

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5188592号
(P5188592)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2K	9/19	(2006.01)	HO2K	9/19	A
HO2K	5/20	(2006.01)	HO2K	5/20	
HO2K	7/14	(2006.01)	HO2K	7/14	B
HO2K	7/18	(2006.01)	HO2K	7/18	B

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-80710 (P2011-80710)	(73) 特許権者	000001236
(22) 出願日	平成23年3月31日(2011.3.31)		株式会社小松製作所
(65) 公開番号	特開2012-217265 (P2012-217265A)		東京都港区赤坂二丁目3番6号
(43) 公開日	平成24年11月8日(2012.11.8)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成24年9月6日(2012.9.6)		弁理士 酒井 宏明
早期審査対象出願		(72) 発明者	佐藤 憲彦
			神奈川県平塚市四之宮3丁目25番1号
			株式会社小松製作所 開発本部内
		(72) 発明者	杉本 幸彦
			神奈川県平塚市四之宮3丁目25番1号
			株式会社小松製作所 開発本部内
		審査官	永田 和彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電電動機の冷却構造及び発電電動機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ローターが取り付けられた入出力シャフト及び前記ローターの外周部に配置されたステーターを筐体内に格納する発電電動機を冷却媒体で冷却するにあたり、

前記筐体の、前記入出力シャフトの回転中心軸の方向における一端部側の内面から前記ステーターのコイルに向かって突出して前記コイルのコイルエンドの側部と対向し、前記コイルとの間に前記冷却媒体の通路を形成し、かつ前記回転中心軸の周囲に配置される突起部を有することを特徴とする発電電動機の冷却構造。

【請求項2】

前記突起部の前記コイル側の面は、前記回転中心軸と直交する平面と平行である請求項1に記載の発電電動機の冷却構造。

【請求項3】

前記突起部は、一部が切り欠かれている請求項1又は2に記載の発電電動機の冷却構造。

【請求項4】

請求項1から3のいずれか1項に記載の発電電動機の冷却構造を有する発電電動機。

【請求項5】

前記発電電動機は、前記入出力シャフトの一端に動力発生源の出力シャフトが接続され、他端に前記動力発生源の動力により駆動される駆動対象の入力シャフトが接続される請求項4に記載の発電電動機。

【請求項6】

ローターが取り付けられた入出力シャフト及び前記ローターの外周部に配置されたステーターを筐体内に格納し、内燃機関と油圧ポンプとの間に設けられて前記内燃機関の動力を前記油圧ポンプに伝達するとともに電力を発生する発電電動機であり、

前記筐体の、前記入出力シャフトの回転中心軸の方向における一端部側の内面から前記ステーターのコイルに向かって突出して、前記コイルとの間に前記発電電動機を冷却する冷却媒体の通路を形成し、かつ前記入出力シャフトの回転中心軸の周囲に配置される突起部を有しており、

前記突起部の前記コイル側の面は、前記回転中心軸と直交する平面と平行であることを特徴とする発電電動機。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電電動機を冷却媒体で冷却することに関する。

【背景技術】

【0002】

発電電動機は様々な用途に用いられるが、ステーターが有するコイルのジュール発熱及びローターコアの渦電流損失及びヒステリシス損失等によって発熱する。発電電動機を冷却するため、例えば、潤滑油と冷却油とを兼ねた油等の冷却媒体を用いて発電電動機を冷却する技術が記載されている（特許文献1）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-71905号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

油等の冷却媒体を用いて発電電動機を冷却する場合、発電電動機内における冷却媒体の通路を流れる冷却媒体の流量がばらつくことにより、ステーターのコイルの冷却不足が発生するおそれがある。本発明は、冷却媒体で発電電動機を冷却するにあたって、ステーターが有するコイルの冷却不足を抑制することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明は、ローターが取り付けられた入出力シャフト及び前記ローターの外周部に配置されたステーターを筐体内に格納する発電電動機を冷却媒体で冷却するにあたり、前記筐体の、前記入出力シャフトの回転中心軸の方向における一端部側の内面から前記ステーターのコイルに向かって突出して前記コイルのコイルエンドの側部と対向し、前記コイルとの間に前記冷却媒体の通路を形成し、かつ前記回転中心軸の周囲に配置される突起部を有することを特徴とする発電電動機の冷却構造である。

【0006】

本発明において、前記突起部の前記コイル側の面は、前記回転中心軸と直交する平面と平行であることが好ましい。

40

【0007】

本発明において、前記突起部は、一部が切り欠かれていることが好ましい。

【0008】

本発明は、前記発電電動機の冷却構造を有する発電電動機である。

【0009】

本発明において、前記発電電動機は、前記入出力シャフトの一端に動力発生源の出力シャフトが接続され、他端に前記動力発生源の動力により駆動される駆動対象の入力シャフトが接続されることが好ましい。

50

【0010】

本発明は、ローターが取り付けられた入出力シャフト及び前記ローターの外周部に配置されたステーターを筐体内に格納し、内燃機関と油圧ポンプとの間に設けられて前記内燃機関の動力を前記油圧ポンプに伝達するとともに電力を発生する発電電動機であり、

前記筐体の、前記入出力シャフトの回転中心軸の方向における一端部側の内面から前記ステーターのコイルに向かって突出して、前記コイルとの間に前記発電電動機を冷却する冷却媒体の通路を形成し、かつ前記入出力シャフトの回転中心軸の周囲に配置される突起部を有しており、前記突起部の前記コイル側の面は、前記回転中心軸と直交する平面と平行であることを特徴とする発電電動機である。

【発明の効果】

10

【0011】

本発明は、冷却媒体で発電電動機を冷却するにあたって、ステーターが有するコイルの冷却不足を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本実施形態に係る発電電動機を用いたハイブリッド油圧ショベルを示す側面図である。

【図2】図2は、図1のA-A矢視図である。

【図3】図3は、本実施形態に係る発電電動機の断面図である。

【図4】図4は、本実施形態に係る発電電動機の分解図である。

20

【図5】図5は、本実施形態に係る発電電動機の入出力シャフト、ローター及びフランジの構造を示す斜視図である。

【図6】図6は、本実施形態に係る発電電動機が備えるローターコアの斜視図である。

【図7】図7は、ローターコアに取り付けられるブレードを示す斜視図である。

【図8】図8は、本実施形態に係る発電電動機が備えるステーターの正面図である。

【図9】図9は、本実施形態に係る発電電動機が備える第1ハウジングの斜視図である。

【図10】図10は、本実施形態に係る発電電動機が備えるフランジの斜視図である。

【図11】図11は、本実施形態に係る発電電動機の冷却構造を示す図である。

【図12】図12は、本実施形態の変形例に係る発電電動機の冷却構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0013】

本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。また、本発明の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換又は変更を行うことができる。

【0014】

<ハイブリッド油圧ショベル>

図1は、本実施形態に係る発電電動機を用いたハイブリッド油圧ショベルを示す側面図である。図2は、図1のA-A矢視図である。ハイブリッド油圧ショベル1は、内燃機関により発電電動機を駆動して電力を発生させ、前記電力によって電動機を駆動して上部旋回体を旋回させたり、ハイブリッド油圧ショベル1の補機類を駆動したりする、いわゆるハイブリッド方式の建設車両である。

40

【0015】

ハイブリッド油圧ショベル1は、左右一对の履帯2Cを有する下部走行体2と、上部旋回体3と、ブーム4a、アーム4b及びバケット4cを含むとともに上部旋回体3に取り付けられた作業機4と、下部走行体2と上部旋回体3とを連結するスイングサークル5と、を含んでいる。左右一对の履帯2Cは、右走行油圧モータと左走行油圧モータとにより駆動されて、ハイブリッド油圧ショベル1を走行させる。右走行油圧モータ、左走行油圧モータは、図2に示す油圧ポンプ7から圧送される作動油が供給されて駆動される。

50

【 0 0 1 6 】

上部旋回体 3 は、旋回モータとして機能する電動機 5 M (図 2 参照) により旋回する。上部旋回体 3 にはスイングサークル 5 のアウターレース 5 O が固定されており、下部走行体 2 にはスイングサークル 5 のインナーレース 5 I が固定されている。このような構造によって、スイングサークル 5 は、上部旋回体 3 と下部走行体 2 とを連結する。電動機 5 M の入出力シャフトは、減速機構を備えたスイングマシナリを介してスイングピニオン 5 P と連結している。スイングピニオン 5 P は、スイングサークル 5 のインナーレース 5 I に取り付けられた内歯に噛み合っている。電動機 5 M の駆動力は、前記スイングマシナリを介してスイングピニオン 5 P に伝達されて、上部旋回体 3 を旋回させる。本実施形態において、電動機 5 M は、縦置き、すなわち、ハイブリッド油圧ショベル 1 を水平面に設置した場合において、電動機 5 M の入出力シャフトが重力の作用する方向に向かうように設置される。ブーム 4 a、アーム 4 b 及びバケット 4 c は、図 2 に示す油圧ポンプ 7 から圧送される作動油によって、コントロールバルブを介して各々ブーム 4 a 用、アーム 4 b 用、バケット 4 c 用の油圧シリンダによって駆動されて、掘削等の作業を実行する。

10

【 0 0 1 7 】

上部旋回体 3 は、平面視が略長方形形状の構造体である。上部旋回体 3 の操縦室 3 a は、ハイブリッド油圧ショベル 1 の作業中において操縦者の視線が主として向く方向を前方とした場合、上部旋回体 3 の前方左側に配置される。カウンターウェイト 3 b は、上部旋回体 3 の後方に配置される。上部旋回体 3 は、操縦室 3 a 及びカウンターウェイト 3 b に加え、ハイブリッド油圧ショベル 1 の動力発生源としての内燃機関 6 と、本実施形態に係る発電電動機 1 0 と、油圧ポンプ 7 と、インバータ 8 と、蓄電装置 9 と、を有する。

20

【 0 0 1 8 】

内燃機関 6 は、例えば、ディーゼルエンジンであるが、内燃機関 6 の種類は問わない。内燃機関 6、発電電動機 1 0、油圧ポンプ 7、インバータ 8 及び蓄電装置 9 は、カウンターウェイト 3 b の前方、すなわち操縦室 3 a 側に配置されている。内燃機関 6 と油圧ポンプ 7 との間に、発電電動機 1 0 が配置される。内燃機関 6 の出力シャフト 6 S は発電電動機 1 0 の入出力シャフトに接続され、発電電動機 1 0 の入出力シャフトは油圧ポンプ 7 の入力シャフト 7 S に接続される。このような構造により、内燃機関 6 は、発電電動機 1 0 を駆動して電力を発生させるとともに、油圧ポンプ 7 を駆動する。すなわち、油圧ポンプ 7 は、発電電動機 1 0 を介して駆動される。なお、発電電動機 1 0 は P T O (Power Take Off) を介して、エンジンの出力軸に間接的に接続されていてもよい。

30

【 0 0 1 9 】

インバータ 8 の入出力端子と発電電動機 1 0 の電力入出力端子とは、高電圧配線 C A a が電氣的に接続している。インバータ 8 の出力端子と電動機 5 M の入力端子とは、高電圧配線 C A b が電氣的に接続している。インバータ 8 は、発電電動機 1 0 が発生した電力を、キャパシタ又は二次電池等の蓄電装置 9 に蓄えたり、前記電力を電動機 5 M に供給してこれを駆動したりする。また、インバータ 8 は、上部旋回体 3 に旋回ブレーキが作動したときに、電動機 5 M が上部旋回体 3 の運動エネルギーを電気エネルギーに変換することによって得られた電力を、蓄電装置 9 に蓄える。蓄電装置 9 に蓄えられた電力は、次に上部旋回体 3 が旋回するとき、インバータ 8 が電動機 5 M へ供給する。発電電動機 1 0 は、必要に応じて蓄電装置 9 から電力の供給を受けて電動機として動作し、内燃機関 6 の補助をすることもできる。

40

【 0 0 2 0 】

このように、本実施形態に係る発電電動機 1 0 は、建設車両の一種であるハイブリッド油圧ショベル 1 に適用される。なお、発電電動機 1 0 の適用対象は、ハイブリッド油圧ショベル 1 に限定されるものではない。例えば、発電電動機 1 0 は、ホイールローダー等の他のハイブリッド建設機械を適用対象としてもよい。

【 0 0 2 1 】

< 発電電動機 >

図 3 は、本実施形態に係る発電電動機の断面図である。図 3 は、発電電動機 1 0 の回転

50

中心軸 Z_r を含み、かつ回転中心軸 Z_r と平行な平面で発電電動機 10 を切ったときの断面を示している。図 4 は、本実施形態に係る発電電動機の分解図である。図 5 は、本実施形態に係る発電電動機の入出力シャフト、ローター及びフランジの構造を示す斜視図である。図 6 は、本実施形態に係る発電電動機が備えるローターコアの斜視図である。図 7 は、ローターコアに取り付けられるブレードを示す斜視図である。図 8 は、本実施形態に係る発電電動機が備えるステーターの正面図である。図 9 は、本実施形態に係る発電電動機が備える第 1 ハウジングの斜視図である。図 10 は、本実施形態に係る発電電動機が備えるフランジの斜視図である。

【0022】

図 2 に示したように、発電電動機 10 は、内燃機関 6 と油圧ポンプ 7 との間に配置される。そして、内燃機関 6 の動力により電力を発生するとともに、内燃機関 6 の動力を油圧ポンプ 7 へ伝達する。発電電動機 10 は、例えば、油等の冷却媒体によって冷却されるとともに、前記冷却媒体で、入出力シャフト 16 を回転可能に支持する軸受 50F、50R 及びスプライン等の潤滑が必要な部分（摺動部分）を潤滑する。

【0023】

図 3、図 4 に示すように、発電電動機 10 は、フライホイール 14 と、連結部材 15 と、入出力シャフト 16 と、ローター 20 と、ステーター 24 と、筐体の一部としての第 1 ハウジング 11 と、前記筐体的一端部、すなわち、第 1 ハウジング 11 の一端部に配置される端部側部材（第 1 の端部側部材）としてのフランジ 12 と、第 1 ハウジング 11 の他端部に配置され、前記筐体の一部となる第 2 ハウジング 13 と、を含む。

【0024】

フライホイール 14 は、円板形状の構造体であり、図 2 に示す内燃機関 6 の出力シャフト 6S が取り付けられる。フライホイール 14 は、外周部にスターターギヤ 14G を有する。スターターギヤ 14G は、外歯のリングギヤである。スターターギヤ 14G は、内燃機関 6 のスターターモーターの動力を内燃機関 6 の出力シャフト 6S に伝達して内燃機関 6 を始動させる機能を有している。なお、発電電動機 10 を電動機として作動させて、内燃機関 6 を始動させてもよい。

【0025】

<フライホイール>

フライホイール 14 は、複数のボルト 15B によって連結部材 15 に取り付けられる。フライホイール 14 は、内燃機関 6 の回転効率を高めるために作用する機能及び発電電動機 10 の発電効率及び電動機効率を向上させるための機能を有している。連結部材 15 は、略円筒形状の本体部 15S と、本体部 15S の一端部側から本体部 15S の径方向外側に向かって張り出す円形形状のフランジ部 15F とを有する。連結部材 15 のフランジ部 15F とフライホイール 14 とをボルト 15B で締結することにより、両者が固定される。本体部 15S は、内周部に内歯スプライン 15I を有する。

【0026】

<入出力シャフト>

入出力シャフト 16 は、円筒形状の構造体であり、一端部 16Tp が油圧ポンプ 7 の入力シャフト 7S に接続され、他端部 16Te が内燃機関 6 の出力シャフト 6S に接続される。入出力シャフト 16 は、一端部 16Tp 側の内周部に内歯スプライン 16I を、他端部 16Te 側の外周部に外歯スプライン 16O を有している。内歯スプライン 16I は、油圧ポンプ 7 の入力シャフト 7S が有する外歯スプラインと噛み合う。外歯スプライン 16O は、連結部材 15 が有する内歯スプライン 15I と噛み合う。このような構造により、内燃機関 6 の動力は、フライホイール 14 と、連結部材 15 とを介して入出力シャフト 16 に伝達され、入出力シャフト 16 に伝達された内燃機関 6 の動力は、内歯スプライン 16I を介して油圧ポンプ 7 の入力シャフト 7S に伝達される。

【0027】

入出力シャフト 16 は、回転中心軸 Z_r を中心として回転する。フライホイール 14 及び連結部材 15 も、回転中心軸 Z_r を中心として回転する。入出力シャフト 16 は、外周

10

20

30

40

50

部から径方向外側に向かって張り出す円形状のフランジ部 16 F を有する。フランジ部 16 F は、後述するローター 20 が取り付けられる部分である。また、入出力シャフト 16 は、一端部 16 T p から他端部 16 T e に向かって貫通するシャフト貫通孔 16 I S を有する。シャフト貫通孔 16 I S は、発電電動機 10 を冷却する冷却媒体の通路となる。入出力シャフト 16 は、内周面に二箇所、一端部 16 T p から他端部 16 T e にわたって形成された溝 16 S を有する。溝 16 S は、一端部 16 T p から他端部 16 T e に向かって深さが大きくなっている。このような構造により、一端部 16 T p 側から流入した冷却媒体が、他端部 16 T e に向かって流れやすくなるので、冷却効率が向上する。本実施形態では、フライホイール 14 を用いた例を説明したが、フライホイール 14 を用いず、連結部材 15 と内燃機関 6 の出力シャフト 6 S とをスプライン等によって接続してもよい。

10

【0028】

<ローター>

ローター 20 は、ローターコア 17 と、ローターコア 17 を保持するローターコア保持部材としてのローターホルダー 18 とを含む。ローターコア 17 は、複数の鋼板（電磁鋼板）を積層した構造体である。複数の鋼板が積層される方向（積層方向）は、ローターコア 17 が入出力シャフト 16 に取り付けられた状態において、回転中心軸 Z r と平行である。ローターコア 17 は、図 6 に示すように、外周部の周方向に所定のピッチをもって複数（この例では 24 個）の誘導子 17 I が突設されている。ローターコア 17 は、周方向に向かって複数のボルト孔 17 H が積層方向に向かって貫通している。ローターコア 17 の内周面は、ローターホルダー 18 の外周面と接する。

20

【0029】

ローターホルダー 18 は、第 1 ホルダー部材 18 L i と、第 2 ホルダー部材 18 L o と、第 3 ホルダー部材 18 T とを含む。第 1 ホルダー部材 18 L i は、中抜きのある円板状の構造体である第 1 ホルダー部材 18 L i である。第 2 ホルダー部材 18 L o は、第 1 ホルダー部材 18 L i の外周部に設けられる、円筒形状の構造体である。第 3 ホルダー部材 18 T は、第 2 ホルダー部材 18 L o の一端部に設けられる、中抜きのある円板状の構造体であって、入出力シャフト 16 の径方向外側に延出する構造体である。本実施形態において、これらは、同一の材料で一体不可分に製造される。ローターホルダー 18 の材料は、例えば、鋼であるが、これに限定されるものではない。ローターホルダー 18 は、入出力シャフト 16 とともに、回転中心軸 Z r を中心として回転する。なお、第 1 ホルダー部材 18 L i は、ローターホルダー 18 の軸方向（回転中心軸 Z r と平行な方向）と平行な軸方向貫通孔 18 P を有する。軸方向貫通孔 18 P は、冷却媒体の通路となる。

30

【0030】

ローターコア 17 は、第 2 ホルダー部材 18 L o の外周部に取り付けられる。このとき、ローターコア 17 のボルト孔 17 H にローターコア取付ボルト 19 を差し込み、第 3 ホルダー部材 18 T のねじ穴にねじ込むことにより、ローターコア 17 がローターホルダー 18 に固定される。本実施形態においては、ローターコア 17 の積層方向両側から第 1 ブレード 40 F と第 2 ブレード 40 R とでローターコア 17 を挟み込んだ状態で、第 1 ブレード 40 F 及び第 2 ブレード 40 R とともにローターコア 17 をローターホルダー 18 に取り付ける。なお、第 1 ブレード 40 F はフランジ 12 側に配置され、第 2 ブレード 40 R は第 2 ハウジング 13 側に配置される。また、第 1 ブレード 40 F よりもローターコア取付ボルト 19 のボルト頭側には、入出力シャフト 16 の回転数を検出する際に用いるセンサープレート 22 が配置されて、ローターコア取付ボルト 19 によりローターホルダー 18 に取り付けられる。センサープレート 22 は、環状の板材であって、図 5 に示すように、周方向に向かって複数の孔を有している。この複数の孔を光学センサ又は磁気センサ等で計数することにより、ローターホルダー 18 を介して入出力シャフト 16 の回転数が検出される。

40

【0031】

図 7 に示すように、第 1 ブレード 40 F 及び第 2 ブレード 40 R は、環状の部材である。第 1 ブレード 40 F 及び第 2 ブレード 40 R は、複数の鋼板を有するローターコア 17

50

を保持する機能と、ステーター24が発生し、ローターコア17に入る磁束の漏れを抑制する機能とを有する。図7には、第1ブレード40Fのみを示すが、第2ブレード40Rも冷却媒体流出孔41F、41Rの配置及び中心の開口部の寸法を除けば同様の形状及び寸法である。このため、第1ブレード40F及び第2ブレード40Rについては、必要に応じて、第1ブレード40Fのみを説明する。なお、フランジ12側に配置される第1ブレード40Fは、第1軸受50F及び第2軸受50Rを固定するため、第2ブレード40Rよりも開口部の内径が小さくなっている。

【0032】

第1ブレード40Fは、第1部分43Fと、第2部分44Fと、第3部分45Fとを有する。第1部分43Fは、第1ブレード40Fがローターコア17の一端部と接する、中抜き
10の円板形状の部分である。第2部分44Fは、第1部分43Fの外周部に設けられて、ローターコア17と接する側とは反対側に延出する円筒形状の部分である。第2部分44Fの内周部には、周方向に向かって複数の突起46Fが設けられる。突起46Fは、第2部分44Fの内周部から径方向内側に向かって突出する。本実施形態において、それぞれの突起46Fは、第2部分44Fの周方向に向かって略等間隔に配置される。第3部分45Fは、第2部分44Fの第1部分43Fの端部とは反対側の端部に設けられて、回転中心軸Zrに向かって延在する銜状かつ中抜きの円板形状の部分である。第3部分45Fの内径は、第1部分43Fの内径よりも大きい。

【0033】

第1部分43Fと、第2部分44Fと、第3部分45Fとは、いずれも同一の材料で一
20体不可分に製造される。本実施形態において、第1ブレード40Fは、例えば、アルミニウム合金を鋳造することによって製造される。なお、ブレード40Fは、第1部分43Fと、第2部分44Fと、第3部分45Fとをそれぞれ別個の部材として製造し、溶接又はボルトによる締結等により、これらを一体としてもよい。

【0034】

図3に示すように、第1ブレード40F及び第2ブレード40Rは、外周部に、冷却媒体を保持する冷却媒体保持部42F、42Rを有する。冷却媒体保持部42Fは、第1部分43Fと、第2部分44Fと、第3部分45Fと、隣接する2つの突起46Fとで囲まれる部分である(第2ブレード40Rも同様)。なお、冷却媒体保持部42F、42Rは、必ずしも突起46Fを備える必要はない。また、第1ブレード40F及び第2ブレード
3040Rは、外周部に、径方向外側に向かって貫通する冷却媒体流出孔41F、41Rを有する。冷却媒体流出孔41F、41Rは、第1ブレード40F及び第2ブレード40Rの周方向に向かって複数設けられる。冷却媒体保持部42F、42Rに保持された冷却媒体は、ローター20の回転に起因する遠心力によって冷却媒体流出孔41F、41Rから流出し、第1ブレード40F及び第2ブレード40Rの径方向外側に放出される。冷却媒体流出孔41F、41Rは、コイルエンドに向かって開口していることが好ましく、コイルエンドに対向する位置に設けられていることがより好ましい。このようにすれば、冷却媒体を放出する際に、コイルエンドへ集中させることができるので、コイルエンドをより効果的に冷却することができる。

【0035】

フライホイール14、連結部材15、入出力シャフト16、ローターホルダー18、ローターコア17、第1ブレード40F、第2ブレード40R、センサープレート22及びこれらを締結するボルト16B、19等が、発電電動機10の回転要素となる。次に、ステーター24について説明する。

【0036】

<ステーター>

ステーター24は、ステーターコア24Kと、コイル24Cとを含む。コイル24Cは、ステーターコア24Kに取り付けられたインシュレーター24Iを介してステーターコア24Kに巻き回されている。ステーターコア24Kは、環状の鋼板(電磁鋼板)を複数積層させた環状の構造体である。ステーターコア24Kの内周部には、ステーターコア2
50

4 Kの周方向に向かって所定のピッチで、複数の突起2 4 Tが中心に向けて突出している。突起2 4 Tは、ステーターコア2 4 Kの一部である。それぞれの突起2 4 Tは、発電電動機1 0の磁極となる。それぞれの突起2 4 Tの周面には、コイル2 4 Cとして、3本のコイルが、インシュレーター2 4 Iを介して順次巻き回されている。前記環状の鋼板の積層方向におけるステーターコア2 4 Kの両端部からはみ出した部分が、コイル2 4 Cのコイルエンドである。

【0 0 3 7】

インシュレーター2 4 Iは、樹脂製の部材であり、コイル2 4 Cとステーターコア2 4 Kとの間に介在する。インシュレーター2 4 Iは、コイル2 4 Cのコイルエンドと重なる部分に切り欠きを有する。回転するローター2 0から放出された冷却媒体は、切り欠きを通してコイルエンドに到達する。このように、インシュレーター2 4 Iの切り欠きは、回転するローター2 0からの冷却媒体を直接コイルエンドに供給することができるので、コイルエンドを効率よく冷却することができる。

10

【0 0 3 8】

本実施形態において、ステーターコア2 4 Kは、計3 6個の突起2 4 Tを有している。このような構造により、3相1 2極のSR (Switched Reluctance) モータを構成している。なお、本実施形態はこれに限定されず、例えば、PM (Permanent Magnet) モータ等、他の方式の発電電動機であってもよい。3本のコイル2 4 Cの両端部における6本のコイル端子は、ハウジング1 1が有するコネクタボックス台座2 6に取り付けられるコネクタボックス2 6 B (図4参照) に設けられた端子接続部と電氣的に接続されている。前記6本のコイル端子は、前記端子接続部を介して、図2に示す高電圧配線CA aと電氣的に接続する。

20

【0 0 3 9】

ステーターコア2 4 Kの外周部には、複数(本実施形態では3個)の突起部にボルト孔2 4 Hが設けられている。それぞれの前記突起部は、ハウジング1 1の内周部に形成された凹部にそれぞれが嵌り合うようになっている。それぞれの前記突起部を前記凹部に嵌め合わせることで、ステーターコア2 4 Kをハウジング1 1に対して位置決めすることができる。位置決めされたステーターコア2 4 Kは、ボルト2 4 Bをボルト孔2 4 Hに貫通させてハウジング1 1に取り付けられる。

【0 0 4 0】

発電電動機1 0は、ステーター2 4の内側に、ローター2 0が配置される。より具体的には、ステーターコア2 4 Kの内側に、ローターコア1 7が配置される。このような配置により、ローターコア1 7が有する誘導子1 7 Iと、ステーターコア2 4 Kが有する突起2 4 Tとが所定の間隔を有して対向する。上述したように、ステーターコア2 4 Kの内周部に等間隔で設けられて磁極を構成する突起2 4 Tは、計3 6個である。これに対して、ローターコア1 7の外周部に等間隔で設けられる誘導子1 7 Iは、計2 4個である。このように、発電電動機1 0は、ステーターコア2 4 Kにおける磁極(突起2 4 T)の数、すなわち、各磁極(各突起2 4 T)間のピッチと、ローターコア1 7における各誘導子1 7 I間のピッチとの間に、ピッチ差を設けている。次に、発電電動機1 0の第1ハウジング1 1、フランジ1 2及び第2ハウジング1 3について説明する。

30

40

【0 0 4 1】

<第1ハウジング>

図9、図4に示すように、第1ハウジング1 1は、略円筒形状の部分(円筒状部分)1 1 Dと、円筒状部分1 1 Dから、その径方向外側に向かって張り出した張り出し部1 1 Fとを含む構造体であり、両方の端部に開口部を有している。第1ハウジング1 1は、一端部にフランジ1 2が取り付けられ、他端部に第2ハウジング1 3が取り付けられる。第1ハウジング1 1は、ローター2 0と、ローター2 0の外周部に配置されるステーター2 4とを内部に有している。より具体的には、第1ハウジング1 1と、フランジ1 2と、第2ハウジング1 3とで囲まれる空間に、ローター2 0とステーター2 4とが配置される。図3に示すように、張り出し部1 1 Fの部分は、冷却媒体を溜める冷却媒体溜めとしてのオ

50

イルパン 11P となる。第 1ハウジング 11の張り出し部 11F には、オイルパン 11P と外部とを連通する排出通路 28 が設けられる。また、ドレーンから、オイルパン 11P 内の冷却媒体を排出することができる。

【0042】

第 1ハウジング 11は、一端部、すなわちフランジ 12の取付側の内面（フランジ側内面）11Ia からステーター 24 に向かって突出する突起部 60 を有する。突起部 60 は、ローターホルダー 18 に取り付けられる第 1ブレード 40F よりも径方向外側に設けられて、ステーター 24 のコイル 24C と対向する。突起部 60 は、ステーター 24 に沿って設けられる。すなわち、回転中心軸 Zr を中心とした同心円上に設けられ、入出力シャフト 16 の回転中心軸 Zr の周囲に配置される。突起部 60 は、コネクタボックス台座 26 の位置に一部切り欠き部 60K を有する。この切り欠き部 60K から、図 3、図 10 に示すコイル 24C の導線を引き出す。突起部 60 の頂面 60T、すなわち、コイル 24C と対向する面（コイル 24C 側の面）は、平面になっている。突起部 60 とコイル 24C との間は、冷却媒体が通過する通路になる。突起部 60 の頂面 60T は、第 1ブレード 40F の第 3 部分 45F（図 7 参照）よりもローターコア 17 側、すなわちコイル 24C 側に配置される。このようにすることで、第 1ブレード 40F の冷却媒体流出孔 41F から放出された冷却媒体を、コイル 24C のコイルエンドに導くことができる。その結果、コイルエンドをより効果的に冷却することができる。

10

【0043】

第 1ハウジング 11は、頂部に冷却媒体供給口 29 が取り付けられている。発電電動機 10 は、張り出し部 11F を鉛直方向（重力の作用する方向、図 3、図 4 の矢印 G で示す方向）側として使用されることを想定している。第 1ハウジング 11の頂部は、発電電動機 10 の張り出し部 11F を鉛直方向に向けて設置した場合に、設置面から最も高くなる部分である。第 1ハウジング 11は、冷却媒体供給口 29 から入出力シャフト 16 の回転中心軸 Zr に向かって延在する冷却媒体導入通路 30 を有する。そして、第 1ハウジング 11は、冷却媒体導入通路 30 の終端近傍に、フランジ 12 側に向かって延在して開口する連結通路 31H を有する。第 1ハウジング 11の連結通路 31H は、フランジ 12 が有する連結通路 31F と接続される。

20

【0044】

冷却媒体供給口 29 には、冷却媒体戻し通路としての配管 25 が接続されている。冷却媒体供給口 29 から供給された冷却媒体は、発電電動機 10 の各部を冷却した後、オイルパン 11P に集められる。この冷却媒体は、排出通路 28 から図示しないフィルタ及びポンプを経由して、図 4 に示すオイルクーラー入口 21 に送られて、ここで冷却された後、オイルクーラー出口 23 から配管 25 を通って、再び冷却媒体供給口 29 から供給される。このように、冷却媒体は、発電電動機 10 の内部を循環している。

30

【0045】

<フランジ>

フランジ 12 は、複数のボルト 12B によって第 1ハウジング 11の一端部の開口部に取り付けられる。フランジ 12 は、図 2 に示す油圧ポンプ 7 側に配置される。そして、フランジ 12 は、第 1ハウジング 11に取り付けられる側とは反対側に、油圧ポンプ 7 の入力シャフト 7S を発電電動機 10 の入出力シャフト 16 に取り付けるための貫通孔 12H を有する。油圧ポンプ 7 の入力シャフト 7S は、貫通孔 12H から入出力シャフト 16 に取り付けられる。

40

【0046】

フランジ 12 の貫通孔 12H は、入出力シャフト 16 が有する内歯スプライン 16I の途中の位置まで径方向内側に向かって延出する張り出し部 12HF を有する。張り出し部 12HF の内周部が、内歯スプライン 16I の途中の位置まで延出している。この張り出し部 12HF は、内側第 1 通路 32i から流出する冷却媒体を入出力シャフト 16 側に導くとともに、貫通孔 12H を通って油圧ポンプ 7 側へ流出する冷却媒体を最小限に抑える。このようにすることで、発電電動機 10 の内部から貫通孔 12H を通って外部へ流出す

50

る冷却媒体を最小限に抑え、発電電動機 10 の内部へ冷却媒体を導くことができる。

【0047】

フランジ 12 は、入出力シャフト 16 が有するフランジ部 16 F の径方向外側まで延出する軸受取付部材 70 を有する。軸受取付部材 70 は、円筒形状の部材であり、本実施形態においては、フランジ 12 と一体で構成される。なお、フランジ 12 と軸受取付部材 70 とを別部材として、ボルト等の締結手段又は溶接等の接合手段により両者を一体としてもよい。軸受取付部材 70 は、フランジ 12 の表面であって、図 3 に示す発電電動機 10 の筐体側、すなわち、第 1 ハウジング 11 側の面（筐体側内面）12 Ia から突出している。軸受取付部材 70 は、ローターホルダー 18 の第 1 ホルダー部材 18 Li 及び入出力シャフト 16 のフランジ部 16 F と、ローターホルダー 18 の第 2 ホルダー部材 18 Lo 10 との間に配置される。

【0048】

図 3、図 5 に示すように、軸受取付部材 70 の外周部には、第 1 軸受 50 F と第 2 軸受 50 R とが、環状かつ板状のスペーサー 51 を両者の間に挟んで取り付けられている。スペーサー 51 は、第 1 軸受 50 F 及び第 2 軸受 50 R の外輪側に配置される。本実施形態において、第 1 軸受 50 F 及び第 2 軸受 50 R は、いずれも深溝玉軸受であるが、これに限定されるものではない。第 1 軸受 50 F がフランジ 12 側に、第 2 軸受 50 R が第 2 ハウジング 13 側に配置される。本実施形態では、第 1 軸受 50 F 及び第 2 軸受 50 R の内輪が、軸受取付部材 70 に取り付けられる。軸受取付部材 70 は、入出力シャフト 16 の外周側に配置される。第 1 軸受 50 F 及び第 2 軸受 50 R の外輪は、ローターホルダー 18 の第 2 ホルダー部材 18 Lo の内周部に取り付けられる。このような構造により、第 1 軸受 50 F 及び第 2 軸受 50 R は、軸受取付部材 70 とローターホルダー 18 との間に介在する。そして、軸受取付部材 70 は、第 1 軸受 50 F 及び第 2 軸受 50 R を介して、ローターホルダー 18、入出力シャフト 16、連結部材 15 及びフライホイール 14 を回転可能に支持する。 20

【0049】

第 1 軸受 50 F と第 2 軸受 50 R との間であって、これらの外輪側には、スペーサー 51 が介在しているため、両者の間には、スペーサー 51 の厚み分の隙間が存在する。軸受取付部材 70 は、前記隙間の位置に開口する貫通孔 71 を有する。この貫通孔 71 は、冷却媒体の通路となっており、前記隙間を介して冷却媒体を第 1 軸受 50 F 及び第 2 軸受 50 R 30 に供給する。

【0050】

フランジ 12 は、軸受取付部材 70 の径方向外側かつローターホルダー 18 に取り付けられた第 1 ブレード 40 F よりも径方向内側の位置に、第 1 ブレード 40 F に向かって突出するリブ（周方向リブ）80 を有する。リブ 80 は、回転中心軸 Zr を中心とした同心円上に形成される円筒形状の部材であり、本実施形態においては、フランジ 12 と一体で構成される。なお、フランジ 12 とリブ 80 とを別部材として、ボルト等の締結手段又は溶接等の接合手段により両者を一体としてもよい。

【0051】

リブ 80 は、ローター 20 と対向する。リブ 80 の頂面、すなわち、ローター 20 と対向する面は、平面になっている。リブ 80 とローター 20 との間は、冷却媒体が通過する通路になる。リブ 80 の頂面は、入出力シャフト 16 の回転中心軸 Zr と平行な方向において、第 1 ブレード 40 F と一部が重なっている。すなわち、リブ 80 の頂面は、フランジ 12 側における第 1 ブレード 40 F の端面よりも、ローター 20 側（冷却媒体保持部 42 F 側）にある。このようにすることで、第 1 ブレード 40 F の冷却媒体保持部 42 F 内に冷却媒体をより確実に導入することができる。 40

【0052】

フランジ 12 は、第 1 ハウジング 11 の連結通路 31 H と接続される連結通路 31 F と、連結通路 31 F と接続される第 1 通路 32 と、第 1 通路 32 から分岐する第 2 通路 33 とを有する。図 10 に示すように、連結通路 31 F は、フランジ 12 の外周部の一部に開 50

口している。この開口が、連通路31Fの入口31FHになる。第1通路32は、外側第1通路32oと、外側第1通路32oに接続するとともに、内径が外側第1通路32oよりも小さい内側第1通路32iとを有する。なお、内側第1通路32iは、外側第1通路32oよりも入出力シャフト16側に配置される。第1通路32の内側第1通路32iは、フランジ12の入出力シャフト16側、より具体的には、回転中心軸Zr方向において、入出力シャフト16の一部とフランジ12とが重なる部分に開口する。内側第1通路32iの入出力シャフト16側における開口部が、第1通路出口32Hである。

【0053】

第2通路33は、外側第1通路32oから分岐する。すなわち、第2通路33は、第1通路32の内径が小さくなる前に分岐する。そして、第2通路33は、入出力シャフト16の外側に取り付けられるローター20に向かって延在して、フランジ12のローター20側に開口する。第1通路32から分岐する部分が第2通路入口33Iであり、第2通路33のローター20側における開口部が、第2通路出口33Hである(図3、図10参照)。

10

【0054】

<第2ハウジング>

第2ハウジング13は、第1ハウジング11の他端部の開口部に取り付けられる。第2ハウジング13は、図2に示す内燃機関6側に配置される。そして、第2ハウジング13は、第1ハウジング11に取り付けられる側とは反対側に、内燃機関6の出力シャフト6Sを発電電動機10の入出力シャフト16に取り付けるための貫通孔13Hを有する。内燃機関6の出力シャフト6Sは、貫通孔13Hからフライホイール14に取り付けられる。次に、発電電動機10内における冷却媒体の経路を説明する。

20

【0055】

<冷却媒体の経路>

冷却媒体供給口29から流入した冷却媒体は、冷却媒体導入通路30、連結通路31H、31Fを通過して第1通路32に流入する。第1通路32に流入した冷却媒体は、一部が第2通路33に分岐し、残りは内側第1通路32iに流れて、第1通路出口32Hから流出する。第1通路出口32Hから流出した冷却媒体は、入出力シャフト16の内歯スプライン16Iと図2に示す油圧ポンプ7の入力シャフト7Sの外歯スプラインとの間から、一部がシャフト貫通孔16IS内へ流入する。残りは、入出力シャフト16とフランジ12との間及び入出力シャフト16と軸受取付部材70との間の空間を通過して、軸受取付部材70の貫通孔71から第1軸受50F及び第2軸受50Rとの隙間に流入する。

30

【0056】

第1通路出口32Hは、入出力シャフト16の一端部16Tpの位置に開口することが好ましい。すなわち、第1通路出口32Hは、入出力シャフト16と、内燃機関6の駆動対象である油圧ポンプ7の入力シャフト7Sとの接続部の位置に開口することが好ましい。このようにすれば、入出力シャフト16と油圧ポンプ7の入力シャフト7Sとの間、より具体的には、入出力シャフト16の内歯スプライン16Iと図2に示す油圧ポンプ7の入力シャフト7Sの外歯スプラインとの間に冷却媒体CLを供給できる。その結果、シャフト貫通孔16IS内へ冷却媒体CLを効率的に導入することができる。また、上述したように、フランジ12の貫通孔12Hが有する張り出し部12HFは、出口32Hから出てくる冷却媒体CLを、油圧ポンプ7側に流れ込まないように規制しているため、シャフト貫通孔16IS内へ冷却媒体CLを効率的に導入することができる。

40

【0057】

第1軸受50F及び第2軸受50Rとの隙間に流入した冷却媒体は、第1軸受50F及び第2軸受50Rを冷却及び潤滑した後、一部が軸受取付部材70とリブ80との間に流入する。残りの冷却媒体は、ローターホルダー18の第1ホルダー部材18Liが有する軸方向貫通孔18Pを通過する。軸受取付部材70とリブ80との間に流入した冷却媒体は、第1ブレード40Fの冷却媒体保持部42F内に流入した後、冷却媒体保持部42Fの冷却媒体流出孔41Fから流出する。この冷却媒体は、ローター20の回転に起因する

50

遠心力によってローター 20 の径方向外側に放出されて、コイル 24 C のコイルエンドに散布されてこれを冷却する。コイルエンドを冷却した冷却媒体は、オイルパン 11 P に集められる。

【 0058 】

第 1 ホルダー部材 18 L i が有する軸方向貫通孔 18 P を通過した冷却媒体は、ローターホルダー 18 の第 3 ホルダー部材 18 T に沿って流れてから第 2 ブレード 40 R の冷却媒体保持部 42 R 内に流入し、冷却媒体保持部 42 R の冷却媒体流出孔 41 R から流出する。この冷却媒体は、ローター 20 の回転に起因する遠心力によってローター 20 の径方向外側に放出されて、コイル 24 C のコイルエンドに散布されてこれを冷却する。コイルエンドを冷却した冷却媒体は、オイルパン 11 P に集められる。

10

【 0059 】

シャフト貫通孔 16 I S 内へ流入した冷却媒体は、入出力シャフト 16 の一端部 16 T p から他端部 16 T e に向かって流れて、他端部 16 T e から流出する。この冷却媒体は、入出力シャフト 16 の外歯スプライン 16 O と連結部材 15 の内歯スプライン 15 I との間を通過して、連結部材 15 とローターホルダー 18 との間に流出する。冷却媒体は、ローターホルダー 18 の第 1 ホルダー部材 18 L i 及び第 3 ホルダー部材 18 T に沿って径方向外側に流れた後、第 2 ブレード 40 R の冷却媒体保持部 42 R 内に流入し、冷却媒体保持部 42 R の冷却媒体流出孔 41 R から流出する。この冷却媒体は、ローター 20 の回転に起因する遠心力によってローター 20 の径方向外側に放出されて、コイル 24 C のコイルエンドに散布されてこれを冷却する。コイルエンドを冷却した冷却媒体は、オイルパン 11 P に集められる。

20

【 0060 】

第 2 通路 33 を通過した冷却媒体は、第 2 通路出口 33 H から流出して、ローター 20 に向かって流れる。ローター 20 に到達した冷却媒体は、ローター 20 の回転に起因する遠心力によってローター 20 の径方向外側に放出されて、フランジ 12 側のコイル 24 C のコイルエンドに散布されてこれを冷却する。コイルエンドを冷却した冷却媒体は、重力の作用で下方に流れてオイルパン 11 P に集められる。オイルパン 11 P に集められた冷却媒体 C L は、排出通路 28 から図示しないフィルタ、ポンプを経由して図 4 に示すオイルクーラー入口 21 に送られ、ここで冷却された後、オイルクーラー出口 23 から配管 25 を通って、再び冷却媒体供給口 29 から供給される。

30

【 0061 】

ローター 20 が回転することによる遠心力によって、第 1 ブレード 40 F 及び第 2 ブレード 40 R の冷却媒体保持部 42 F、42 R に保持された冷却媒体は、それぞれの冷却媒体流出孔 41 F、41 R からコイル 24 C のコイルエンドに向かって放出される。発電電動機 10 は、第 1 ハウジング 11 が有する突起部 60 を含む発電電動機の冷却構造により、冷却媒体流出孔 41 F、41 R から放出された冷却媒体を、コイル 24 C のコイルエンドへ導くようにする。このような発電電動機の冷却構造により、コイルエンドを効率的に冷却するとともに、位置による冷却のばらつきを低減する。次に、本実施形態に係る発電電動機の冷却構造をより詳細に説明する。

【 0062 】

図 11 は、本実施形態に係る発電電動機の冷却構造を示す図である。本実施形態に係る発電電動機の冷却構造（以下、必要に応じて冷却構造という）100 は、ローター 20 が取り付けられた入出力シャフト 16 及びローター 20 の外周部に配置されたステーター 24 を筐体内に格納する発電電動機 10 を冷却媒体で冷却するためのものである。このため、冷却構造 100 は、突起部 60 を有している。突起部 60 は、筐体としての第 1 ハウジング 11 の、入出力シャフト 16 の回転中心軸 Z r の方向における一端部側の内面（ハウジング側内面）11 I a からステーター 24 のコイル 24 C に向かって突出して、コイル 24 C との間に冷却媒体の通路（コイルエンド側冷却媒体通路）62 を形成し、かつ回転中心軸 Z r の周囲に配置される。

40

【 0063 】

50

本実施形態において、突起部 60 は、第 1 ハウジング 11 と同一の材料で、これと一体不可分に製造される。突起部 60 と第 1 ハウジング 11 とは、別個の部材で製造され、ボルト又は溶接等によって一体に結合されてもよい。図 11、図 9 に示すように、突起部 60 は、ハウジング 11 のハウジング側内面 11 I a からステータ 24 に向かって突出する環状の部分である。

【0064】

突起部 60 は、頂面 60 T と、径方向外側の側部（外側側部）60 S o と、径方向内側の側部（内側側部）60 S i とを有する。外側側部 60 S o は、ハウジング側内面 11 I a と頂面 60 T とをつなぐ部分である。内側側部 60 S i は、図 9 に示す、フランジ 12 が取り付けられるフランジ取付開口 11 H の内周面と頂面 60 T とをつなぐ部分である。

10

【0065】

突起部 60 は、上述したように、回転中心軸 Z_r の周囲に配置される。より具体的には、突起部 60 は、フランジ取付開口 11 H（図 9 参照）、フランジ 12 が有するリブ 80（図 11 参照）及び第 1 ブレード 40 F の第 2 部分 44 F の径方向外側に配置される。このため、頂面 60 T の径方向内側における半径 R_{ri} は、第 1 ブレード 40 F の第 2 部分 44 F の外周部における半径（ブレード半径） R_b よりも大きい。また、突起部 60 は、第 1 ハウジング 11 に取り付けられる環状の構造体であるステータ 24 に沿って設けられる。このような構造により、このため、突起部 60 は、頂面 60 T がステータ 24 のコイル 24 C、より具体的にはコイル 24 C のコイルエンド（コイルエンド側部 24 C S）と対向する。なお、頂面 60 T の径方向外側における半径 R_{ro} は、コイル 24 C の径

20

【0066】

本実施形態において、突起部 60 の頂面 60 T は、回転中心軸 Z_r と直交する平面と平行であり、平面となっている。なお、頂面 60 T は平面でなくてもよく、例えば、曲面であってもよい。頂面 60 T を、回転中心軸 Z_r と直交する平面と平行な平面とすることにより、切削加工等により比較的容易に頂面 60 T を形成することができる。突起部 60 の頂面 60 T は、第 1 ブレード 40 F の第 3 部分 45 F の外側側面（ロータコア 17 とは反対側の側面）45 F S o よりもロータコア 17 側にある。すなわち、回転中心軸 Z_r と直交する方向から見ると、第 1 ブレード 40 F と突起部 60 とは重なっている。次に、冷却構造 100 の冷却媒体の流れを説明する。

30

【0067】

図 3 に示す第 1 軸受 50 F から流出した冷却媒体及び第 2 通路 33 から流出した冷却媒体は、ロータ 20 の遠心力によって径方向外側に移動して、第 1 ブレード 40 F の冷却媒体保持部 42 F に流入し、ここに保持される。冷却媒体保持部 42 F の冷却媒体は、第 1 ブレード 40 F の回転に起因する遠心力により、冷却媒体流出孔 41 F から径方向外側に放出される。この冷却媒体は、突起部 60 によってコイルエンド側冷却媒体通路 62 に導かれて、コイル 24 C、特にコイルエンドを冷却する。

40

【0068】

冷却構造 100 は、突起部がコイルエンド側部 24 C S と対向する位置まで突出しているので、第 1 ブレード 40 F の冷却媒体流出孔 41 F から放出された冷却媒体が広がった場合でも、突起部 60 によってコイルエンド側冷却媒体通路 62 に導かれ、コイルエンドを冷却できる。このため、冷却構造 100 は、コイルエンドの冷却不足を抑制することができる。また、突起部 60 の頂面 60 T は、第 1 ブレード 40 F の第 3 部分 45 F の外側側面 45 F S o よりもロータコア 17 側にある。このため、冷却媒体流出孔 41 F から放出された冷却媒体をコイルエンドの近傍に集めて、これを冷却することができる。また、冷却構造 100 が有する突起部 60 は、冷却媒体流出孔 41 F を通過しないでコイルエ

50

ンドの冷却に寄与することなく径方向外側に流れてしまう冷却媒体を、コイルエンドに向けて導いて、コイルエンドを冷却することができる。

【0069】

コイルエンドに冷却媒体を効率的に導いて、コイルエンドの冷却不足に起因する性能低下を抑制するとともに、コイル24Cと突起部60との間の電氣的な絶縁を確保する観点から、頂面60Tとコイルエンド側部24CSとの間隔である通路間隔 t_c が定められる。通路間隔 t_c は、例えば、2mm以上4mm以下とすることが好ましい。このような範囲とすることにより、コイル24Cと突起部60との間の電氣的な絶縁を確保しつつ、コイルエンド側冷却媒体通路62に十分な冷却媒体を導入して、効率よくコイルエンドを冷却できる。また、図11に示すリブ80の頂面80Tと第1ブレード40Fの第3部分45Fの外側側面45FS_oとが同一平面上にあるのが好ましく、リブ80の頂面80Tが外側側面45FS_oよりもロータコア17側に接近しているのがより好ましい。このようにすれば、第1ブレード40Fの冷却媒体保持部42Fに冷却媒体がより溜まりやすくなる。その結果、冷却媒体流出孔41Fからより多くの冷却媒体を放出させてコイルエンドをより効果的に冷却することができる。

10

【0070】

ステーター24の周方向におけるコイル24Cの冷却のばらつきを抑制するため、ステーター24の周方向におけるできる限り広い範囲に突起部60を設けることが好ましい。このため、本実施形態では、図9に示すように、一部に切り欠き部60Kを設ける以外は、突起部60がステーター24の周方向に沿って延在している。このようにすることで、ステーター24の周方向に向かって配置される複数のコイル24Cに供給される冷却媒体のばらつきを抑制できるので、前記周方向におけるコイル24Cの冷却ばらつきを抑制して、発電電動機10の性能低下を抑制することができる。

20

【0071】

なお、突起部60には、切り欠き部60Kは必ずしも設ける必要はない。突起部60に切り欠き部60Kを設けない場合、突起部60は、ステーター24の周方向全体にわたって延在するので、ステーター24の周方向に向かって配置される複数のコイル24Cに供給される冷却媒体のばらつきをさらに抑制できる。その結果、前記周方向におけるコイル24Cの冷却ばらつきをより効果的に抑制して、発電電動機10の性能低下をさらに抑制することができる。この場合、コイル24Cの導線は、例えば、図3に示す第2ハウジング13側から取り出すことができる。突起部60が切り欠き部60Kを有する場合、上述したように、コイル24Cの導線を切り欠き部60Kから取り出すことができる。この場合、切り欠き部60Kは、図3、図4に示すコネクタボックス台座26と対向する位置に設けることが好ましい。このようにすれば、コイル24Cからコネクタボックス台座26までの導線の長さを短くすることができるので、電気抵抗を低減できる。

30

【0072】

図12は、本実施形態の変形例に係る発電電動機の冷却構造を示す図である。冷却構造100aは、環状の突起部60aの頂面60Taが、突起部60aの径方向内側から外側に進むにしたがってコイル24Cのコイルエンド側部24CSに近づくようになっている。すなわち、頂面60Taは、回転中心軸Zrと直交する平面に対して、コイル24Cのコイルエンド側部24CSに向かって傾斜している。このようにすることで、第1ブレード40Fの冷却媒体流出孔41Fから放出された冷却媒体を、効率よく頂面60Taとコイルエンド側部24CSとの間、すなわち、コイルエンド側冷却媒体通路62に導くことができる。

40

【0073】

頂面60Taと内側側部60Siとの境界(内側境界部)60Tiは、第1ブレード40Fの第3部分45Fの外側側面45FS_oよりも、図11に示すフランジ12側にある。この場合、内側境界部60Tiは、第1ブレード40Fの第2部分44Fの径方向外側にあってもよいし、径方向内側にあってもよい。また、図12の二点鎖線で示すように、内側境界部60Tiは、第1ブレード40Fの第3部分45Fの外側側面45FS_oより

50

も、コイル 2 4 C 側にあってもよい。

【 0 0 7 4 】

以上、本実施形態及びその変形例は、発電電動機が有する筐体の、入出力シャフトの回転中心軸の方向における一端部側の内面から前記ステーターのコイルに向かって突出するとともに、入出力シャフトの回転中心軸の周囲に配置される突起部を有する。そして、この突起部は、ステーターのコイルとの間に冷却媒体の通路を形成する。この突起部により、ローターの回転に起因する遠心力によってローターの径方向外側に放出された冷却媒体は、突起部によりステーターのコイルとの間に形成された冷却媒体の通路に導入されてコイルを冷却する。その結果、本実施形態及びその変形例は、コイルの冷却不足を抑制することができる。

10

【 0 0 7 5 】

ステーターのコイルは、手巻き又は機械巻きの両方で製造されるが、機械巻きは、手巻きと比較してコイルの導線間の間隔が狭くなり、冷却媒体がコイルの内部に入りにくくなる傾向がある。上述したように、本実施形態及びその変形例は、冷却媒体を効率的にコイルエンドに導くことができるので、機械巻きのコイルであっても、コイルの冷却不足を抑制することができる。

【 0 0 7 6 】

本実施形態において、発電電動機 1 0 は、内燃機関 6 の動力を油圧ポンプ 7 へ伝達する機能も有している。このように、発電電動機 1 0 は、動力が入力されて電力を発生するとともに、入力された動力を、他の駆動対象へ伝達する機能を有している。このため、発電電動機 1 0 は、内燃機関 5 と油圧ポンプ 6 との間に配置される。このような配置においては、回転中心軸 Z r と平行な方向における寸法をできる限り小さくして、内燃機関 5、発電電動機 1 0 及び油圧ポンプ 6 の車両への搭載をやすくすることが好ましい。このため、発電電動機 1 0 は、第 1 軸受 5 0 F 及び第 2 軸受 5 0 R で、入出力シャフト 1 6 の両端部ではなく、中央部分を第 1 軸受 5 0 F 及び第 2 軸受 5 0 R で回転可能に支持している。このような構造は、例えば、入出力シャフト 1 6 の端部にラジアル荷重が作用することにより、第 1 軸受 5 0 F 及び第 2 軸受 5 0 R を中心として入出力シャフト 1 6 を回転させるモーメントが作用した場合に、第 1 軸受 5 0 F 及び第 2 軸受 5 0 R に大きな荷重が作用する。このため、発電電動機 1 0 は、前記ラジアル荷重に起因して、第 1 軸受 5 0 F 及び第 2 軸受 5 0 R を中心として入出力シャフト 1 6 が回転しやすく、この回転が原因となって振動及び騒音が大きくなりやすい傾向がある。

20

30

【 0 0 7 7 】

冷却構造 1 0 0 は、第 1 ハウジング 1 1 に突起部 6 0 を有するので、フランジ 1 2 を介して第 1 軸受 5 0 F 及び第 2 軸受 5 0 R を支持する第 1 ハウジング 1 1 の強度及び剛性が向上する。このため、冷却構造 1 0 0 を有する発電電動機 1 0 は、回転系を支持する部分の剛性が向上するので、前記振動及び騒音が低減する。このように、冷却構造 1 0 0 は、発電電動機 1 0 のように、動力発生源と前記動力発生源の駆動対象との間に配置されて、動力発生源の動力を前記駆動対象に伝達するための機能を有しているものに好適である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 8 】

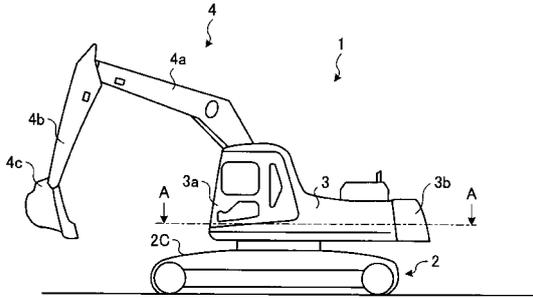
- 1 ハイブリッド油圧シヨベル
- 2 下部走行体
- 3 上部旋回体
- 6 内燃機関
- 6 S 出力シャフト
- 7 油圧ポンプ
- 7 S 入力シャフト
- 1 0 発電電動機
- 1 1 第 1 ハウジング
- 1 2 フランジ

40

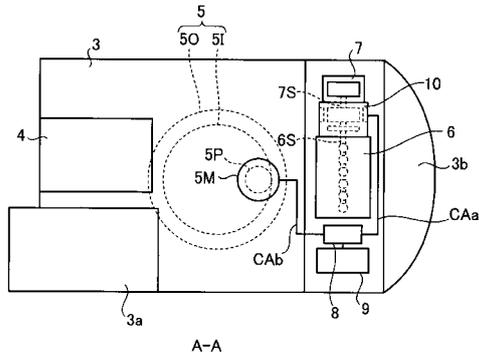
50

1 3	第 2 ハウジング	
1 4	フライホイール	
1 5	連結部材	
1 6	入出力シャフト	
1 7	ローターコア	
1 8	ローターホルダー	
1 8 L i	第 1 ホルダー部材	
1 8 L o	第 2 ホルダー部材	
1 8 T	第 3 ホルダー部材	
2 0	ローター	10
2 4	ステーター	
2 4 C	コイル	
2 4 I	インシュレーター	
2 4 K	ステーターコア	
3 2	第 1 通路	
3 2 i	内側第 1 通路	
3 2 o	外側第 1 通路	
3 2 H	第 1 通路出口	
3 2 I	第 1 通路入口	
3 3	第 2 通路	20
3 3 H	第 2 通路出口	
3 3 I	第 2 通路入口	
3 5	絞り部	
4 0 F	第 1 ブレード	
4 0 R	第 2 ブレード	
5 0 F	第 1 軸受	
5 0 R	第 2 軸受	
6 0、6 0 a	突起部	
6 0 K	切り欠き部	
6 0 S o	外側側部	30
6 0 T、6 0 T a	頂面	
6 0 T i	内側境界部	
6 0 S i	内側側部	
6 2	コイルエンド側冷却媒体通路	
7 0	軸受取付部材	
7 1	貫通孔	
8 0	リブ	
1 0 0	発電電動機の潤滑構造 (潤滑構造)	
Z r	回転中心軸	

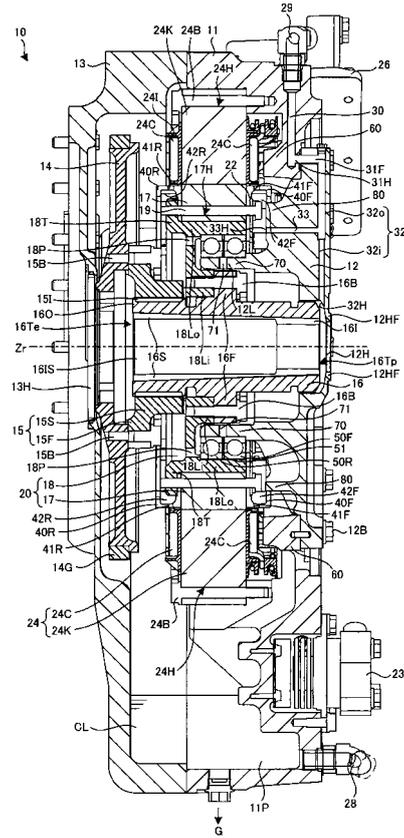
【図1】



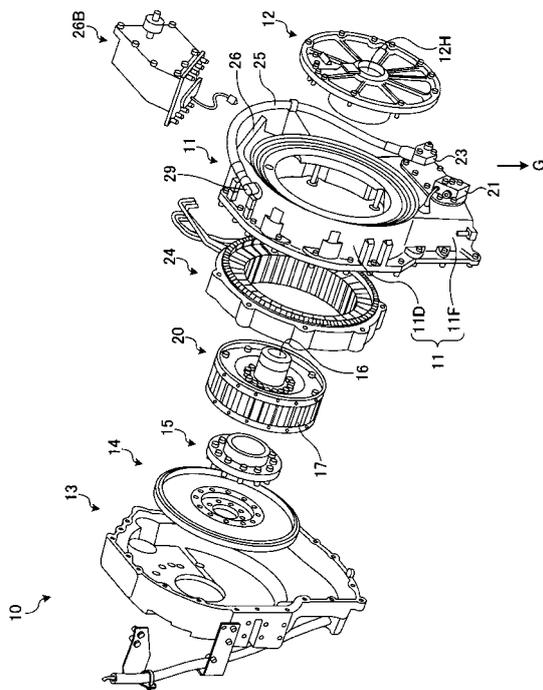
【図2】



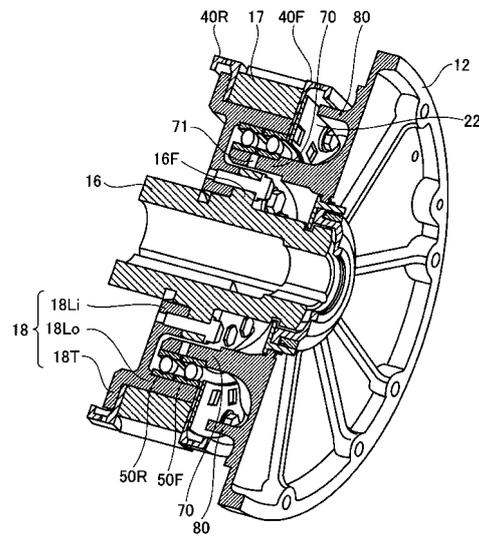
【図3】



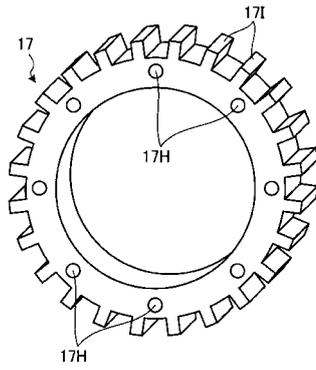
【図4】



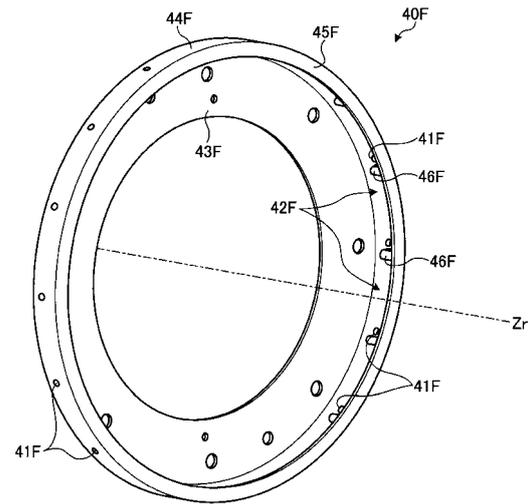
【図5】



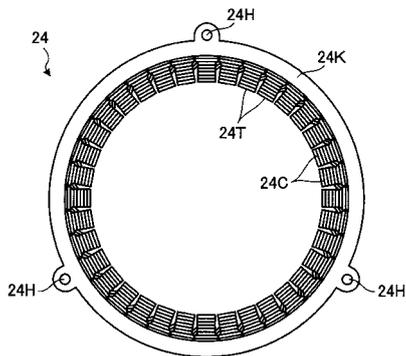
【 図 6 】



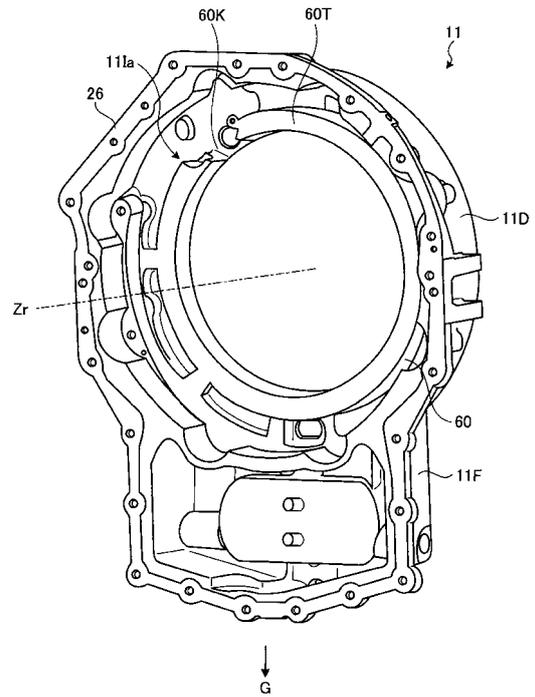
【 図 7 】



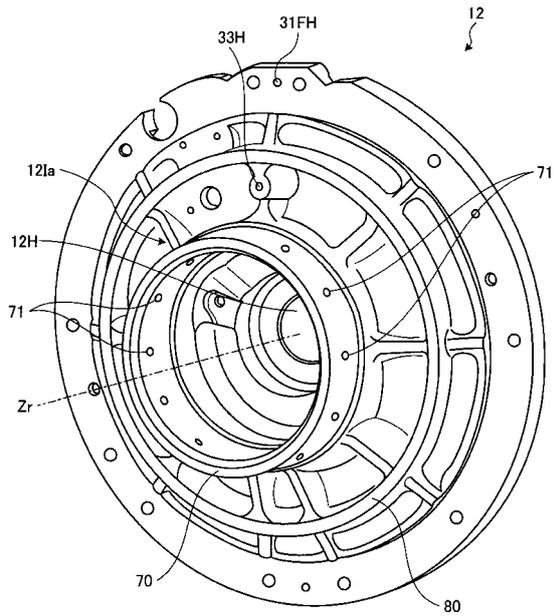
【 図 8 】



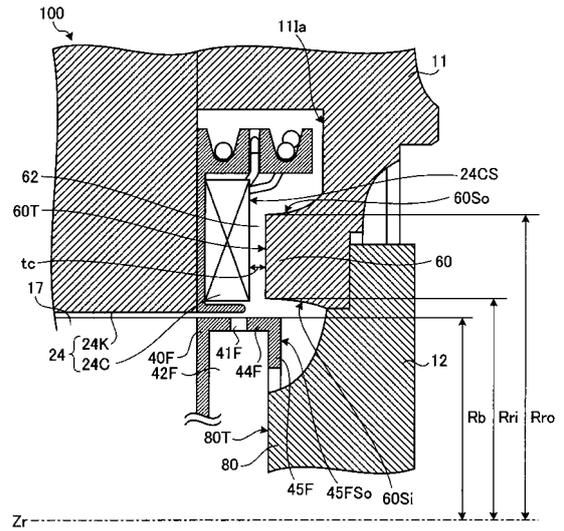
【 図 9 】



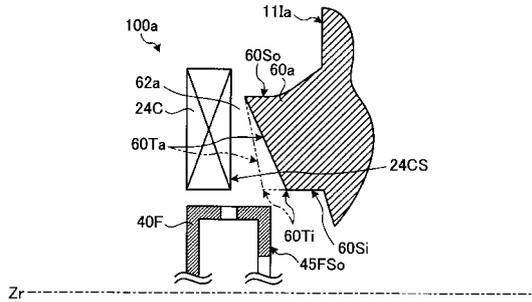
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-171755(JP,A)
特開2007-159325(JP,A)
特開2010-53596(JP,A)
特開2009-291056(JP,A)
特開2009-201217(JP,A)
特開2004-282902(JP,A)
特開2009-71905(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 9/19, 5/20, 7/14, 7/18