisch gut angekoppelten Kühlmantel 9 an die Kühlschläuche 11 abgegeben. Zusätzlich wird durch die Luftkühlkanäle 15 dem Luftkreislauf 12 Wärme entzogen.

Patentansprüche

1. Dynamoelektrische Maschine (1) mit
- einem Stator (2) der ein Wicklungssystem aufweist, das in
5 axial verlaufenden Nuten angeordnet ist, die zu einem Luftspalt (10) weisen, wobei das Wicklungssystem an den Stirnseiten des Stators (2) Wickelköpfe (3) ausbildet,
 - einem den Nuten gegenüberliegenden Rotor (4), der durch
10 elektromagnetische Wechselwirkung mit dem Stator (2) über den Luftspalt (10) eine Rotation des Rotors (4) bewirkt,
 - einem den Stator (2) umgebenden Kühlmantel (9) auf der dem
Luftspalt (10) abgewandten Seite des Stators (2) mit im Wesentlichen axial verlaufenden Ausnehmungen (16) des Kühlmantels (9), wobei die Ausnehmungen (16) mit Kühlschläuchen
15 (11) versehen sind, und wobei zumindest axiale Abschnitte dieser Ausnehmungen (16) zum Rücken (17) des Stators (2) offen sind.
2. Dynamoelektrische Maschine (1) nach Anspruch 1, d a -
20 d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Kühlschläuche (11) mäanderförmig in den Ausnehmungen (16) angeordnet sind, derart, dass die Mäander an den Stirnseiten des Kühlmantels (9) oder durch die Kühlschläuche (11) selbst gebildet sind.
- 25 3. Dynamoelektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Kühlschläuche (11) aus Silikon oder Gummi, aus einem Edelstahl-Wellenschlauch oder einem anderen therimisch leitfähigen und biegbaren Material bestehen.
- 30 4. Dynamoelektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Rotor (4) axial verlaufende, mit geschlossener Kontur versehene Läuferkühlkanäle (8) aufweist, die zusammen mit den zum Rücken (17) des Stators (2) offenen Ausnehmungen (16) einen geschlossenen Luftkreislauf (12) ausbilden.
- 35

5. Dynamoelektrische Maschine (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlschläuche (11) in dem Kühlmantel (9) eingegossen oder eingeschnappt sind.

1/1

FIG 1

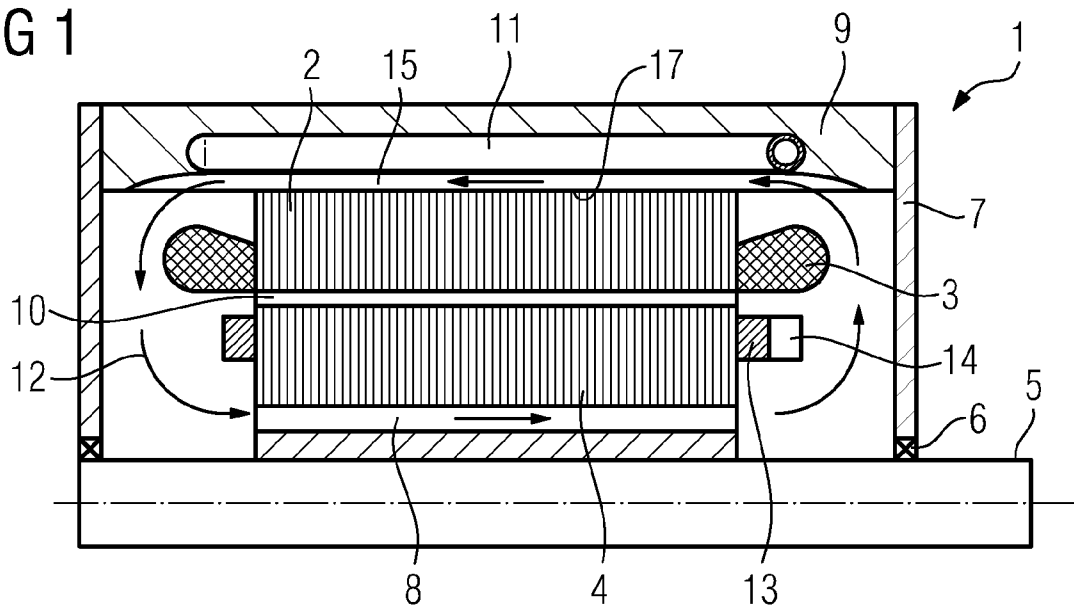


FIG 2

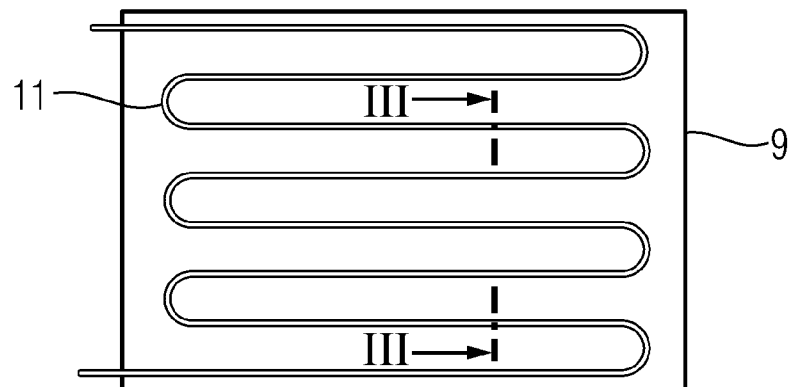


FIG 3

