(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 4 日(04.10.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/133322 A1

(51) 国際特許分類:
H02K 5/20 (2006.01) *H02K 9/19* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/057770

(22) 国際出願日: 2012 年 3 月 26 日(26.03.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-080713 2011 年 3 月 31 日(31.03.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社小松製作所 **(KOMATSU LTD.)** [JP/JP]; 〒1078414 東京都港区赤坂２－３－６ Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渡邉 光一 **(WATANABE, Kouichi)** [JP/JP]; 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮３－２５－１ 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP). 飯塚 航也 **(IIZUKA, Kouya)** [JP/JP]; 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮３－２５－１ 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP). 長野 隆生 **(NAGANO, Takao)** [JP/JP]; 〒2548555 神奈川県平塚市四之宮３－２５－１ 株式会社小松製作所 開発本部内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明 **(SAKAI, Hiroaki)**; 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目２番５号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

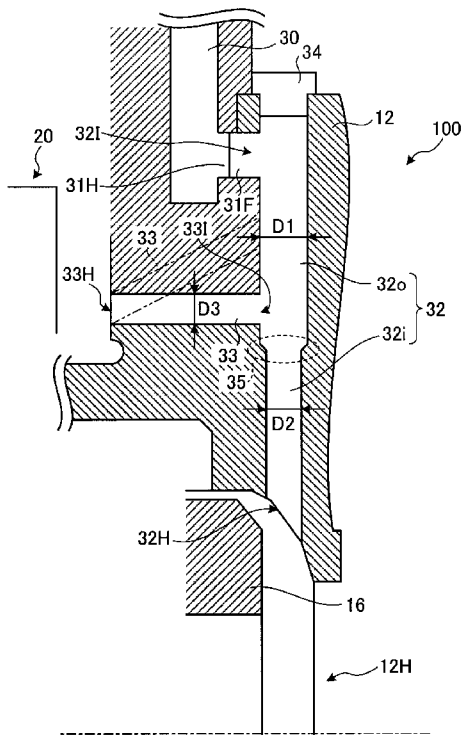
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: GENERATOR MOTOR COOLING STRUCTURE AND GENERATOR MOTOR

(54) 発明の名称 : 発電電動機の冷却構造及び発電電動機

[図11]



(57) **Abstract**: The objective of the present invention is to suppress unevenness in cooling state when cooling a generator motor using a cooling medium. Thus, a generator motor cooling structure (100) contains: a first duct (32) that is provided to a flange (12) of the generator motor, extends towards the rotational central axis (Zr) of an input/output shaft (16) housed within a first housing (11), opens at the input/output shaft (16) side, and has a throttle section (35) partway along the duct; and a second duct (33) that is provided to the flange (12), extends towards a rotor (20) attached to the outside of the input/output shaft (16) after branching from the first duct (32) at a position to the outside in the radial direction of the input/output shaft (16) from the throttle section (35), and opens at the rotor (20) side.

(57) 要約: 冷却媒体で発電電動機を冷却するにあたって、冷却状態のばらつきを抑制することを目的とする。このため、発電電動機の冷却構造１００は、発電電動機のフランジ１２に設けられ、第１ハウジング１１の内部に格納される入出力シャフト１６の回転中心軸Ｚｒに向かって延在して入出力シャフト１６側に開口し、かつ途中に絞り部３５を有する第１通路３２と、フランジ１２に設けられ、絞り部３５よりも入出力シャフト１６の径方向外側の位置で第１通路３２から分岐してから入出力シャフト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、ローター２０側に開口する第２通路３３と、を含む。

WO 2012/133322 A1

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 発電電動機の冷却構造及び発電電動機

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）。

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、冷却対象となる部分の冷却状態にばらつきが発生するおそれがある。特許文献１には、冷却のアンバランスについては言及されておらず、改善の余地がある。本発明は、冷却媒体で発電電動機を冷却するにあたって、冷却状態のばらつきを抑制することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明は、発電電動機の筐体の一端部に配置される端部側部材に設けられ、前記筐体の内部に格納される入出力シャフトの回転中心軸に向かって延在して前記入出力シャフト側に開口し、かつ途中に絞り部を有する第１通路と、前記端部側部材に設けられ、前記絞り部よりも前記入出力シャフトの径方向外側の位置で前記第１通路から分岐してから前記入出力シャフトの外側に

取り付けられるローターに向かって延在して、前記ローター側に開口する第２通路と、を含む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、前記第１通路は、前記入出力シャフト側の内側第１通路と、前記内側第１通路よりも前記入出力シャフトの径方向外側に配置され、かつ前記内側第１通路よりも内径が大きい外側第１通路とを有し、前記内側第１通路と前記外側第１通路との間が前記絞り部となることが好ましい。

[0007] 本発明において、前記第１通路は、前記入出力シャフトの一端部の位置に開口することが好ましい。

[0008] 本発明において、前記端部側部材は、前記入出力シャフトに動力伝達部材を取り付けるための貫通孔と、前記貫通孔の内周部から前記回転中心軸に向かい、前記入出力シャフトの一端部と重ならないように、前記入出力シャフトの径方向途中の位置まで延出する張り出し部と、を有することが好ましい。

[0009] 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。

[0010] 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。

[0011] 本発明において、前記第１通路は、前記入出力シャフトと前記駆動対象の入力軸との接続部の位置に開口することが好ましい。

[0012] 本発明は、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、前記発電電動機の筐体の一端部に配置される端部側部材に設けられ、前記筐体の内部に格納される入出力シャフトの回転中心軸に向かって延在して前記入出力シャフト側に開口する第１通路と、前記絞り部よりも前記入出力シャフトの径方向外側の位置で前記第１通路から分岐してから前記入出力シャフトの外側に取り付けられるローターに向かって延在して、前記ローター側に開口する第２通路と、を含み、前記第１通路は、前記入出力シャフト側の内側第１通路と、前記内側第１通路よりも前記入出力シャフトの径方向外側に配

置され、かつ前記内側第１通路よりも内径が大きい外側第１通路とを有し、前記第２通路は、前記外側第１通路から分岐することを特徴とする発電電動機である。

[0013] 本発明は、冷却媒体で発電電動機を冷却するにあたって、冷却状態のばらつきを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [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。

[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。

[図13]図１３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

[0015] 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。

[0016] ＜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。

[0017] ハイブリッド油圧ショベル１は、左右一対の履帯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。左右一対の履帯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。

[0018] 上部旋回体３は、旋回モータとして機能する電動機５Ｍ（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５Ｏ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５Ｉ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５Ｍ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５Ｐと連結している。スイングピニオン５Ｐは、スイングサークル５のインナーレース５Ｉに取り付けられた内歯に噛み合っている。電動機５Ｍ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５Ｐ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５Ｍ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５Ｍ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４ａ、アーム４ｂ及びバケット４ｃ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４ａ用、アーム４ｂ用、バケット４ｃ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。

[0019] 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３ａ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３ｂ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３ａ及びカウンターウェイト３ｂ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１０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。

[0020] 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１０、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３ｂの前方、すなわち操縦室３ａ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１０が配置される。内燃機関６の出力シャフト６Ｓは発電電動機１０の入出力シャフトに接続され、発電電動機１０の入出力シャフトは油圧ポンプ７の入力シャフト７Ｓ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１０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１０を介して駆動される。なお、発電電動機１はＰＴＯ（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。

[0021] インバータ８の入出力端子と発電電動機１０の電力入出力端子とは、高電圧配線ＣＡａが電気的に接続している。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ＣＡｂが電気的に接続している。インバータ８は、発電電動機１０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５Ｍ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５Ｍ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が旋回するときに、インバータ８が電動機５Ｍへ供給する。発電電動機１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。

[0022] このように、本実施形態に係る発電電動機１０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１０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１０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。

[0023] ＜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１０の回転中心軸Ｚｒを含み、かつ回転中心軸Ｚｒ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。

[0024] 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。

[0025] 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、前記筐体の一端部、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。

[0026] 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。

[0027] ＜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。

[0028] ＜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１６０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１６０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。

[0029] 入出力シャフト１６は、回転中心軸Ｚｒ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Ｚｒを中心として回転する。入出力シャフト１６は、外周部から径方向外側に向かって張り出す円形形状のフランジ部１６Ｆを有する。フランジ部１６Ｆ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１６Ｔｐから他端部１６Ｔｅに向かって貫通するシャフト貫通孔１６ＩＳを有する。シャフト貫通孔１６ＩＳ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１６Ｔｐから他端部１６Ｔｅにわたって形成された溝１６Ｓを有する。溝１６Ｓは、一端部１６Ｔｐから他端部１６Ｔｅ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１６Ｔｐ側から流入した冷却媒体が、他端部１６Ｔｅ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６Ｓとをスプライン等によって接続してもよい。

[0030] ＜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Ｚｒと平行である。ローターコア１７は、図４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１７Ｉ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１７Ｈ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。

[0031] ローターホルダー１８は、第１ホルダー部材１８Ｌｉと、第２ホルダー部材１８Ｌｏと、第３ホルダー部材１８Ｔとを含む。第１ホルダー部材１８Ｌｉは、中抜きの円板状の構造体である第１ホルダー部材１８Ｌｉである。第２ホルダー部材１８Ｌｏは、第１ホルダー部材１８Ｌｉ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１８Ｔは、第２ホルダー部材１８Ｌｏの一端部に設けられる、中抜きの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のフランジ部１６Ｆに、ボルト１６Ｂで締結される。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Ｚｒを中心として回転する。なお、第１ホルダー部材１８Ｌｉは、ローターホルダー１８の軸方向（回転中心軸Ｚｒと平行な方向）と平行な軸方向貫通孔１８Ｐを有する。軸方向貫通孔１８Ｐは、冷却媒体の通路となる。

[0032] ローターコア１７は、第２ホルダー部材１８Ｌｏ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１７Ｈ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１８Ｔ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４０Ｆと第２ブレード４０Ｒとでローターコア１７を挟み込んだ状態で、第１ブレード４０Ｆ及び第２ブレード４０Ｒとともにローターコア１７をローターホルダー１

８に取り付ける。なお、第１ブレード４０Ｆはフランジ１２側に配置され、第２ブレード４０Ｒは第２ハウジング１３側に配置される。また、第１ブレード４０Ｆ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。

[0033] 図７に示すように、第１ブレード４０Ｆ及び第２ブレード４０Ｒは、環状の部材である。第１ブレード４０Ｆ及び第２ブレード４０Ｒは、複数の鋼板を有するローターコア１７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内径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。

[0034] 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鍔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。

[0035] 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。

[0036] 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４０Ｒ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。

[0037] 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。

[0038] ＜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２４Ｋの周方向に向かって所定のピッチで、複数の突部２４Ｔが中心に向けて突出している。突起２４Ｔは、ステーターコア２４Ｋの一部である。それぞれの突部２４Ｔは、発電電動機１０の磁極となる。それぞれの突部２４Ｔの周面には、コイル２４Ｃとして、３本のコイルが、インシュレーター２４Ｉ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２４Ｋの両端部からはみ出した部分が、コイル２４Ｃのコイルエンドである。

[0039] インシュレーター２４Ｉは、樹脂製の部材であり、コイル２４Ｃとステーターコア２４Ｋとの間に介在する。インシュレーター２４Ｉは、コイル２４Ｃ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２０から放出された冷却媒体は、切り欠きを通っ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２４Ｉの切り欠きは、回転するローター２０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。

[0040] 本実施形態において、ステーターコア２４Ｋは、計３６個の突起２４Ｔを有している。このような構造により、３相１２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２４Ｃの両端部における６本のコイル端子は、ハウジング１１が有するコネクタボックス台座２６に取り付けられるコネクタボックス２６Ｂ（図４参照）に設けられた端子接続部と電気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Ｃ

Ａａと電気的に接続する。

[0041] ステーターコア２４Ｋ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２４Ｈが設けられている。それぞれの前記突起部は、ハウジング１１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２４Ｋをハウジング１１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２４Ｋは、ボルト２４Ｂをボルト孔２４Ｈに貫通させてハウジング１１に取り付けられる。

[0042] 発電電動機１０は、ステーター２４の内側に、ローター２０が配置される。より具体的には、ステーターコア２４Ｋの内側に、ローターコア１７が配置される。このような配置により、ローターコア１７が有する誘導子１７Ｉと、ステーターコア２４Ｋが有する突起２４Ｔ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２４Ｋの内周部に等間隔で設けられて磁極を構成する突部２４Ｔは、計３６個である。これに対して、ローターコア１７の外周部に等間隔で設けられる誘導子１７Ｉは、計２４個である。このように、発電電動機１０は、ステーターコア２４Ｋにおける磁極（突起２４Ｔ）の数、すなわち、各磁極（各突部２４Ｔ）間のピッチと、ローターコア１７における各誘導子１７Ｉ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１０の第１ハウジング１１、フランジ１２及び第２ハウジング１３について説明する。

[0043] ＜第１ハウジング＞

図９、図４に示すように、第１ハウジング１１は、略円筒形状の部分（円筒状部分）１１Ｄと、円筒状部分１１Ｄから、その径方向外側に向かって張り出した張り出し部１１Ｆ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１１は、一端部にフランジ１２が取り付けられ、他端部に第２ハウジング１３が取り付けられる。第１ハウジング１１は、ローター２０と、ローター２０の外周部に配置されるステーター２４とを内部に有している。より具体的には、第１ハウジング１１と、フランジ１２と、

第２ハウジング１３とで囲まれる空間に、ローター２０とステーター２４とが配置される。図３に示すように、張り出し部１１Ｆの部分は、冷却媒体ＣＬを溜める冷却媒体溜めとしてのオイルパン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。

[0044] 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）１１１ａ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に示すコイル２４Ｃの導線を引き出す。突起部６０の頂面、すなわち、コイル２４Ｃと対向する面は、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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] ＜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。

[0048] フランジ１２は、入出力シャフト１６が有するフランジ部１６Ｆ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）１２１ａ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１８Ｌｉ及び入出力シャフト１６のフランジ部１６Ｆと、ローターホルダー１８の第２ホルダー部材１８Ｌｏとの間に配置される。

[0049] フランジ１２の貫通孔１２Ｈは、入出力シャフト１６の径方向途中の位置、より具体的には、入出力シャフト１６が有する内歯スプライン１６Ｉの径方向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は、入出力シャフト１６の一端部と重ならないように延出している。また、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１の内部から貫通孔１２Ｈを通って外部へ流出する冷却媒体を最小限に抑え、発電電動機１の内部へ冷却媒体を導くことができる。

[0050] 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５０Ｆと第２軸受５０Ｒ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５０Ｆ及び第２軸受５０Ｒの外輪側に配置される。本実施形態において、第１軸受５０Ｆ及び第２軸受５０Ｒ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５０Ｆがフランジ１２側に、第２軸受５０Ｒ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５０Ｆ及び第２軸受５０Ｒ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５０Ｆ及び第２軸受５０Ｒの外輪は、ローターホルダー１８の第２ホルダー部材１８Ｌｏ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５０Ｆ及び第２軸受５０Ｒ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５０Ｆ及び第２軸受５０Ｒ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。

[0051] 第１軸受５０Ｆと第２軸受５０Ｒとの間であって、これらの外輪側には、スペーサー５１が介在しているので、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、前記隙間を介して冷却媒体を第１軸受５０Ｆ及び第２軸受５０Ｒに供給する。

[0052] 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４０Ｆよりも径方向内側の位置に、第１ブレード４０Ｆに向かって突出するリブ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。

[0053] 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４０Ｆ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４０Ｆの端面よりも、ローター２０側（冷却媒体保持部４２Ｆ側）にある。このようにすることで、第１ブレード４０Ｆの冷却媒体保持部４２Ｆ内に冷却媒体をより確実に導入することができる。

[0054] フランジ１２は、第１ハウジング１１の連結通路３１Ｈと接続される連結通路３１Ｆと、連結通路３１Ｆ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３１Ｆは、フランジ１２の外周部の一部に開口している。この開口が、連通通路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１

２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。

[0055] 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）。

[0056] ＜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。

[0057] ＜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を通って第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との間の空間を通って、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。

[0058] 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を供給できる。その結果、シャフト貫通孔１６ＩＳ内へ冷却媒体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を、油圧ポンプ７側に流れ込まないように規制しているので、シャフト貫通孔１６ＩＳ内へ冷却媒体を効率的に導入することができる。

[0059] 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２４Ｃ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１１Ｐに集められる。

[0060] 第１ホルダー部材１８Ｌｉが有する軸方向貫通孔１８Ｐを通過した冷却媒体ＣＬは、ローターホルダー１８の第３ホルダー部材１８Ｔに沿って流れてから第２ブレード４０Ｒの冷却媒体保持部４２Ｒ内に流入し、冷却媒体保持部４２Ｒの冷却媒体流出孔４１Ｒから流出する。この冷却媒体ＣＬ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２４Ｃ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１１Ｐに集められる。

[0061] シャフト貫通孔１６ＩＳ内へ流入した冷却媒体は、入出力シャフト１６の一端部１６Ｔｐから他端部１６Ｔｅに向かって流れて、他端部１６Ｔｅ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１６Ｏと連結部材１５の内歯スプライン１５Ｉとの間を通って、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１８Ｌｉ及び第３ホルダー部材１８Ｔに沿って径方向外側に流れた後、第２ブレード４０Ｒの冷却媒体保持部４２Ｒ内に流入し、冷却媒体保持部４２Ｒの冷却媒体流出孔４１Ｒ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２４Ｃ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１１Ｐに集められる。

[0062] 第２通路３３を通過した冷却媒体は、第２通路出口３３Ｈ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２４Ｃ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１１Ｐに集められる。オイルパン１１Ｐに集められた冷却媒体は、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。

[0063] 外側第１通路３２ｏを流れる冷却媒体は下向きの速度を持っているため、第１通路３２と第２通路３３との通路断面積（通路の延在方向と直交する断面の面積）が同じ大きさであっても、第１通路３２を流れる冷却媒体の流量の方が、第２通路３３を流れる冷却媒体の流量よりも大きくなる。その結果、第２通路３３を通過する冷却媒体によって冷却される部分と、第１通路３２を通過する冷却媒体によって冷却される部分との間で、冷却状態のばらつきが発生する。具体的には、フランジ１２側かつ回転中心軸Ｚｒよりも頂部側のコイル２４Ｃのコイルエンドが、他の部分におけるコイル２４Ｃのコイ

ルエンドよりも冷却されにくくなり、より昇温しやすくなる。そこで、本実施形態は、次のような冷却構造により、冷却状態のばらつきを抑制する。

[0064] 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、第１通路３２で冷却媒体を２方向に分配するにあたって、第１通路と第２通路３３との間における冷却媒体の流量差を低減する。このため、冷却構造１００は、第１通路３２が、発電電動機１０の筐体の一部としての第１ハウジング１１の内部に格納される入出力シャフト１６の回転中心軸Ｚｒに向かって延在して入出力シャフト１６側に開口し、かつ途中に絞り部３５を有する。そして、第２通路３３は、絞り部３５よりも入出力シャフトの径方向外側の位置で第１通路３２から分岐して、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、ローター２０と対向する位置に開口する。

[0065] このような構造により、絞り部３５を通過して第１通路３２を流れる冷却媒体の流量が減少し、第２通路３３を流れる冷却媒体の流量が増加する。その結果、第１通路３２と第２通路３３とを流れる冷却媒体の流量差を低減することができる。その結果、第２通路３３を通過する冷却媒体によって冷却される部分と、第１通路３２を通過する冷却媒体によって冷却される部分との間における冷却状態のばらつきを抑制することができる。第１通路３２の内径Ｄ１が太くなり、第１通路３２を流れる冷却媒体の流量が大きくなると、第１通路３２と第２通路３３とを流れる冷却媒体の流量差が大きくなる。冷却構造１００は、絞り部３５による絞りの程度を調整することにより、第１通路３２を流れる冷却媒体と第２通路３３を流れる冷却媒体との流量バランスを調整できるので、調整の自由度が大きい。このため、冷却構造２０は、第１通路３２の内径Ｄ１が太くなり、大量の冷却媒体を流す必要がある場合に、特に有利である。

[0066] 本実施形態において、内側第１通路３２ｉの内径Ｄ２を外側第１通路３２ｏの内径Ｄ１よりも小さくし（Ｄ２＜Ｄ１）、内側第１通路３２ｉと外側第

１通路３２ｏとの間を絞り部３５としている。第２通路３３の内径Ｄ３は、適宜設定することが可能であるが、本実施形態では、Ｄ２に等しくしてある。

[0067] 内側第１通路３２ｉの内径Ｄ２を外側第１通路３２ｏの内径Ｄ１よりも小さくすることで、絞り部３５を比較的容易に設けることができる。第１通路３２は、例えば、フランジ１２をドリル等で穿孔することにより形成されるが、まず、外側第１通路３２ｏの内径Ｄ１に相当する外径のドリルで穿孔して外側第１通路３２ｏを形成する。次に、内側第１通路３２ｉの内径Ｄ２（＜Ｄ１）のドリルを用いて内側第１通路３２ｉを形成する。最後に、フランジ１２のローター２０側から外側第１通路３２ｏに向かってドリルで穿孔することにより、第２通路３３を形成する。このように、異なる外径のドリルで穿孔することで絞り部３５を有する第１通路３２を形成することができる。なお、この方法は、第１通路３２の開口部が第１通路出口３２Ｈの他にもう一つできるので、第１通路出口３２Ｈ以外の開口部を栓３４で封止する。

[0068] 最初に小さい内径の内側第１通路３２ｉを長く穿孔するのは機械加工上難しい場合がある。上述したように、先に大きい内径の外側第１通路３２ｏを穿孔し、その後、より小さい内径の内側第１通路３２ｉを穿孔すれば、小さい孔を穿孔する距離を短くすることができる。このため、上述した方法によれば、外側第１通路３２ｏの内径よりも小さい内径の内側第１通路３２ｉを容易に加工することができる。なお、内側第１通路３２ｉ、外側第１通路３２ｏの順に穿孔することを除外するものではない。

[0069] 冷却媒体導入通路３０及び連結通路３１Ｈ、３１Ｆも、ドリルによる穿孔で形成することができる。冷却媒体導入通路３０及び連結通路３１Ｈ、３１Ｆを通過した冷却媒体は、第１通路入口３２Ｉから外側第１通路３２ｏに流入して流れ、第２通路入口３３Ｉから第２通路３３に分岐し、残りは内側第１通路３２ｉを流れる。冷却構造１００は、絞り部３５によって内側第１通路３２ｉへ流入する冷却媒体の量が制限されるので、第２通路３３へより多くの冷却媒体が流れて第２通路出口３３Ｈから流出する。その結果、冷却構

造１００は、第１通路３２と第２通路３３との間における冷却媒体の流量差を抑制して、冷却状態のばらつきを抑制できる。また、冷却構造１００は、絞り部３５により第１通路３２と第２通路３３との間の流量バランスを設定するので、冷却媒体導入通路３０に供給される冷却媒体の流量が変動したり、冷却媒体の粘度が変動したりした場合でも、第１通路３２と第２通路３３との流量比を一定に保ちやすくなる。

[0070] また、発電電動機１０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。このとき、内燃機関６又は油圧ポンプ７の仕様等によって入出力シャフト１６を通過するトルクが大きくなると、第１通路３２と第２通路３３との流量比を変更する必要がある。このような場合でも、外側第１通路３２ｏの内径Ｄ２と内側第１通路３２ｉの内径Ｄ１との比率を変更することで容易に前記流量比を変更することができる。このため、冷却構造１００は、動力発生源からの動力を、発電電動機１０以外の駆動源へ伝達する機能を有しているものに対して好適である。

[0071] 本実施形態において、第１通路３２は、入出力シャフト１６の径方向と平行に延在している。第１通路３２は、入出力シャフト１６に向かって延在していれば、入出力シャフト１６の径方向と平行でなくてもよい。また、第１通路３２は、曲がり部を有していてもよいが、本実施形態のように、第１通路３２を直線とすることにより、第１通路３２を容易に形成することができる。

[0072] 本実施形態において、第２通路３３は、入出力シャフト１６の回転中心軸Ｚｒと平行に形成されている。第２通路３３は、第１通路３２からローター２０に向かって延在していればよいので、回転中心軸Ｚｒと平行でなくてもよい。このため、第２通路３３は、図１１の二点鎖線で示すように、ローター２０及び回転中心軸に向かって延在していてもよい。また、第２通路３３は、絞り部３５から所定の位置、すなわち、内側第１通路３２ｉの入口から所定の距離だけ径方向外側に離れた位置で外側第１通路３２ｏから分岐して、入出力シャフト１６の回転中心軸Ｚｒに向かって延在する。

[0073] 第１通路３２及び第２通路３３は、それぞれの延在方向と直交する断面の形状は限定されるものではなく、円形、楕円形等の他、三角形、四角形又は六角形等の多角形であってもよい。しかし、第１通路３２及び第２通路３３の前記断面の形状をいずれも円形とすることにより、ドリルによって穿孔することで第１通路３２及び第２通路３３を容易に形成することができるので好ましい。なお、前記断面の形状が円形以外である場合、第１通路３２及び第２通路３３の内径は、等価直径（４×Ａ／Ｃ、Ａは通路断面の面積、Ｃは前記通路断面の周長）を用いる。

[0074] 図１２、図１３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。図１２に示す冷却構造１００ａは、内径がＤ２のスリーブ３５ａを用いて絞り部を形成する。スリーブ３５ａは、第１通路３２の第１通路出口３２Ｈとは反対側における開口３２Ｉｔから第１通路３２に挿入されて、取り付けられる。なお、開口３２Ｉｔには栓３４が取り付けられる。スリーブ３５ａは、開口３２Ｉｔ側の端部が第２通路入口３３Ｉよりも第１通路出口３２Ｈ側になる位置に取り付けられる。スリーブ３５ａは、例えば、第１通路３２が形成されるフランジ１２よりも軟らかい材料としておき、これを第１通路３２へ打ち込むことにより、第１通路３２の所定の位置にスリーブ３５ａを取り付ける。この冷却構造１００ａは、外側第１通路３２ｏと内側第１通路３２ｉとの間で内径Ｄ１を変更しなくてもよいので、その分加工が容易になる。絞り部としては、スリーブ３５ａの代わりに、図１３に示す外歯スプライン形状の通路断面積調整部材３５ｂを用いてもよい。この場合、外歯スプライン３５ｂｔと内側第１通路３２ｉとで囲まれる空間３２ｉｐを冷却媒体が通過する。

[0075] 以上、本実施形態及びその変形例は、発電電動機の入出力シャフトの回転中心軸に向かって延在して入出力シャフト側に開口し、かつ途中に絞り部を有する第１通路と、絞り部よりも入出力シャフトの径方向外側の位置で第１通路から分岐してから入出力シャフトの外側に取り付けられるローターに向かって延在して、前記ローター側に開口する第２通路と、を含むようにした

。このように、第１通路に絞り部を設けるとともに、絞り部よりも冷却媒体の流れの上流側で第２通路を分岐させるので、絞り部よりも第１通路の下流に流れる冷却媒体の流量が低減され、その分第２通路を流れる冷却媒体の流量を大きくすることができる。その結果、第１通路と第２通路とにおける冷却媒体の流量のアンバランスが抑制されるので、発電電動機の冷却対象となる部分の冷却状態のばらつきを抑制することができる。

符号の説明

[0076] １　ハイブリッド油圧ショベル

２　下部走行体

３　上部旋回体

６　内燃機関

６Ｓ　出力シャフト

７　油圧ポンプ

７Ｓ　入力シャフト

１０　発電電動機

１１　第１ハウジング

１２　フランジ

１３　第２ハウジング

１４　フライホイール

１５　連結部材

１６　入出力シャフト

１７　ローターコア

１８　ローターホルダー

１８Ｌｉ　第１ホルダー部材

１８Ｌｏ　第２ホルダー部材

１８Ｔ　第３ホルダー部材

２０　ローター

２４　ステーター

２４Ｃ　コイル

２４Ｉ　インシュレーター

２４Ｋ　ステーターコア

３２　第１通路

３２ｉ　内側第１通路

３２ｏ　外側第１通路

３２Ｈ　第１通路出口

３２Ｉ　第１通路入口

３３　第２通路

３３Ｈ　第２通路出口

３３Ｉ　第２通路入口

３５　絞り部

４０Ｆ　第１ブレード

４０Ｒ　第２ブレード

５０Ｆ　第１軸受

５０Ｒ　第２軸受

６０　突起部

７０　軸受取付部材

７１　貫通孔

８０　リブ

１００、１００ａ　冷却構造

Ｚｒ　回転中心軸

請求の範囲

[請求項1] 発電電動機の筐体の一端部に配置される端部側部材に設けられ、前記筐体の内部に格納される入出力シャフトの回転中心軸に向かって延在して前記入出力シャフト側に開口し、かつ途中に絞り部を有する第１通路と、

前記端部側部材に設けられ、前記絞り部よりも前記入出力シャフトの径方向外側の位置で前記第１通路から分岐してから前記入出力シャフトの外側に取り付けられるローターに向かって延在して、前記ローター側に開口する第２通路と、

を含むことを特徴とする発電電動機の冷却構造。

[請求項2] 前記第１通路は、前記入出力シャフト側の内側第１通路と、前記内側第１通路よりも前記入出力シャフトの径方向外側に配置され、かつ前記内側第１通路よりも内径が大きい外側第１通路とを有し、前記内側第１通路と前記外側第１通路との間が前記絞り部となる請求項１に記載の発電電動機の冷却構造。

[請求項3] 前記第１通路は、前記入出力シャフトの一端部の位置に開口する請求項１又は２に記載の発電電動機の冷却構造。

[請求項4] 前記端部側部材は、

前記入出力シャフトに動力伝達部材を取り付けるための貫通孔と、

前記貫通孔の内周部から前記回転中心軸に向かい、前記入出力シャフトの一端部と重ならないように、前記入出力シャフトの径方向途中の位置まで延出する張り出し部と、

を有する請求項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。

[請求項5] 請求項１から４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6] 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５に記載の発電電動機。

［請求項7］ 前記第１通路は、前記入出力シャフトと前記駆動対象の入力軸との接続部の位置に開口する請求項５又は６に記載の発電電動機。

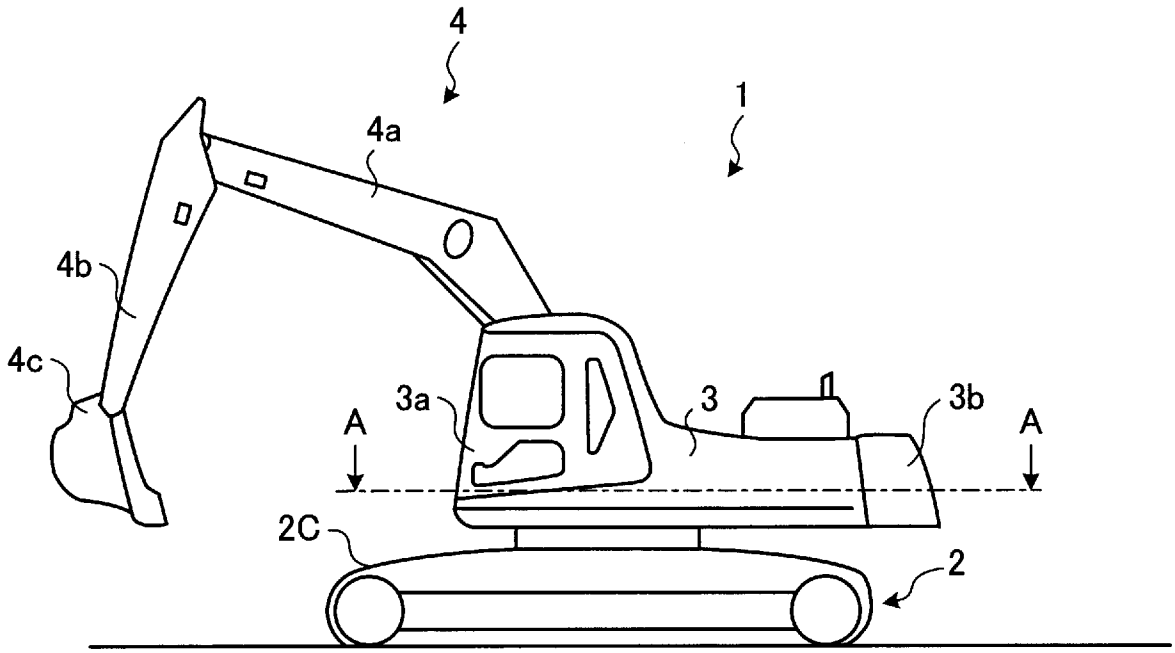
［請求項8］ 内燃機関と油圧ポンプとの間に設けられて前記内燃機関の動力を前記油圧ポンプに伝達するとともに電力を発生する発電電動機であり、

前記発電電動機の筐体の一端部に配置される端部側部材に設けられ、前記筐体の内部に格納される入出力シャフトの回転中心軸に向かって延在して前記入出力シャフト側に開口する第１通路と、

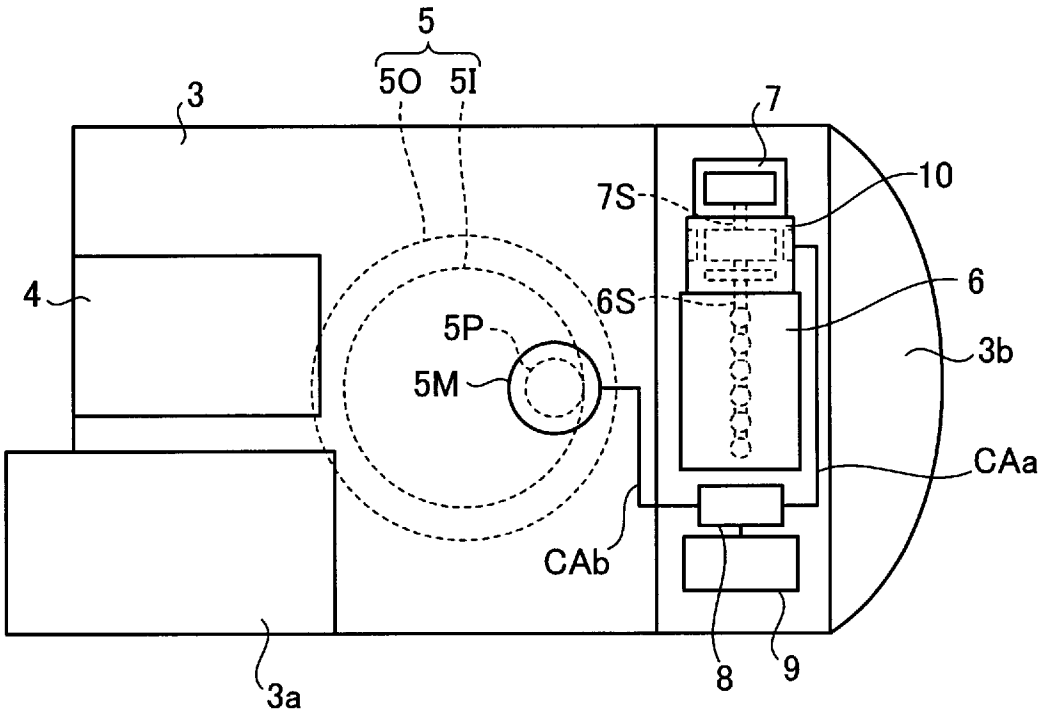
前記絞り部よりも前記入出力シャフトの径方向外側の位置で前記第１通路から分岐してから前記入出力シャフトの外側に取り付けられるローターに向かって延在して、前記ローター側に開口する第２通路と、を含み、

前記第１通路は、前記入出力シャフト側の内側第１通路と、前記内側第１通路よりも前記入出力シャフトの径方向外側に配置され、かつ前記内側第１通路よりも内径が大きい外側第１通路とを有し、前記第２通路は、前記外側第１通路から分岐することを特徴とする発電電動機。

[図1]

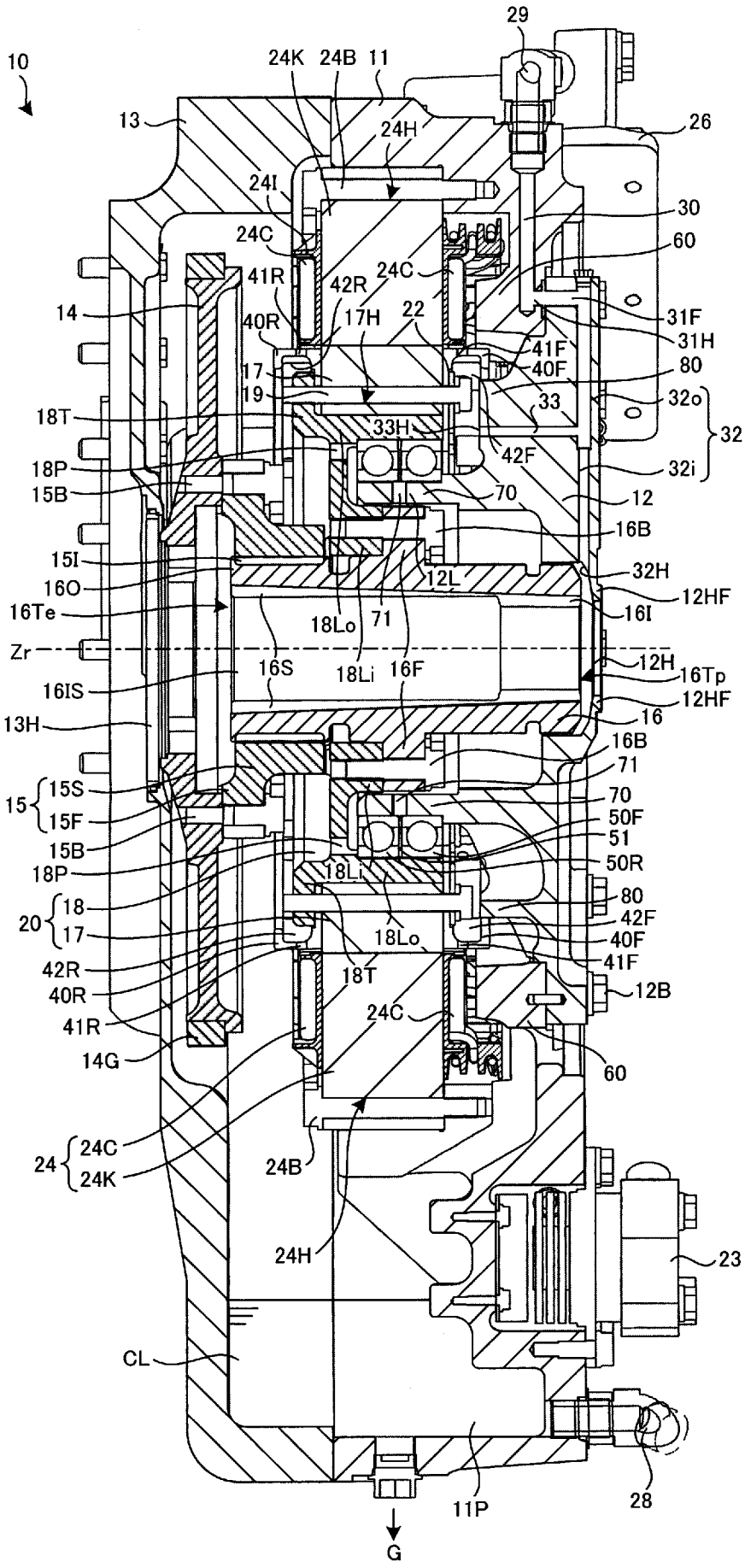


[図2]

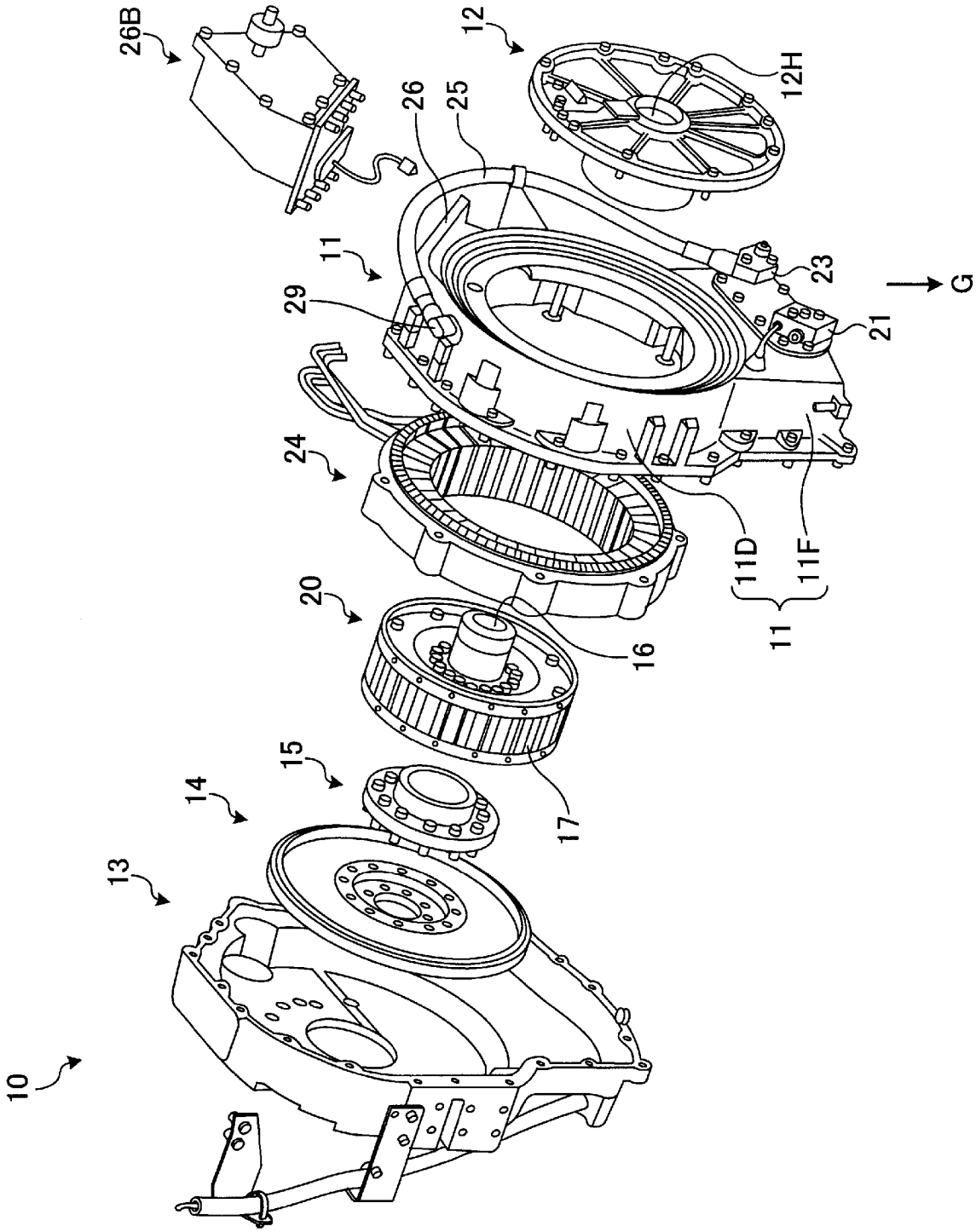


A-A

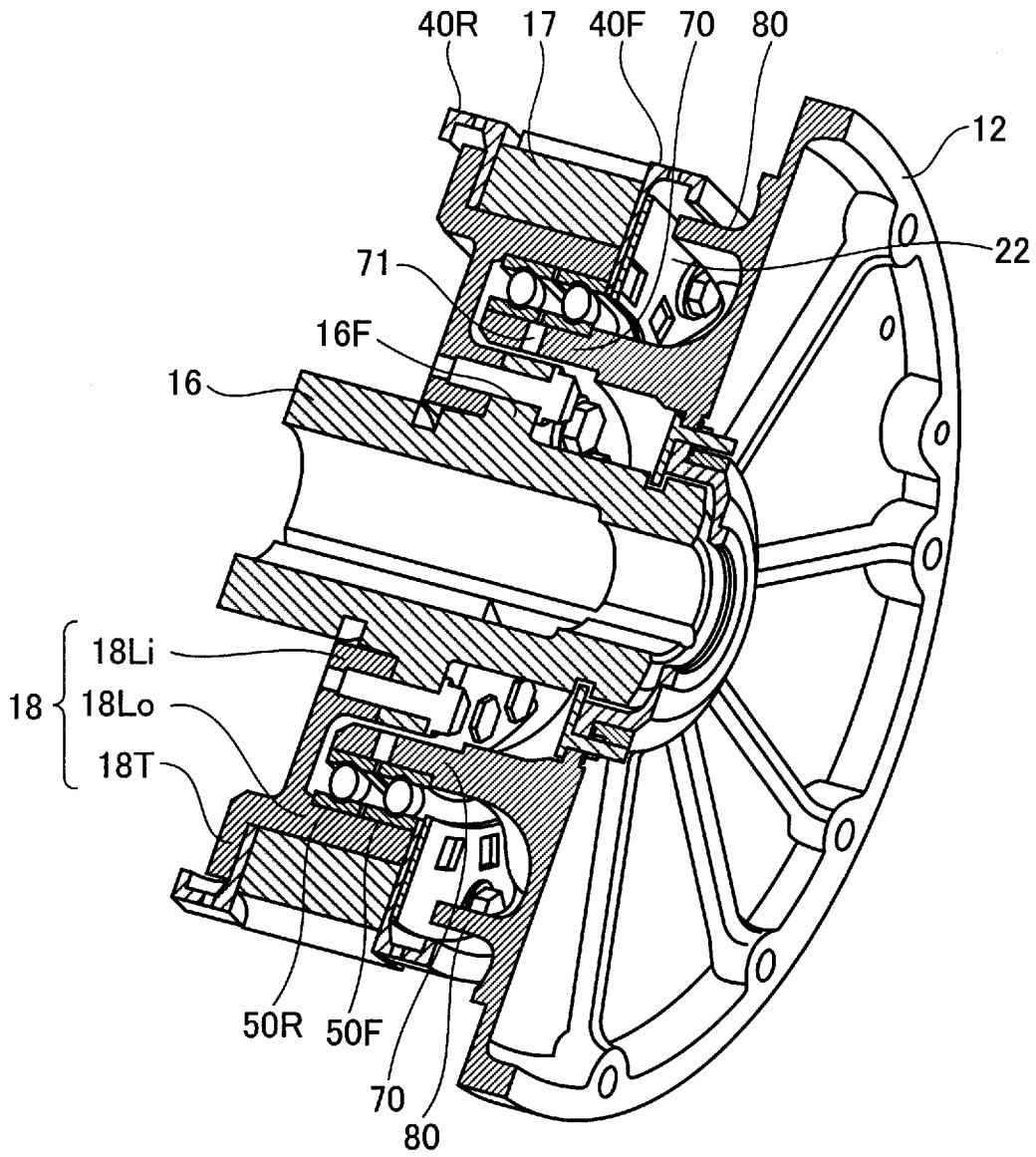
[図3]


10
29
24K
24B
11
13
24H
26
24I
30
24C
60
41R
42R
24C
14
40R
17H
22
31F
31H
41F
17
40F
80
19
33
32o
32
18T
33H
42F
32i
18P
15B
70
12
16B
15I
12L
32H
16O
12HF
16Te
18Lo
71
16I
Zr
16S
18Li
16F
12H
16Tp
16IS
12HF
13H
16
16B
71
15
15S
15F
70
50F
15B
51
18P
18Li
50R
20
18
17
80
42F
18Lo
40F
42R
18T
41F
40R
12B
41R
24C
14G
60
24
24C
24K
24B
24H
23
CL
11P
28
G

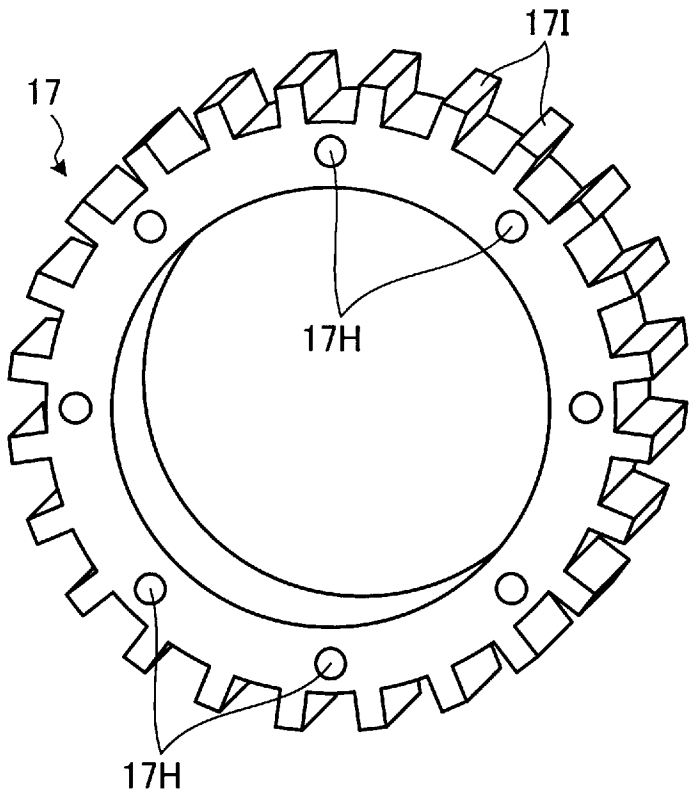
[図4]



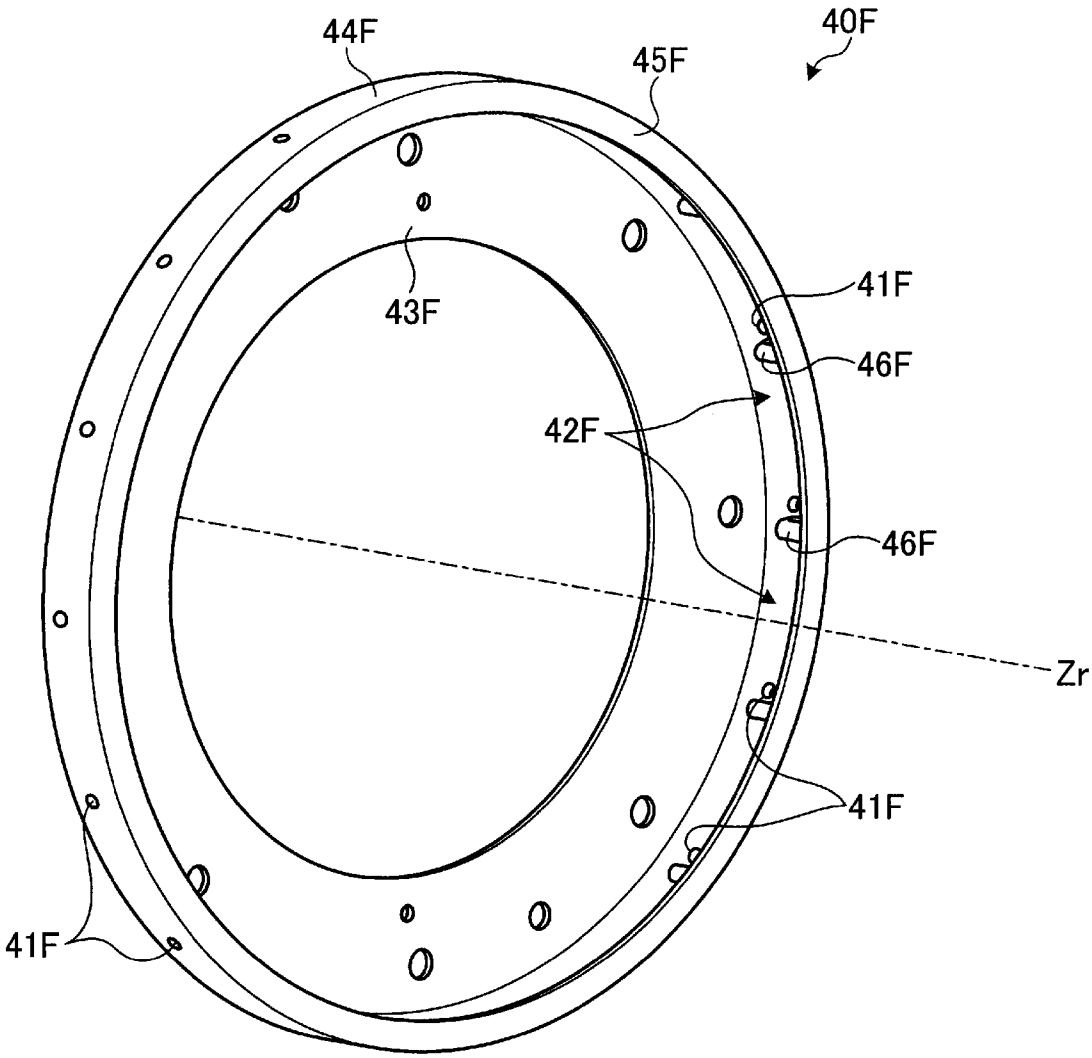
[図5]



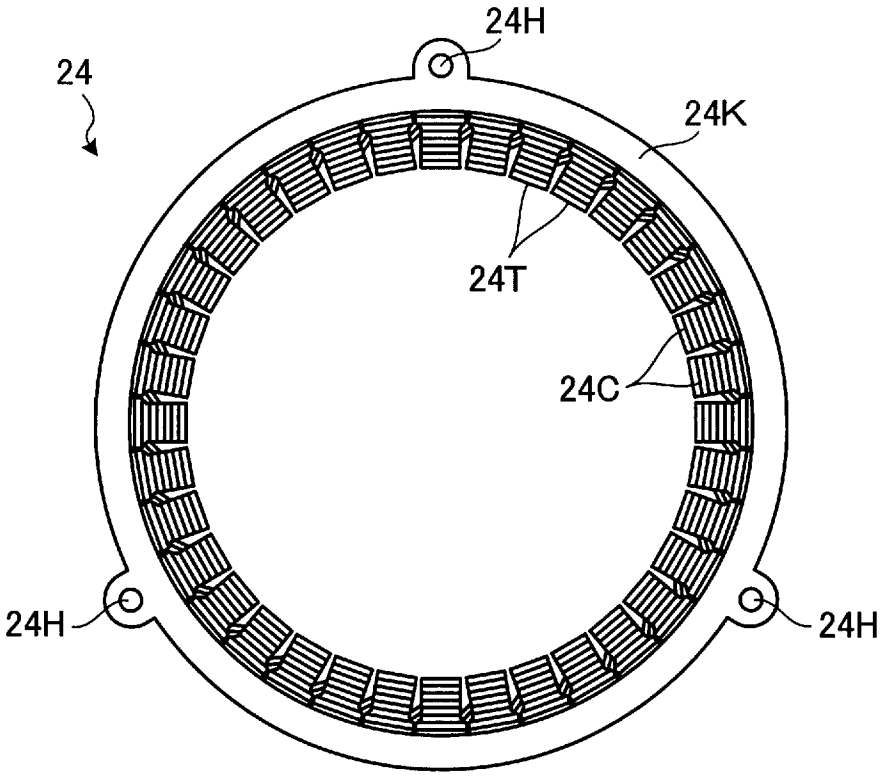
[図6]



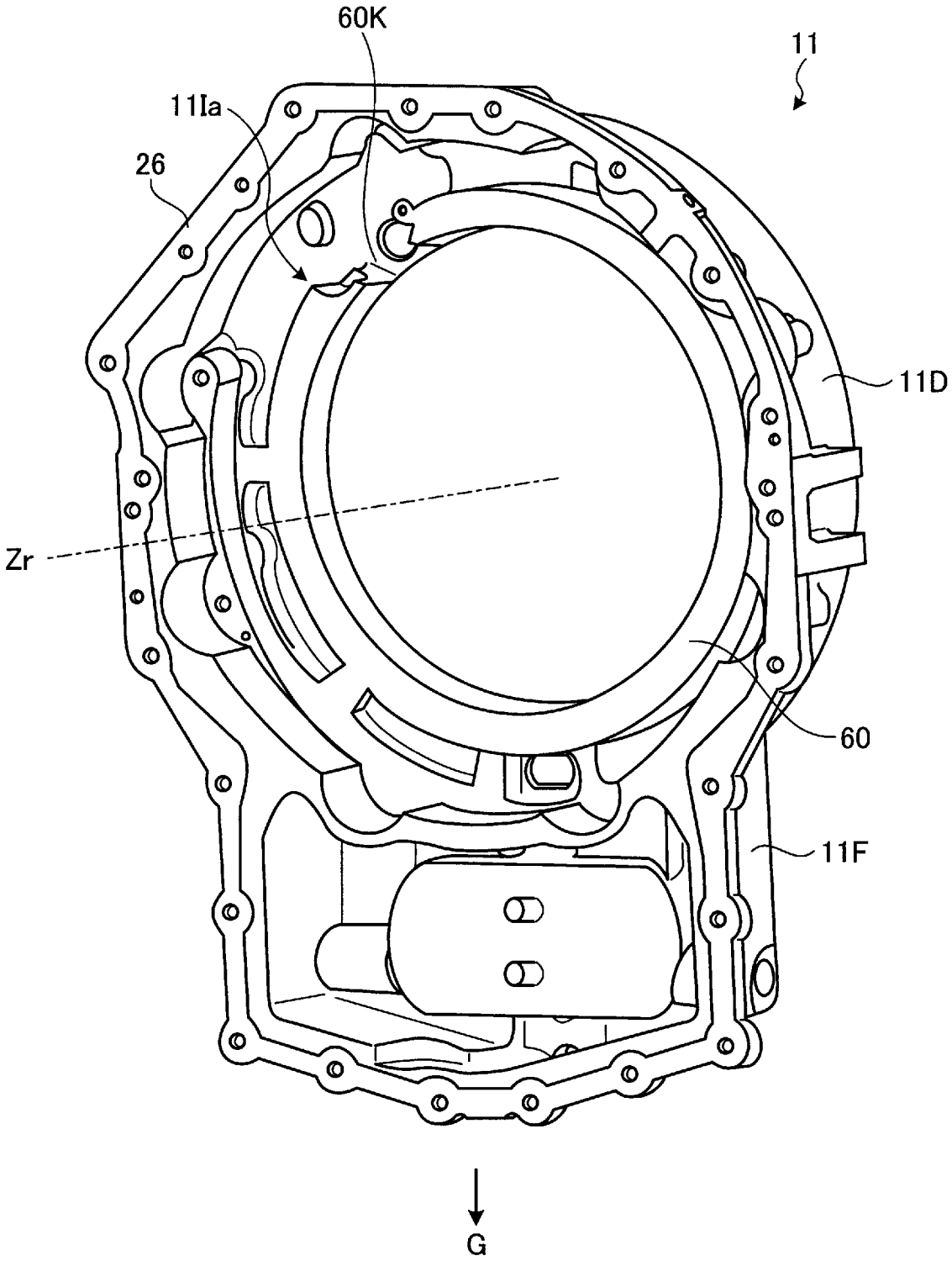
[図7]



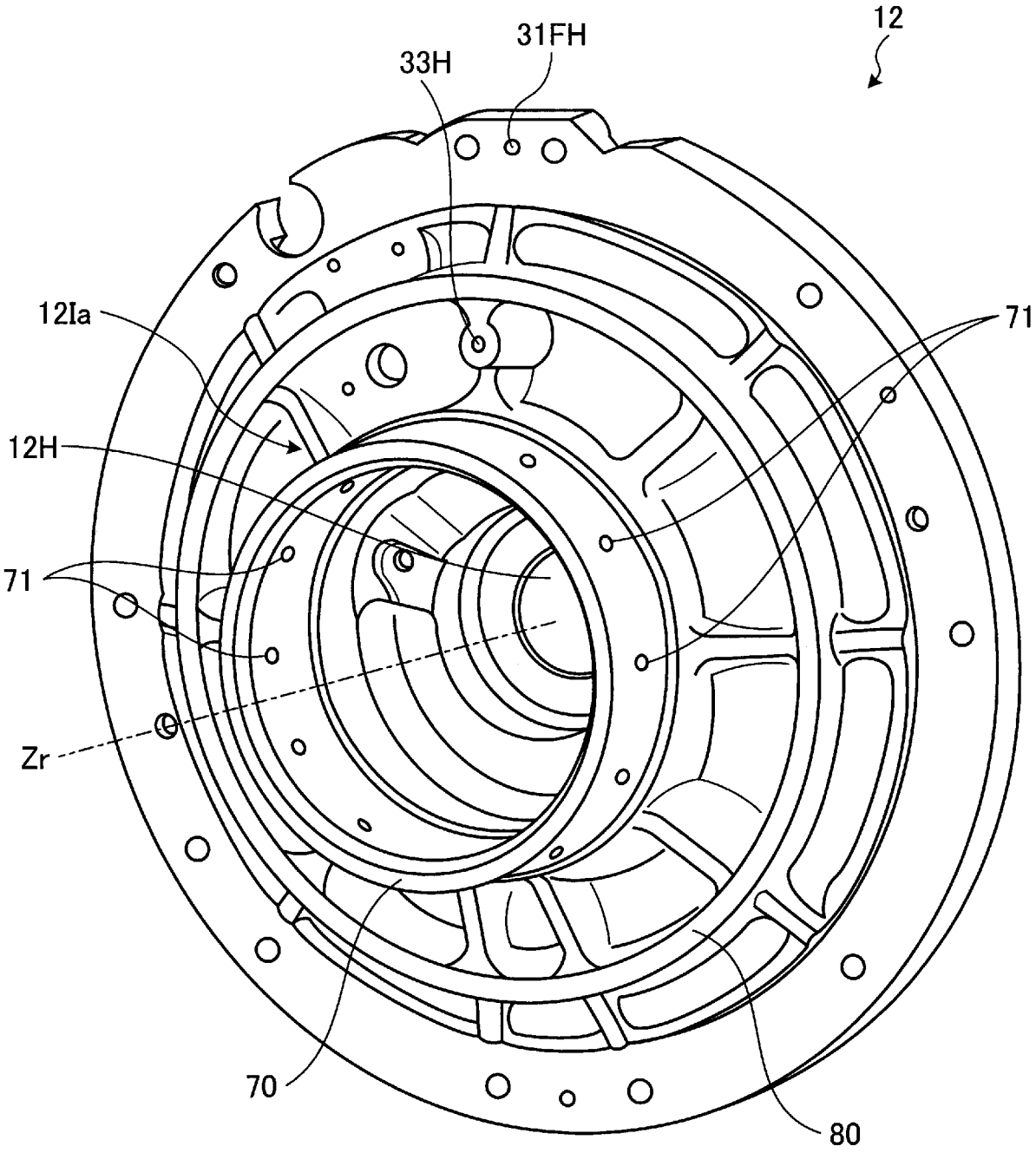
[図8]



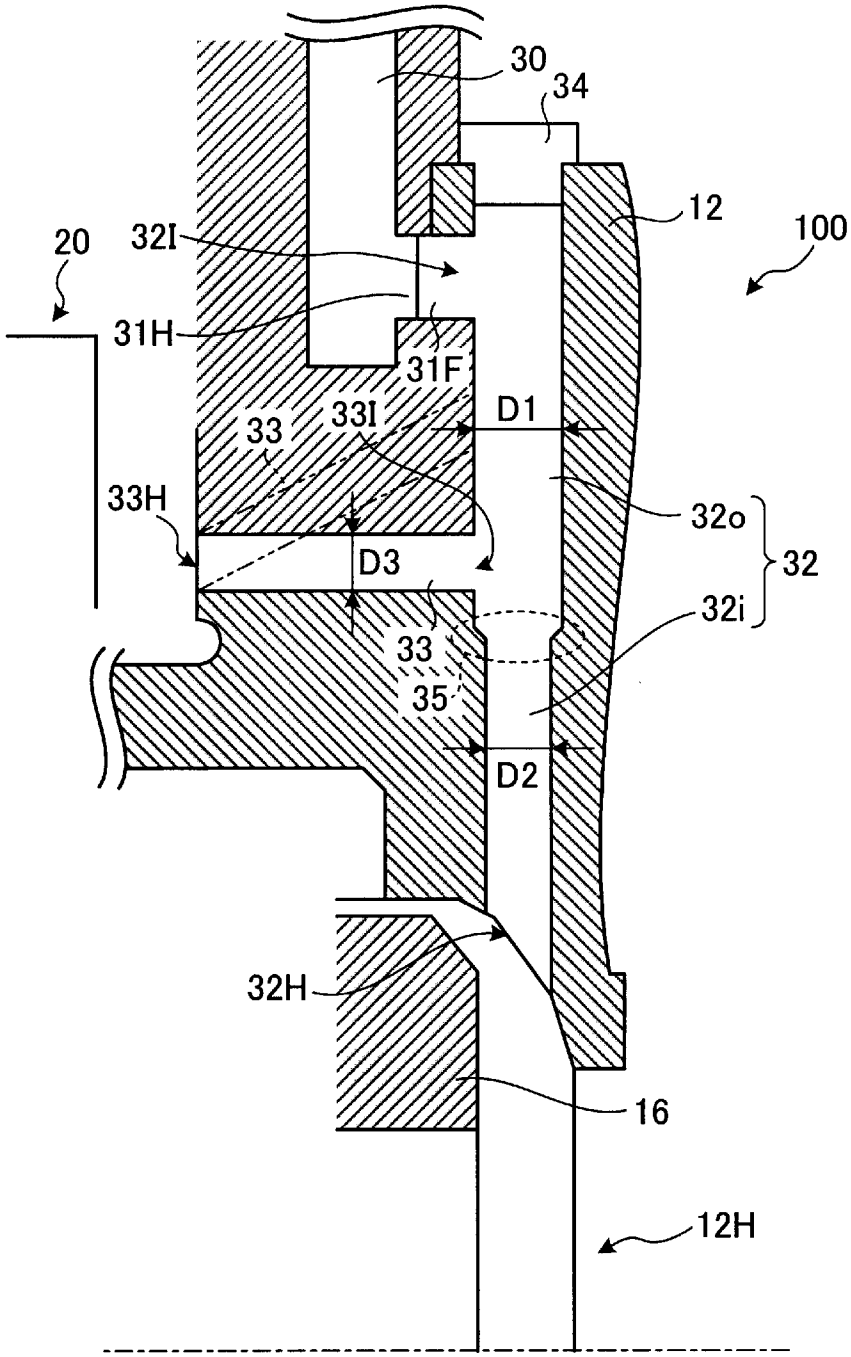
[図9]



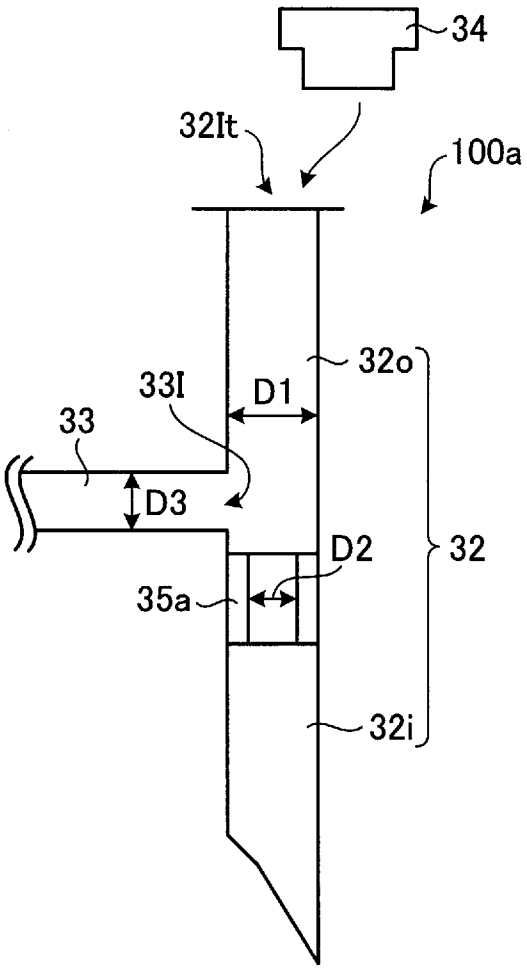
[図10]



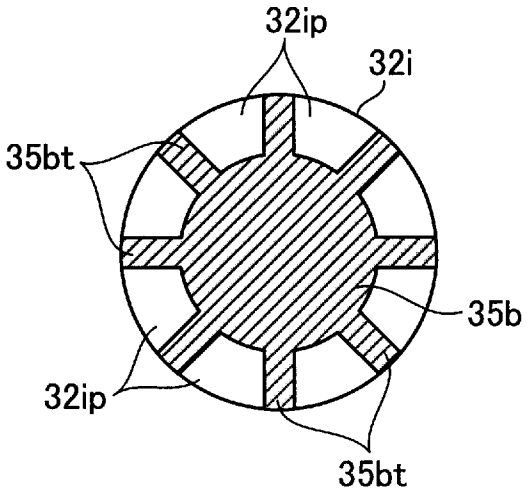
[図11]


30
34
12
100
20
32I
31H
31F
D1
33
33I
33H
32o
32
D3
32i
33
35
D2
32H
16
12H

[図12]


34
32It
100a
32o
33I
D1
33
D3
D2
32
35a
32i

[図13]


32ip
32i
35bt
35b
32ip
35bt

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/057770

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02K5/20(2006.01)i, *H02K9/19*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K5/20, H02K9/19

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2009/110437 A1 (Nissan Motor Co., Ltd.), 11 September 2009 (11.09.2009), entire text; drawings & JP 2009-213231 A & US 2011/0012448 A1 & EP 2262081 A1 & CN 101946387 A & KR 10-2010-0117647 A	1-8
A	JP 2009-71905 A (Komatsu Ltd.), 02 April 2009 (02.04.2009), entire text; drawings & US 2011/0001400 A1 & WO 2009/034781 A1 & DE 112008002425 T & KR 10-2010-0066432 A & CN 101803152 A	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 May, 2012 (18.05.12)	29 May, 2012 (29.05.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０５７７７０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K5/20(2006.01)i, H02K9/19(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K5/20, H02K9/19

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2009/110437 A1 (日産自動車株式会社) 2009.09.11, 全文、図面 & JP 2009-213231 A & US 2011/0012448 A1 & EP 2262081 A1 & CN 101946387 A & KR 10-2010-0117647 A	1-8
A	JP 2009-71905 A (株式会社小松製作所) 2009.04.02, 全文、図面 & US 2011/0001400 A1 & WO 2009/034781 A1 & DE 112008002425 T & KR 10-2010-0066432 A & CN 101803152 A	1-8

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １８．０５．２０１２	国際調査報告の発送日 ２９．０５．２０１２
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　３７４０ 安食　泰秀 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８