(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4536455号
(P4536455)

(45)発行日　平成22年9月1日(2010.9.1)　(24)登録日　平成22年6月25日(2010.6.25)

(51)Int.Cl.			F I		
H02K	9/19	(2006.01)	H02K	9/19	A
H02K	3/24	(2006.01)	H02K	3/24	P

請求項の数 8　外国語出願　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2004-236232(P2004-236232)
(22)出願日　平成16年7月16日(2004.7.16)
(65)公開番号　特開2005-51997(P2005-51997A)
(43)公開日　平成17年2月24日(2005.2.24)
審査請求日　平成19年5月25日(2007.5.25)
(31)優先権主張番号　0308745
(32)優先日　平成15年7月17日(2003.7.17)
(33)優先権主張国　フランス(FR)

(73)特許権者　508020672
ジュモン　エレクトリック
フランス　９２４００　クールベヴォア
プラース　ド　ラ　クーポール　１　トゥール　アレヴァ
(74)代理人　100082005
弁理士　熊倉　禎男
(74)代理人　100067013
弁理士　大塚　文昭
(74)代理人　100065189
弁理士　宍戸　嘉一
(74)代理人　100088694
弁理士　弟子丸　健
(74)代理人　100103609
弁理士　井野　砂里

最終頁に続く

(54)【発明の名称】電気機械、特に永久磁石を有する同期式の電気機械のための冷却装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
電気機械（１）を冷却するための装置であって、固定子の軸線（４）を中心とした固定子（５，２５）の円周方向に連続的な陥凹溝（１０，３０，３０’）を備えている固定子であって、該陥凹溝のそれぞれは少なくともひとつの巻線（７，２７，２７’）を収容し、該陥凹溝は固定子（５，２５）の入口面（５ｂ，２５ｂ）にて開口しているような上記固定子（５，２５）と、固定子（５，２５）の軸線（４）を中心として回転可能に取り付けられ、好ましくは永久磁石から構成されている磁気要素（８，２８，２８’）を活性面（６ｂ，２６ｂ）に配置されて有しているような回転子（６，２６）であって、該回転子は固定子（５，２５）の入口面（５ｂ，２５ｂ）に対面して配置され、固定子（５，２５）の入口面（５ｂ，２５ｂ）と共に自由スペースないしエアギャップ（９，２９）を形成しているような上記回転子とを備え、固定子におけるそれぞれの陥凹溝（１０，３０，３０’）は長手方向に延在し、且つエアギャップ（９，２９）へ向いている固定子（５，２５）の入口面（５ｂ，２５ｂ）から長手方向に対して垂直である方向へ所定深さをもった陥凹溝（１０，３０，３０’）を構成しているような上記装置であって、かかる冷却装置は、陥凹溝（１０，３０，３４）の長手方向へ延在している少なくともひとつの冷却管（１４，１４’，３４）をそれぞれの固定子の陥凹溝（１０，３０，３０’）に備え、固定子（５，２５）の冷却管（１４，１４’，３４）のそれぞれの内部に冷却流体を循環させる手段（１１，３１）を備え、冷却管はその端部を、冷却流体を供給及び排出するためのマニホールド（１３ａ，１３ｂ）に連通させていて、該マニホールドは少なくともひとつ

のポンプ（１５，３５）と熱交換器（１６，３６）とを備えてなる冷却回路（１１，３１）に結合されて、閉回路内を冷却流体が循環するような上記装置において、固定子（５，２５）のそれぞれの陥凹溝（１０，３０，３０’）について、少なくともひとつの冷却管（１４，３４）は、エアギャップ（９，２９）の最も近くである、陥凹溝（１０，３０，３０’）の入口部分に配置され、各冷却管（１４）は、冷却管（１４）を取り外すために取り外したり元に戻したりすることができる楔（１８）によって、陥凹溝（１０、３０，３０’）の入口部分に固定され、かくして、冷却管（１４）の各々は、陥凹溝の中に配置されている巻線の外側部分と、陥凹溝の入口部分に係合している楔との間に介挿されてクランプされている、ことを特徴とする冷却装置。

【請求項２】

冷却流体は、水を例示的に含むような、流体であることを特徴とする請求項１に記載の冷却装置。

【請求項３】

回転子（６）を取り巻いている環状の固定子（５）が、回転子（６）及び固定子（５）の軸線と共通する電気機械の軸線（４）に対して平行である長手方向をもった陥凹溝（１０）を備えているような放射磁束タイプの電気機械のための前記冷却装置において、固定子の外周部分を取り囲む冷却流体を循環させるためのキャビティ（１７）を有してなる外的冷却のための装置（１１）と、陥凹溝（１０）の入口部分に長手方向に配置されてなる内的冷却のための管（１４）との双方を備え、外的冷却のための装置（１１）におけるキャビティ（１７）は、ポンプ（１５）と熱交換器（１６）とを備えてなる冷却回路に結合されて、冷却流体を供給及び排出するためのマニホールド（１３ａ，１３ｂ）に連通している、ことを特徴とする請求項１又は２に記載の冷却装置。

【請求項４】

電気機械は流体中に沈められていて、電気機械における固定子（５，２５）の外的冷却が確保されるような電気機械のための前記冷却装置において、固定子（５，２５）を内的冷却する回路だけを備え、該回路は、それぞれの固定子の陥凹溝（１０，３０，３０’）の入口部分に備えた冷却管（１４，３４）の端部を、少なくともひとつのポンプ（１５，３５）と熱交換器（１６，３６）とを備えた冷却回路（１１，３１）に結合されて冷却流体を供給及び排出するためのマニホールド（１３ａ，１３ｂ）に連通させている、ことを特徴とする請求項１又は２に記載の冷却装置。

【請求項５】

船体から支柱（２１）によって吊下された格納器（２０）の中に固定される、船の推進用の電気機械のための前記冷却装置において、固定子を内的冷却する回路のための冷却流体を供給及び排出するための、ポンプと熱交換器とを備えてなる手段は、格納器（２０）の吊下支柱（２１）の中に配置されている、ことを特徴とする請求項４に記載の装置。

【請求項６】

環状の円板形の形状である固定子（２５）と、円板形の形状で少なくともひとつの磁気回路（２６ａ，２６ｂ）を構成する回転子（２６）とを備え、固定子（２５）が、固定子の円板に対して放射方向で且つ電気機械の軸線（４）に対して垂直である長手方向をもった陥凹溝（３０，３０’）を備えているような軸線磁束タイプの電気機械のための前記冷却装置において、冷却管（３４）は、陥凹溝の長手方向に従って、円板形の、固定子（２５）の磁気回路（２５ａ）の放射方向に配置されている、ことを特徴とする請求項４に記載の装置。

【請求項７】

冷却管（１４，３４）は、銅に比べて導電率が低く、エポキシ樹脂に比べて伝熱率が高いような材料から構成されている、ことを特徴とする請求項１乃至６のいずれか一項に記載の装置。

【請求項８】

冷却管は、ステンレス鋼及び銅－ニッケル－亜鉛の合金を例示的に含むような金属合金と、ＬＣＰ、ＰＰＳ、又はナイロンのタイプのポリマーと、充填材を含むポリマーと、複

合材料と、のうちのいずれかひとつの材料から構成されている、ことを特徴とする請求項７に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、電気機械、特に永久磁石を有する同期式の電気機械を冷却するための装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

モータや発電機などの電気機械は、一般に、磁気回路を有する固定子であって、巻線を受け入れるための陥凹溝を備え、該陥凹溝は固定子の軸線を中心として円周方向に配置されているような前記固定子と、固定子の軸線を中心として回転可能に取り付けられた回転子であって、磁気要素（同期式の電気機械にあっては永久磁石）を固定された活性面を備えているような前記回転子とを備えている。

固定子の陥凹溝は、長手方向に延在していて、固定子の磁気回路中に長手方向に対して垂直である方向へ所定の深さに形成され、かかる陥凹溝が開いている固定子の入口面は、永久磁石などの磁気要素を備えてなる回転子の活性面に対面するようになっている。固定子の入口面と回転子の活性面との間には、一般に２～３㎜のオーダーの寸法幅であるエアギャップが設けられる。固定子の陥凹溝は、エアギャップの最も近くにある入口端と、アーマチュア（又はフレーム）に向いた方向において固定子の磁気回路の内側に配置されている底部との間にて、所定の深さにわたって固定子の磁気回路の内側へ向けて延在している。

【０００３】

電気機械のいくつかの要素の内部にて発生する電気損失は、加熱を生じさせるが、これは、電気機械の機能に対して、また電気機械の完全性を維持する上で有害である。より詳しくは、永久磁石を有している同期式の電気機械の場合には、電気損失のとりわけ大部分は、巻線と固定子の磁気回路とにおいて発生する。そして、回転子の永久磁石は、エアギャップ内の対流的な熱交換によって、加熱される。永久磁石が過度に加熱されると、かかる永久磁石の残留磁束密度は減少して、電気機械の性能は低下する。

一般に、固定子の内外周に熱交換流体を循環させて固定子を冷却するような、電気機械を冷却するための装置を使用することは知られている。固定子から放出された熱は、固定子と熱的に接触して循環する熱交換流体によって、固定子の外周及び内周にて吸収される。

固定子の外周は、固定子を取り巻くような冷却キャビティを形成するシースによって冷却することができ、また、水中に沈められる電気機械にあっては、固定子のフレームの外面に接触している、沈入流体が循環することによって冷却することができる。

【０００４】

固定子は、その内周つまりエアギャップが配置されている側にあっては、固定子に設けた陥凹溝に冷却管を配置し、流体を供給及び収集する回路によってかかる冷却管に冷却流体を供給することによって冷却することができ、こうした回路は、シース内でも冷却が行われる場合には、固定子の外周を取り巻くキャビティのための供給回路と兼用される。

冷却管は、それぞれの陥凹溝において、固定子のフレームの内側である陥凹溝の底部に、すなわち陥凹溝におけるエアギャップから離れた部分に配置される。陥凹溝における底部に冷却管を配置するのは電磁気的な必然的理由のためであって、それはつまり、冷却流体を循環させるべく導電性の材料で作られた管は、誘導電流の元になって、渦電流が循環して、固定子が変動磁場下にあるときに固定子に損失を発生させることになるためである。陥凹溝における底部に冷却管を配置するならば、陥凹溝の底部においては磁場の変動が実質的にゼロであるために、かかる損失の問題点を大いに解消することが可能になる。陥凹溝の底部に配置された冷却管は、固定子の損失に追加される実質的な損失の元になることなく、巻線と磁気回路とを冷却する。

【０００５】
しかしながら、こうした装置は最良であるとは言えず、特に、永久磁石を有する同期式の電気機械の場合には、エアギャップに向いた陥凹溝の入口部分にある巻線による加熱に対して、永久磁石を保護できないという点において最良とは言えない。さらに、固定子における損失の密度が高いのは、エアギャップが配置された側の巻線面の箇所、すなわち、陥凹溝の入口であって、陥凹溝の底部から冷却した場合には、最も加熱される領域に冷却を施すことができない。

これらの不都合は、環状の固定子の中に回転子が同軸的に配置される、放射磁束型の電気機械についても、また、固定子と回転子とのそれぞれが１又は２の活性面に磁気要素を支持してなる少なくともひとつの円板になっていて、固定子及び回転子の円板の活性面は互いに対向しつつエアギャップを提供することで、軸線磁束の循環、つまり回転子及び固定子の円板と共通する軸線方向における磁束の循環を得ているような、円板形の電気機械についても存在する。

【０００６】
放射磁束型の電気機械の場合には、陥凹溝の長手方向は軸線方向であるけれども、円板型の電気機械の場合には、陥凹溝の長手方向は放射方向、つまり円板型の電気機械の回転軸に対して垂直な方向になる。

放射磁束型の電気機械と、軸線磁束型の電気機械とのいずれの場合にも、特に回転子が永久磁石を有していて、電気機械が同期式の電気機械であるときには、固定子を冷却するための効率的な装置を提供することが必要になる。

【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
本発明の目的は、電気機械を冷却するための装置であって、固定子の軸線を中心とした固定子の円周方向に連続的な陥凹溝を備えている固定子であって、該陥凹溝のそれぞれは少なくともひとつの巻線を収容し、該陥凹溝は固定子の入口面にて開口しているような上記固定子と、固定子の軸線を中心として回転可能に取り付けられ、固定子の入口面に対面して活性面を配置されて有している回転子であって、固定子の入口面と共に自由スペースないしエアギャップを形成し、回転子には好ましくは永久磁石から構成されている磁気要素が配置されているような上記回転子とを備え、固定子におけるそれぞれの陥凹溝は長手方向に延在し、且つエアギャップへ向いている固定子の入口面から長手方向に対して垂直である方向へ所定深さをもった陥凹溝を構成しているような上記装置であって、かかる冷却装置は、陥凹溝の長手方向へ延在している少なくともひとつの冷却管をそれぞれの固定子の陥凹溝に備え、固定子の冷却管のそれぞれの内部に冷却流体を循環させる手段を備え、冷却管はその端部を、冷却流体を供給及び排出するためのマニホールドに連通させていて、該マニホールドは少なくともひとつのポンプと熱交換器とを備えてなる冷却回路に結合されて、閉回路内を冷却流体が循環するような上記装置において、好ましくは永久磁石から構成されている回転子の磁気要素について、熱的な保護を実質的に改善するような冷却装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】
【０００８】
かかる目的を達成するために、本発明は、固定子のそれぞれの陥凹溝について、少なくともひとつの冷却管は、エアギャップの最も近くである、陥凹溝の入口部分に配置されていることを特徴としている。

本発明は、特に、

回転子を取り巻いている環状の固定子が、回転子及び固定子の軸線と共通する電気機械の軸線に対して平行である長手方向をもった陥凹溝を備えているような放射磁束タイプの電気機械のための前記冷却装置であって、固定子の外周部分を取り囲む冷却流体を循環させるためのキャビティを有してなる外的冷却のための装置と、陥凹溝の入口部分に長手方向に配置されてなる内的冷却のための管との双方を備え、外的冷却のための装置における

キャビティは、ポンプと熱交換器とを備えてなる冷却回路に結合されて、冷却流体を供給及び排出するためのマニホールドに連通しているような前記冷却装置、
電気機械は流体中に沈められていて、電気機械における固定子の外的冷却が確保されるような電気機械のための前記冷却装置であって、固定子を内的冷却する回路だけを備え、該回路は、それぞれの固定子の陥凹溝の入口部分に備えた冷却管の端部を、少なくともひとつのポンプと熱交換器とを備えた冷却回路に結合されて冷却流体を供給及び排出するためのマニホールドに連通させているような前記冷却装置。
【０００９】
船体から支柱によって吊下された格納器の中に固定される、船の推進用の電気機械のための前記冷却装置であって、固定子を内的冷却する回路のための冷却流体を供給及び排出するための、ポンプと熱交換器とを備えてなる手段は、格納器の吊下支柱の中に配置されているような前記冷却装置、及び、
環状の円板形の形状である固定子と、円板形の形状で少なくともひとつの磁気回路を構成する回転子とを備え、固定子が、固定子の円板に対して放射方向で且つ電気機械の軸線に対して垂直である長手方向をもった陥凹溝を備えているような軸線磁束タイプの電気機械のための前記冷却装置であって、冷却管は、陥凹溝の長手方向に従って、円板形の、固定子の磁気回路の放射方向に配置されているような前記冷却装置、に関連している。
【００１０】
望ましくは、
冷却流体は、水を例示的に含むような、流体であり、
冷却管は、銅に比べて導電率が低く、エポキシ樹脂に比べて伝熱率が高いような材料から構成され、
冷却管は、ステンレス鋼及び銅－ニッケル－亜鉛の合金を例示的に含むような金属合金と、ＬＣＰ、ＰＰＳ、又はナイロンのタイプのポリマーと、充填材を含むポリマーと、複合材料と、のうちのいずれかひとつの材料から構成されていることが好ましい。
本発明をさらに明瞭に説明するために、本発明の実施形態による電気機械のための冷却装置について、添付図面を参照しつつ、例示的に説明する。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１１】
（実施例１）
図１は、放射磁束型の電気機械の全体と、電気機械の固定子のための冷却装置とを示している。符号１にて示した放射磁束型の電気機械は、軸線４を中心として回転可能である長手のシャフト２を、内部の軸受３ａ及び３ｂに支持されて備えている。
シャフト２には、電気機械の回転子６が固定されていて、環状の固定子５は、回転子の全外周にわたって回転子を取り囲んでいる。
固定子５は、磁気回路５ａを構成していて、その少なくとも一部分は、磁性金属のシート片を積層又は巻き付けて構成されている。固定子の磁気回路５ａの内側には、軸線４の方向において固定子の全長にわたって延在し、放射方向に所定の深さを有するような、陥凹溝が提供されている。陥凹溝は、回転子の軸線であると共に固定子の軸線でもある軸線４を中心として、固定子の内周の円周にわたって連続的に配置されている。
それぞれの陥凹溝に配置されている少なくともひとつの電気巻線７は、導電体７’を介して、電気機械の機能がモータであるのか、それとも発電機であるのかに応じて、電流の供給手段か、回収手段かのいずれかに接続されている。固定子の陥凹溝に配置されている巻線７は、陥凹溝の放射方向において、複数の階層をなして、互いに積み重ねられてなる巻線から構成しても良い。
【００１２】
回転子６は、回転子の全長にわたり、円周方向に連続的な列をなして、永久磁石８などの磁気要素が固定されてなる円筒形の外面を有している、管状の鋼製リムから構成されている。
図３に示すように、固定子の磁気回路５ａは管状の形状を有していて、巻線７が配置さ

れている連続的な陥凹溝１０は、磁気回路の内部に放射方向に提供されていて、それぞれの陥凹溝は、固定子５の内周にあって連続的な陥凹溝１０が開かれている入口面５ａと、固定子の磁気回路５ａの内部部分との間に延在している。図３に示した回転子は、環状の部材の形状であって、回転子のリム６ａの外周面６ｂは、回転子６の活性面を構成し、かかる面には永久磁石８が取り付けられている。固定子の内周にある入口面５ｂは、永久磁石を支持している回転子の活性面６ｂに対面していて、入口面５ｂと活性面６ｂとの間には、自由スペースないしエアギャップ９が提供されている。

それぞれの陥凹溝１０は、エアギャップの箇所にある入口部分から、固定子の磁気回路５ａの内側にある底部部分にまで延在している。

電気機械のための冷却装置は、外的冷却のための装置１１と、内的冷却のための管１４と、冷却流体を供給及び回収するための第１及び第２のマニホールド１３ａ及び１３ｂと、マニホールドに供給するための、特に循環ポンプ１５と冷却熱交換器１６とを備えてなる外部回路とから構成されている（図１参照）。

【００１３】

冷却流体（例えば水）は、外的冷却のための空間と、マニホールド１３ａ及び１３ｂに長手端部を結合されている内的冷却のための管とにおいて、閉じた回路を循環する。

外的冷却のための装置１１は、固定子の外周を構成して固定子のフレーム５ｃを取り巻くような、環状のキャビティ１７を備えている。キャビティ１７は、フレーム５ｃのまわりにシースを構成してなる、金属のシート片１９によって区画されていて、これらは互いに結合されて、フレーム５ｃに溶接されている。フレーム５ｃを機械加工してキャビティを形成し、そのまわりを金属のシート片で閉じるようにしても良い。

冷却管１４は、固定子の陥凹溝１０のそれぞれの内側に、電気機械の軸線長手方向に従って配置され、それぞれの冷却管１４はそれらの端部をマニホールド１３ａ及び１３ｂに結合されている。

外的冷却のための装置１１と、内的冷却のための管１４とは、同一のマニホールドに結合して冷却流体を供給及び回収しても良いし、異なったマニホールドに結合しても良い。

本発明によれば、特に図４に示すように、固定子の内的冷却のための管１４は、陥凹溝１０の入口部分に、つまり、固定子の内周部分にある入口面５ｂと回転子６の活性面６ｂに支持された永久磁石８との間に設けられた、エアギャップ９の近傍にある陥凹溝の終端部分に、それぞれ配置されている。それぞれの陥凹溝１０は、少なくともひとつの巻線７ａを、陥凹溝の底部方向に配置させ、少なくともひとつの巻線７ｂを、エアギャップ９の側に冷却管１４と接触するように配置させて収容している。従って、冷却管は、エアギャップに隣合っている巻線の面と接触しているが、かかる箇所は、損失の密度、よって加熱が最大になる場所である。

【００１４】

冷却管１４の横断面は矩形になっていて、陥凹溝１０の幅に適合した幅を有しているので、冷却管は、陥凹溝の内部にぴったりと保持されて、固定子の磁気回路と陥凹溝の入口に最も近い巻線とに対して熱的接触する。冷却管１４は、エアギャップに向けて配置された巻線の外面に接触して、内部の冷却流体による熱伝導及び熱対流によって巻線を冷却する。それぞれの冷却管１４は、楔１８によって陥凹溝１０の入口部分に固定され、これらの楔は、固定子の磁気回路の内周部分に機械加工された溝に係合して、例えば、あり継ぎ式に冷却管１４を固定する。従って、それぞれの冷却管１４は、陥凹溝の中に配置されている巻線における外側部分と、陥凹溝の入口部分に係合している楔との間に介挿されてクランプされる。

楔１８は、容易に取り外したり、元に戻したりすることができるので、冷却管１４を取り外す作業は、困難を伴なうことなく、実行することができる。従って、例えば冷却管に漏れが生じた場合などに、冷却管を交換することは容易である。

そうした作業は、従来技術による冷却管の場合には、冷却管が陥凹溝の底部に配置されて、巻線が陥凹溝の内部に永久的に固定されているため、不可能であった。

冷却管１４は（及び、任意事項としては楔１８も）、導電率が非常に低くて、伝熱率が

高いような材料から作ることが好ましい。そうした材料としては、例えば、ステンレス鋼及び銅－ニッケル－亜鉛の合金などの適切な組成をもった金属合金や、充填材を含むポリマー、又は複合材料などがある。例えば、Cool Polymers Inc.社から販売されている液晶構造をもったポリマー（ＬＣＰ）や、ポリフェニレンスルフィド（ＰＰＳ）、又はナイロン６などから作られた冷却管は、有利に使用することができる。そうした材料は、エポキシ樹脂に比べて伝熱率が高く、銅に比べて導電率が低い。

【００１５】

本発明による冷却装置は、固定子の陥凹溝における入口部分に冷却管を備えているので、従来技術による装置に比べて、回転子のリムに支持された永久磁石８をはるかに効果的に保護することができる。従って、磁石が高性能を呈する温度に維持されて、より小型の電気機械を設計することが可能になる。

陥凹溝の入口に設けた冷却管による固定子の内的冷却と、固定子の磁気回路の中に又は磁気回路の周囲に配置された任意の装置による外的冷却とを組み合わせることも可能である。

【００１６】

（実施例２）

図２は、本発明の変形例による冷却装置を備えてなる電気機械を示している。

図１及び図２において、対応する要素には同一の参照符号を示している。

図２に示した電気機械は、船の推進用に使用されるもので、船体から支柱２１によって吊下されている格納器２０の中に配置されて、船を推進させるスクリュープロペラ２２が取り付けられている。

格納器２０の内部に取り付けられた電気機械１は、格納器の本体に固定されている固定子５と、回転子６に固着された長手方向を有するシャフト２であって、軸受３ａ及び３ｂによって格納器の内部の両端に取り付けられているシャフト２とを備えている。シャフト２に固定された回転子６は、固定子の中に配置される。回転子６の外面である活性面は、永久磁石８を支持していて、固定子の内周の入口面に対して対面している。永久磁石８を支持している回転子の活性面と、固定子５の内周の入口面との間には、エアギャップ９が提供されている。

【００１７】

モータにおける固定子５は、前述したように構成されて、固定子の円周方向には連続的な陥凹溝を備え、かかる陥凹溝は、エアギャップ９が位置している、固定子の内周面ないし入口面にて開かれている。それぞれの陥凹溝は、放射方向になっていて、エアギャップ９が設けられている側である入口部分と、ヨーク及び固定子の内部に配置されている底部とを備えている。

符号１１にて示した電気機械のための冷却装置は、固定子のそれぞれの陥凹溝に配置された管１４から構成された、内的冷却のための回路だけを備えている。

固定子の外的冷却は、船が動けば格納器２０の壁の外側にある水によって確保される。

固定子を内的に冷却するための回路は、前記実施例と同様に、固定子の巻線を収容した陥凹溝の入口部分にそれぞれ配置されてなる、冷却管１４を備えている。

【００１８】

冷却流体は、固定子を内的冷却すべく、船の格納器２０を吊下している支柱２１の内部に配置され、モータ駆動のポンプと熱交換器とを備えてなる冷却回路に結合された、供給及び回収マニホールド１３ａ及び１３ｂを介して、回路の中を、特に管１４の中を循環する。

図２に示した変形例による冷却装置の機能及び利点は、図１に示した第１の実施形態について上述した機能及び利点と同一である。

【００１９】

（実施例３）

図５は、軸線磁束型の電気機械を示している。前述した放射磁束型の電気機械と同様に、符号１は電気機械の全体、２は電気機械のシャフト、３ａ及び３ｂはシャフトの軸受、

４は回転軸線をそれぞれ示している。

電気機械１は、両面式の固定子２５と、円板形である２つの回転子２６及び２６’とを備えている。固定子２５は、電気機械を取り囲むケーシングを形成している、金属のシートから作られたフレーム２５ｃの内部に固定されている。固定子２５は、周囲をフレーム２５ｃに固定された円板の形状である磁気回路２５ａを構成し、磁気回路を構成する環状の円板形における中心の部分は、磁性金属のシート片を巻き付けて構成されている。固定子の円板における対向する両面は、固定子に対して放射方向をなす長手方向に、つまり固定子２５と回転子２６及び２６’について共通である電気機械の軸線４に対して垂直な方向に、且つ、電気機械の軸線４に対して平行である方向に、固定子の磁気回路の内部に陥凹溝３０及び３０’を有していて、かかる陥凹溝は、固定子の入口面２５ｂ又は２５’ｂと磁気フレームの内部にある陥凹溝の底部との間に延在している。固定子の陥凹溝３０及び３０’は、軸線４を中心として、固定子の円周方向に連続的に配置されている。それぞれの陥凹溝３０及び３０’の中には、少なくともひとつの巻線２７及び２７’が配置されて、該陥凹溝の長手方向に延在している。巻線２７及び２７’は、電流を供給又は回収するための手段に結合されている。

【００２０】

回転子は、円板形の鋼製のリムから構成された、２枚の回転子要素２６及び２６’を備えている。回転子におけるそれぞれの鋼製のリム２６ａ及び２６’ｂは、活性面２６ｂ及び２６’ｂを備え、この活性面には、環状のヨーク２６ｂ及び２６’ｂの放射方向に整列されて列をなした永久磁石２８及び２８’が固定されていて、回転子の円板が固定された軸線４を中心とする、回転子円板の円周方向において、個別の連続的な列を構成している。放射方向に配列された磁石の列は、固定子の巻線２７に対面していて、回転子の磁石と固定子の巻線との間には、放射方向に２～３㎜の厚さをもった、自由スペースないしエアギャップ２９が提供されている。

【００２１】

環状の円板形である固定子には、軸線４に沿って、固定子の中央の開口を通ってシャフト２が貫通している。回転子の円板は、固定子とシャフト２と回転子とが同一の軸線４を有するようにして、シャフトに固定されている。

本発明による電気機械のための冷却装置は、固定子のそれぞれの陥凹溝３０の長手方向において、陥凹溝の入口部分の中に、つまりエアギャップ２９に隣合った陥凹溝３０の部分に配置されてなる冷却管３４を特に備えている。管３４は、前述した放射磁束型の電気機械における管１４と同じやり方で製造されて、冷却流体を分配及び回収すべく、マニホールド１３ａ及び１３ｂに結合され、かかるマニホールド自体は、循環ポンプ３５と冷却熱交換器３６とを備えてなる冷却回路３１に結合されている。

【００２２】

固定子の外的冷却は、固定子に又は固定子のフレーム２５ｃに接触する流体を循環させることによって行われる。

本発明による冷却装置、特に内的冷却のための装置の製造及び利点は、前述した放射磁束型の電気機械による場合と同一である。

本発明による装置の主要な利点は以下の通りである。

巻線が複数の重なった層をなしている電気機械の場合には、一般に損失の密度が高いのは、エアギャップが設けられている側の巻線面の箇所、すなわち、陥凹溝の入口部分であるので、陥凹溝におけるかかる部分に冷却管を配置することによって、大きな熱にさらされる巻線面の冷却を改善することができる。

【００２３】

永久磁石を有している同期式の電気機械の場合には、回転子に配置されている磁石は、特に温度の影響を受け易い。磁石が過度に加熱されると、かかる永久磁石の残留磁束密度は減少して、電気機械の性能は低下する。陥凹溝の入口に管を配置することによって、大部分の電気損失と加熱とが発生する、固定子と永久磁石との間において、冷却源が利用可能になる。固定子と回転子との間の熱が伝搬することを制限することで、磁石の性能は向

上し、より小型の電気機械を設計することが可能になる。

導電率が低くて伝熱率が高いような材料を用いて、冷却管を、また任意事項としては陥凹溝の入口に冷却管を固定するための楔を作るようにすれば、エアギャップに隣合った固定子の入口面の近傍において、磁場の変動によって固定子の中に生じる損失を限定することができる。

【００２４】

本発明は、上述した実施形態に限定されるものではない。

従って、固定子を冷却するための任意の形態である外部回路を備えているような冷却装置や、固定子外的冷却するための回路を備えない装置などを想定することができる。

陥凹溝の入口部分だけに冷却管を備えているような内的冷却のための回路や、陥凹溝における入口部分と底部とに冷却管を備えているような回路を使用することも可能である。

本発明は、固定子が巻線を収容する陥凹溝を備えていて、かかる陥凹溝が電気機械のエアギャップの箇所にて開かれているような、あらゆる放射磁束型の又は軸線磁束型の電気機械に適用することができる。

本発明は、特に水上船舶や潜水艦に装備される、水上／水中の推進用の電気機械に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２５】

【図１】図１は、本発明の第１の実施形態による装置を装備した電気機械を示した断面図であって、シースで区画された環状のキャビティによって固定子の外的冷却が行われるものである。

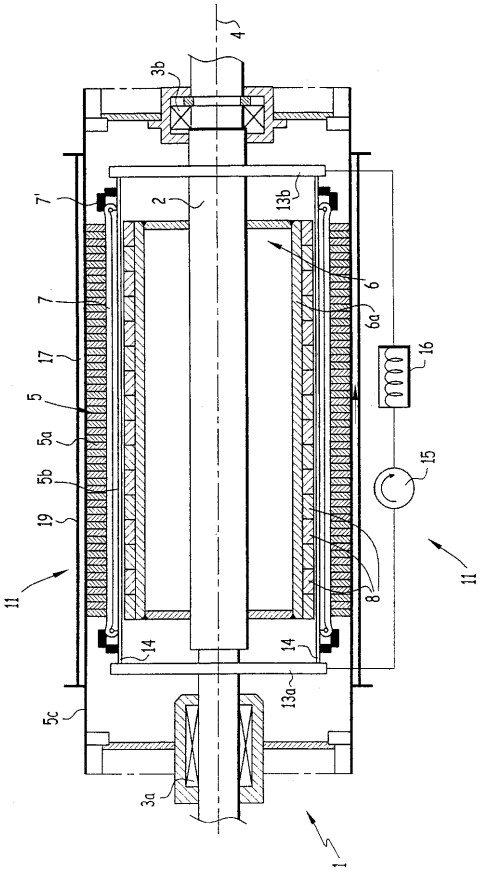
【図２】図２は、本発明の第２の実施形態による電気機械を示した部分断面図であって、電気機械は流体中に沈められている。

【図３】図３は、本発明による内的冷却のための装置を備えてなる、電気機械の一部分を示した模式的な斜視図である。

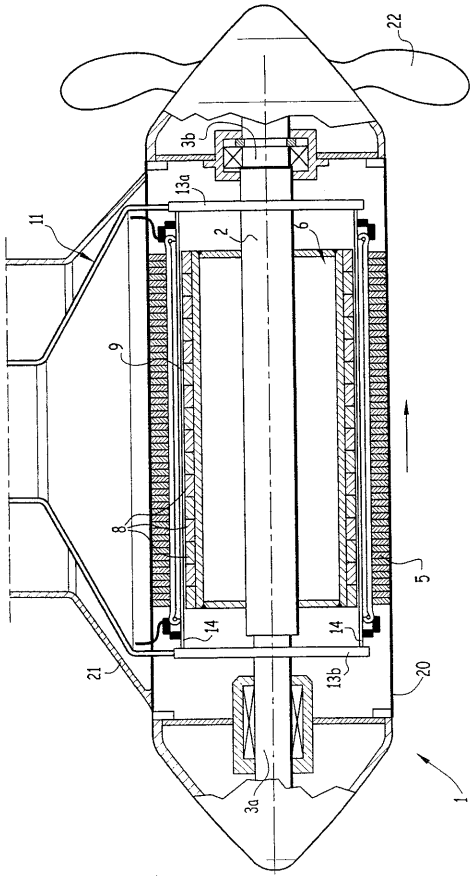
【図４】図４は、図３の放射磁束型の電気機械における固定子の内部を部分的に示した断面図である。

【図５】図５は、本発明による冷却装置を備えてなる、軸線磁束型の電気機械を示した軸線断面図である。

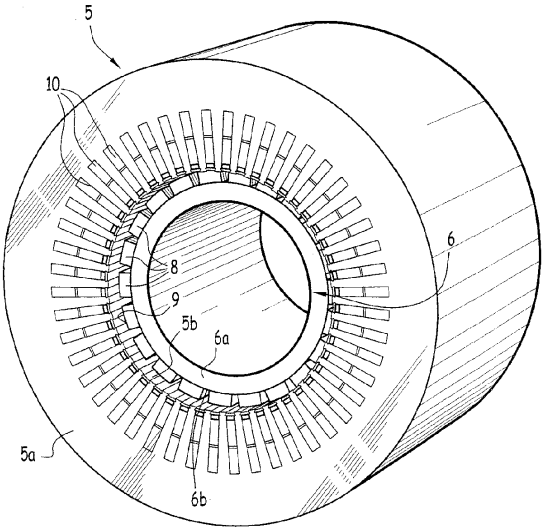
【図１】


4
3b
7'
2
13b
6
6a
16
7
17
5
5a
5b
19
15
11
8
14
13a
5c
3a
1

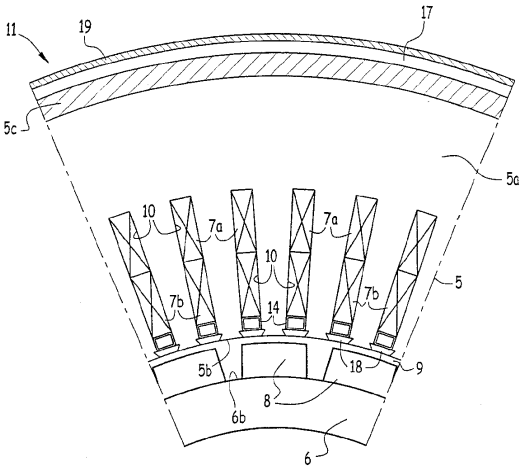
【図２】


22
3b
13a
11
2
6
9
8
5
14
21
13b
20
3a
1

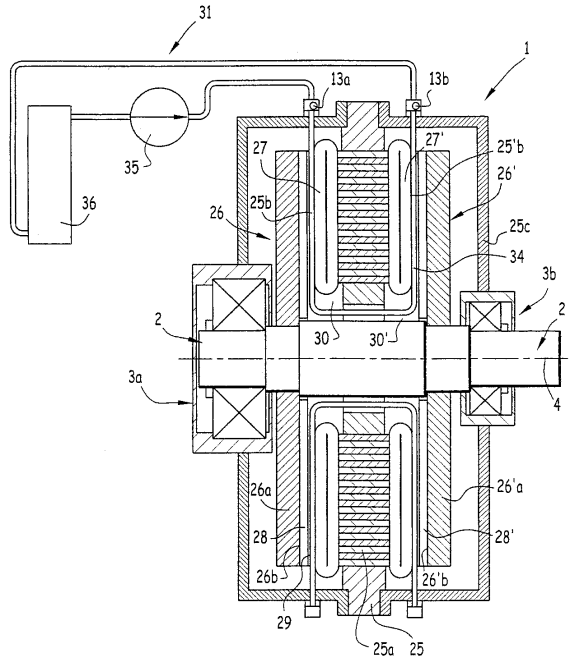
【図３】


5
10
6
8
9
5b
6a
5a
6b

【図４】


11
19
17
5c
5a
10
7a
7a
10
5
7b
14
7b
5b
18
9
8
6b
6

【図５】


31
1
13a
13b
35
36
27
27'
25'b
26'
26
25b
25c
34
3b
2
2
30
30'
3a
4
26a
26'a
28
28'
26b
26'b
29
25a
25

フロントページの続き

(72)発明者　オリヴィエール　フィリッパル
フランス　５９３００　ヴァランシアンヌ　リュ　シャルルクアン　ペ２２

審査官　櫻田　正紀

(56)参考文献　実開平０３－０７７２６０（ＪＰ，Ｕ）
特開平０４－３６４３４４（ＪＰ，Ａ）
独国特許出願公開第１０１５８７５７（ＤＥ，Ａ１）
特表２００２－５３４３１６（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００３／０００１４４１（ＵＳ，Ａ１）
英国特許出願公開第００７９６９７０（ＧＢ，Ａ）
独国特許出願公開第１９９５０４１８（ＤＥ，Ａ１）
英国特許出願公開第０２２６１３２７（ＧＢ，Ａ）
実開昭５６－０８０６６４（ＪＰ，Ｕ）
実開昭５９－０５３６５３（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５９－０８３５５８（ＪＰ，Ａ）
実開昭５５－１３７８５３（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０２Ｋ　９／００－９／２８
Ｈ０２Ｋ　３／００－３／２８