

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-110206

(P2010-110206A)

(43) 公開日 平成22年5月13日(2010.5.13)

(51) Int.Cl.	F I			テーマコード (参考)		
<b>H02K</b> 9/04 (2006.01)	H02K	9/04	Z	3L103		
<b>F28D</b> 1/047 (2006.01)	F28D	1/047	Z	5E322		
<b>H05K</b> 7/20 (2006.01)	H05K	7/20	N	5H609		
<b>H02K</b> 9/18 (2006.01)	H02K	9/18	A			

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2009-247352 (P2009-247352)  
 (22) 出願日 平成21年10月28日 (2009.10.28)  
 (31) 優先権主張番号 08018800  
 (32) 優先日 平成20年10月28日 (2008.10.28)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 390039413  
 シーメンス アクチエンゲゼルシャフト  
 Siemens Aktiengesellschaft  
 ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン  
 ヴィッテルスバッハープラッツ 2  
 Wittelsbacherplatz  
 2, D-80333 Muenchen,  
 Germany  
 (74) 代理人 100061815  
 弁理士 矢野 敏雄  
 (74) 代理人 100094798  
 弁理士 山崎 利臣

最終頁に続く

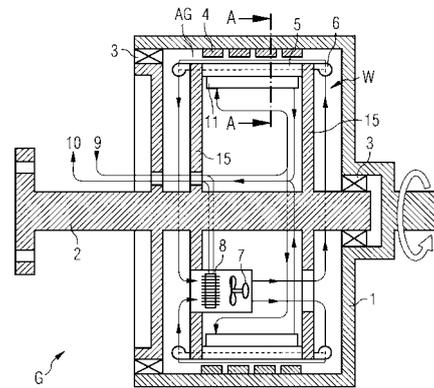
(54) 【発明の名称】 電気機械の冷却のための装置

(57) 【要約】

【課題】従来の電気機械の冷却に対してさらに改善された装置を提供すること。

【解決手段】電気機械 (G) は、ローター (1) とステーター (2) を含み、前記ローター (1) とステーター (2) の間にエアギャップ (AG) が設けられており、さらに前記電気機械 (G) は、当該電気機械 (G) 内部に空気を循環させる空気冷却装置 (7) と当該電気機械 (G) 内部に液体を循環させる液体冷却装置を含み、前記空気冷却装置 (7) と液体冷却装置は、空気 - 液体熱交換器 (8) によって接続され、前記空気 - 液体熱交換器 (8) は、冷却液体による当該電気機械 (G) からの放熱に用いられている。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

電気機械（G）の冷却のための装置において、

前記電気機械（G）は、ローター（1）とステーター（2）を含み、前記ローター（1）とステーター（2）の間にエアギャップ（AG）が設けられており、

さらに前記電気機械（G）は、当該電気機械（G）内部に空気を循環させる空気冷却装置（7）と当該電気機械（G）内部に液体を循環させる液体冷却装置（8, 9, 10, 11, 12）を含み、ここにおいて、

前記空気冷却装置（7）と液体冷却装置（8, 9, 10, 11, 12）は、空気 - 液体熱交換器（8）によって接続されており、前記空気 - 液体熱交換器（8）は、冷却液体による当該電気機械（G）からの放熱に用いられていることを特徴とする装置。

10

## 【請求項 2】

前記ステーター（2）は複数の積層板（5）からなり、さらに前記複数の積層板（5）は、複数のスロット（5a）からなり、該複数のスロット（5a）は、ステーター（2）のコイルの金属巻線（14）の支持に用いられている、請求項 1 記載の装置。

## 【請求項 3】

前記ステーター（2）は、当該電気機械（G）のインナーステーターとして配置構成されており、それに対して前記ローター（1）は当該電気機械（G）のアウトローターとして配置構成されている、請求項 1 または 2 記載の装置。

## 【請求項 4】

前記ステーターコイルは積層板（5）のスロット（5a）から突出して当該ステーターコイルの巻線ヘッド（6）を形成している、請求項 2 または 3 記載の装置。

20

## 【請求項 5】

前記空気冷却装置（7）はファンからなっている、請求項 1 記載の装置。

## 【請求項 6】

前記空気冷却装置（7）は、エアギャップ（AG）とステーターコイルの巻線ヘッド（6）を通して空気を循環させるために配置されている、請求項 1 から 5 いずれか 1 項記載の装置。

## 【請求項 7】

前記空気 - 液体熱交換器（8）は、冷却液体インレット（9）と冷却液体アウトレット（10）に接続されており、前記冷却液体インレット（9）と冷却液体アウトレット（10）は、冷却液体の移送と前記熱交換器（8）からの放熱のために使用されている、請求項 1 記載の装置。

30

## 【請求項 8】

前記液体冷却装置（8, 9, 10, 11, 12）は、複数の中空パイプ（11）を含んでおり、前記中空パイプは前記空気 - 液体熱交換器（8）への冷却液体の移送と前記空気 - 液体熱交換器（8）からの冷却液体の移送に用いられており、さらに前記中空パイプ（11）の端部は前記液体冷却装置を形成すべく冷却液体インレット（9）と冷却液体アウトレット（10）に接続されている、請求項 1 から 7 いずれか 1 項記載の装置。

## 【請求項 9】

前記積層板（5）の第 1 の側は、当該積層板（5）のスロット（5a）を含んでおり、さらに前記積層板（5）の第 1 の側は、エアギャップ（AG）に面しており、前記積層板（5）の第 1 の側に対向している第 2 の側は、液体冷却装置（11）と熱的接続されている、請求項 1 から 8 いずれか 1 項記載の装置。

40

## 【請求項 10】

前記熱的接続は、溶接として形成されている、請求項 9 記載の装置。

## 【請求項 11】

前記中空パイプ（11）は、積層板（5）の統合されたパーツの一部である、請求項 8 記載の装置。

## 【請求項 12】

50

前記中空パイプ(11)は、ステーターコイル(2)の金属巻線(14)の統合されたパーツの一部であるか、及び/又は、

前記中空パイプ(11)は、前記積層板(5)のスロット(5a)の統合されたパーツの一部である、請求項8記載の装置。

【請求項13】

前記中空パイプ(11)は、金属性が若しくはセラミック性である、請求項8記載の装置。

【請求項14】

前記電気機械(G)は、風力タービンのナセル内側に配置されたジェネレータ(G)である、請求項1記載の装置。

10

【請求項15】

前記電気機械(G)は、全体として外殻によって包み込まれており、それにより当該電気機械(G)内部の空気のみが空気冷却の目的で循環される、請求項1記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電気機械の冷却のための装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は好ましい実施例によれば、全体が殻若しくはハウジングで密閉された大型の電気機械に関する。

20

【0003】

一般にこのような電気機械はオーミック抵抗や鉄ヒステリシス等によって作動中に生じる放熱に対する冷却を必要とする。

【0004】

小型の電気機械では、機械の内部から表面への熱伝導による冷却が可能である。しかしながらこのような冷却は電力定格と熱発生割にはその表面が小さい大型機械では不可能である。

【0005】

例えば機械がハウジングなしで屋内の乾燥した雰囲気環境に設置されるのなら、冷却は機械を通過する周辺空気の循環によって行われる。

30

【0006】

しかしながら例えば海上の風力タービンに使用されるジェネレータのように機械が過酷な条件のもとで設置されるのであれば、電気機械全体を密閉する必要がある。それによって周辺空気が当該機械を通過して循環することが防がれる。そのような適用場所に供給できるクーリングシステムが望まれている。

【0007】

非常に一般的な冷却手法は、電気機械内部への空気若しくは他のガス媒体の循環である。それに対して冷却媒体は熱交換器によって冷たさを保持しなければならない。このような冷却手法の欠点は非常に大型のガス対空気若しくはガス対水の熱交換器を必要とすることである。その他にも機械内部への冷却媒体の循環に対しても相当の付加的な電力が要求される。

40

【0008】

ステーターとローターで示されるジェネレータのその他の冷却手法は、ステーターの第1の側における液体の循環である。この冷却すべき第1の側とは、ステーターとローターの間が存在する空隙に対向している側である。ステーターは積層された複数の積層板で表され、それらはステーターコイルの金属性巻線部を支持しているため熱が熱伝導によって当該金属性巻線部から積層板を通過して冷却媒体に伝わる。

【0009】

しかしながらこの冷却手法は温度勾配による影響を相当に被るものである。この温度勾

50

配は積層板の中程度の熱伝導のためにステーター巻線と冷却媒体との間で存在する。そのため所要の最大値以下である所定の巻線温度の維持は困難である。

【0010】

さらにこの冷却手法は、空気循環冷却よりも効果があるとはいいがたい。なぜならコイルの巻線ヘッドとローター自体が同じようには冷却されないからである。

【0011】

その他の冷却手法は、液体若しくは気体を冷却目的で積層板スロット内にもたらすことである。その一方で前記スロットは金属巻線の支持にも用いられている。冷却媒体をもたらすためには中空のセラミック性冷却パイプが使用されているが、このパイプは高価でその取り扱いもやっかいである。ここでの問題は、巻線ヘッドとローターに対する直接の冷却効果がまだ存在しないことである。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の課題は、前述したような従来の電気機械の冷却に対してさらに改善された装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

前記課題は、請求項1の特徴部分に記載された本発明によって解決される。

【図面の簡単な説明】

20

【0014】

【図1】本発明によって冷却される電気機械としてのジェネレータを表した図

【図2】図1によるジェネレータの第1の詳細図

【図3】図1及び図2によるジェネレータの第2の詳細図

【0015】

本発明によるローターとステーターを含む電気機械の冷却のための装置は、前記ローターとステーターの間にエアギャップを有している。さらに前記電気機械は、当該電気機械内部に空気を循環させる空気冷却装置を有している。

【0016】

また前記電気機械は、当該電気機械内部に液体を循環させる液体冷却装置を含んでいる。前記空気冷却装置と液体冷却装置は、空気-液体熱交換器によって接続されており、前記空気-液体熱交換器は、冷却液体による当該電気機械からの放熱に用いられている。

30

【0017】

本発明によれば、ステーターは液体媒体を用いて冷却される。それに対して付加的に空気はステーターの巻線ヘッドの冷却とローターの冷却のために用いられる。

【0018】

本発明による冷却装置は複数の利点を有している。

【0019】

ステーターは液体冷却装置によって効果的に冷却される。

【0020】

40

ステーターの巻線ヘッドとローター自身は、付加的に分離された経路を用いて冷却される。それにより、前述したようなステーターの直接冷却の欠如が補償される。

【0021】

ステーターの巻線ヘッドとローターの空気冷却は、従来技術の欄で説明した前記システムよりも少ない量の冷却目的の空気しか必要としない。そのため大半の換気ロスが低減されるようになる(典型的には1/3に低減される)。

【0022】

ステーターと巻線ヘッドの冷却及び/又はローターの冷却は、有利な実施例において個別に微調整されるので、アンバランスな冷却が回避されるようになる。

【0023】

50

空気は直接、電気機械内部の冷却に使われるので、大きな外部エアダクトは不要となる。そのため当該電気機械全体を封入することが可能となる。

【0024】

有利な実施例によれば、内部のラジエータとステーターに同じクーラントが（並列的若しくは直列的に）循環され、それによってシンプルな装置が実現される。

【実施例】

【0025】

以下では本発明による実施例を図面に基づいて詳細に説明する。

【0026】

図1には本発明によって冷却されるジェネレータGの断面図が示されている。

10

【0027】

このジェネレータGは、アウターローター1とインナーステーター2を含んでいる。インナーステーター2はベアリング3を介して前記ローター1と接続されている。

【0028】

ローター1は複数のマグネット4を装備しており、それによりこれらのマグネット4はエアギャップAG内で部分的に配置されている。エアギャップAGはステーター2とローター1の間に設けられている。

【0029】

ステーター1は複数の積層された積層板5からなっており、それに対して積層板5は、以下の明細書で詳細に説明する複数のスロットを有している。積層板5のそのようなスロットは、これも以下の明細書で詳細に説明するステーターコイルの金属巻線を支持する。

20

【0030】

ステーターコイルの一部は積層板5のスロットを超えており、ステーターコイルの巻線ヘッド6を形成している。

【0031】

前記積層板5は2つの端部プレート15によって固定されている。

【0032】

ファン7が空気冷却のために設けられており、それに対してファン7はステーター2と接続されている。このファン7はエアギャップAGとジェネレータ内部の巻線ヘッド6を通して空気を循環させている。この場合の空気循環は図示のように経路Wに沿って行われる。

30

【0033】

さらに空気-液体熱交換器8が設けられており、この交換器は冷却の目的のためにファン7と接続されている。

【0034】

前記熱交換器8は冷却液体インレット9と冷却液体アウトレット10に接続されており、これらのインレット9及びアウトレット10は、"冷却された"冷却液体を熱交換器8に運ぶためと、"熱せられた"冷却液体を熱交換器8から離すためと、空気-液体熱交換器8からの熱を当該ジェネレータGの外側に向けて放出するために用いられている。

【0035】

40

複数の中空パイプ11が設けられており、これらのパイプは前記積層板5と熱的に接続形成される。

【0036】

有利な実施例によれば前記中空パイプ11は金属からなっている。この中空パイプの第1の端部は冷却液体インレット9に接続されており、それに対して当該パイプ11の第2の端部は、冷却液体アウトレット10に接続されている。それにより冷却循環系が液体冷却のために構築された。

【0037】

ファン7は、ローター1及び巻線ヘッド6のクールダウンと、積層板5のある程度（小規模）のクールダウンのために、冷却空気を循環させている。

50

## 【 0 0 3 8 】

空気冷却システムからの熱は、熱交換器 8 の支援によって周囲に放出される。この熱交換器 8 は冷却液体インレット 9 と冷却液体アウトレット 10 に冷却目的のために接続されている。

## 【 0 0 3 9 】

それにより冷却液体による冷却容量の主要部分は、前記スロット内に配置されている金属巻線の冷却のために使用される。

## 【 0 0 4 0 】

ここでは一方の空気冷却ともう一方の液体冷却の組み合わせが存在している。

## 【 0 0 4 1 】

図 2 には図 1 によるジェネレータ G の区分 A - A に沿った第 1 の詳細図ないし拡大図が示されている。

10

## 【 0 0 4 2 】

ここではステータ 2 の積層板 5 がクローズアップされ、この積層板 5 において複数のスロット 5 a が描写されている。

## 【 0 0 4 3 】

ステータ 2 とローター 1 の間には、エアギャップ A G が存在しており、それに対してローター 1 は、それに固定されている複数のマグネット 4 と共に示されている。

## 【 0 0 4 4 】

液体冷却のための中空パイプ 1 1 は、ジェネレータ G の積層板 5 との熱的コンタクトのもとで接続されている。

20

## 【 0 0 4 5 】

図 3 には図 1 及び図 2 に関するジェネレータ G の第 2 の詳細図ないし拡大図が示されている。

## 【 0 0 4 6 】

積層板 5 のスロット 5 a は、ステータコイル（詳細には示されていない）の金属巻線 1 4 を支持するのに用いられている。それに対して積層板 5 の第 1 の側は、エアギャップ A G に面しており、積層板 5 の第 2 の側は冷却目的のために積層板 5 と熱的に接続されている。

## 【 0 0 4 7 】

前記第 2 の側は、第 1 の側に対向する側に配置されており、さらに溶接箇所 1 3 を介して中空パイプ 1 1 と接続している。そのためこの溶接箇所 1 3 は熱的接続のために用いられている。

30

## 【 0 0 4 8 】

この中空パイプ 1 1 の内部は、冷却媒体が熱交換器 8 に若しくは熱交換器 8 から循環するように構成されている。

## 【 0 0 4 9 】

前記中空パイプ 1 1 は溶接箇所 1 3 を介してステータ 2 の積層板 5 との直接的な熱的コンタクトを形成している。

## 【 0 0 5 0 】

前述の溶接接続を用いた冷却システムは、中空パイプ 1 1 と積層板 5 の第 2 の側との間で行われ、それに対して中空パイプ 1 1 は有利な実施例によれば積層板 5 の第 2 の側に配置されている。

40

## 【 0 0 5 1 】

別の有利な実施例によれば、中空パイプ 1 1 を積層板 5 によって包含することも可能である。それによれば中空パイプ 1 1 は積層板 5 の統合部分の一部として形成される。

## 【 0 0 5 2 】

さらに別の実施例によれば、中空パイプ 1 1 を金属巻線 1 4 若しくはスロット 5 a と共に集積することも可能であるし、前述した実施例を組み合わせることも可能である。

## 【 0 0 5 3 】

50

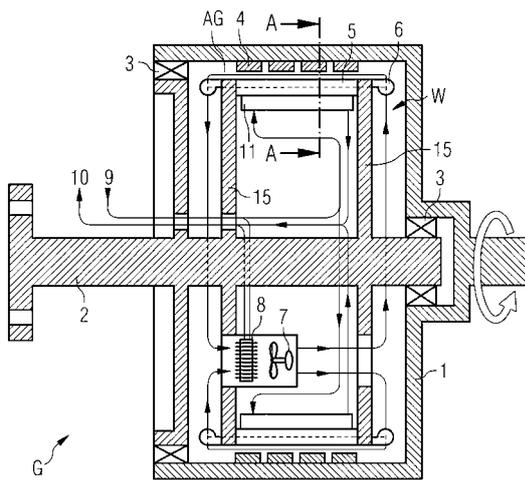
さらに別の実施例によれば、ジェネレータGの"内部空気"のみを内側で循環させるようにしてもよい。それによりジェネレータGを全体として包み込むことが可能となる。液体冷却だけはジェネレータGからの熱の放出に用いられる。

【符号の説明】

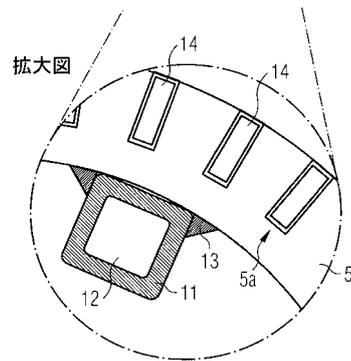
【0054】

- G 電気機械
- AG エアギャップ
- 1 ローター
- 2 ステーター
- 5 積層板
- 5a スロット
- 7 空気冷却装置
- 8 空気-液体熱交換器
- 9 冷却液体インレット
- 10 冷却液体アウトレット
- 11, 12 液体冷却装置
- 14 金属巻線

【図1】

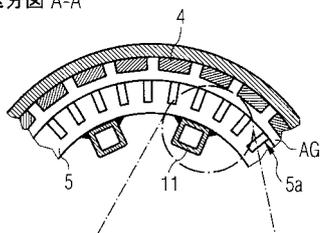


【図3】



【図2】

区分図 A-A



## フロントページの続き

- (74)代理人 100099483  
弁理士 久野 琢也
- (74)代理人 100110593  
弁理士 杉本 博司
- (74)代理人 100112793  
弁理士 高橋 佳大
- (74)代理人 100128679  
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633  
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890  
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 ジェイムズ ケネス ブース  
デンマーク国 ブランデ ムルテベルヴァイ 9
- (72)発明者 ウッフェ エリクセン  
デンマーク国 ホルセンス オーバーマルケン 9
- (72)発明者 セーレン グンドトフト  
デンマーク国 フレデリシア ティフケルヴァイ 1 0 1
- (72)発明者 ヤコブ ブラシュ ニールセン  
デンマーク国 シルケボー ダルトフテン 3 6
- F ターム(参考) 3L103 AA05 AA09 BB19 CC01 CC22 DD03 DD84  
5E322 AA01 AA05 AA10 BB03  
5H609 BB19 PP02 QQ02 QQ04 RR01 RR30 RR58