

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4363479号
(P4363479)

(45) 発行日 平成21年11月11日(2009.11.11)

(24) 登録日 平成21年8月28日(2009.8.28)

(51) Int. Cl. F 1
HO2K 1/32 (2006.01) HO2K 1/32 Z
HO2K 9/08 (2006.01) HO2K 9/08 B

請求項の数 4 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2007-292400 (P2007-292400)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成19年11月9日(2007.11.9)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2009-118713 (P2009-118713A)	(74) 代理人	100064746 弁理士 深見 久郎
(43) 公開日	平成21年5月28日(2009.5.28)	(74) 代理人	100085132 弁理士 森田 俊雄
審査請求日	平成20年9月12日(2008.9.12)	(74) 代理人	100112852 弁理士 武藤 正
		(72) 発明者	立松 和高 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	竹綱 靖治 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 回転電機および駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転可能に設けられた回転シャフトと、
 前記回転シャフトに固設されたコア体と、
 前記コア体に埋設された永久磁石と、
 前記コア体の軸方向端面に対向して設けられたエンドプレートとを有し、
 前記回転シャフトには、冷媒が流通可能な第1冷媒通路が形成されており、
 前記エンドプレートと前記コア体の前記軸方向端面との間には、前記第1冷媒通路に連
 通する第2冷媒通路が形成されており、

前記第2冷媒通路の内部には、前記第2冷媒通路を周方向に仕切る隔壁と、前記第2冷
 媒通路へ導入された冷媒を前記永久磁石が配置されている前記軸方向端面の外周縁領域に
 まで導く経路壁とが形成され、

前記経路壁は、前記エンドプレートの外周部に至るように延在し、前記隔壁に沿うよう
 に、前記隔壁の回転方向後方側に形成されており、

前記エンドプレートには、前記第2冷媒通路から冷媒を排出可能な排出口が、前記エン
 ドプレートの外周部に形成されており、

冷媒は、前記経路壁の径方向外側の端部から前記エンドプレートの前記外周部を周方向
 に沿って回転方向後方側へ向かって流れて前記排出口に到達する、回転電機。

【請求項2】

前記回転シャフトには、前記第1冷媒通路から前記第2冷媒通路へ冷媒を導入する導入

10

20

口が形成されており、

前記導入口は、前記隔壁に対して回転方向後方側に位置するように形成されており、
前記排出口は、前記導入口と回転中心とを結ぶ直線に対して回転方向後方側に位置するように形成されている、請求項 1 に記載の回転電機。

【請求項 3】

前記導入口は、前記隔壁と前記経路壁との間に形成されている、請求項 2 に記載の回転電機。

【請求項 4】

第 1 回転電機と第 2 回転電機とを備える駆動装置において、
前記第 1 回転電機は、片方向にのみ回転可能である、請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の回転電機であって、

前記第 2 回転電機は、
両方向に回転可能に設けられた回転シャフトと、
前記回転シャフトに固設されたコア体と、
前記コア体に埋設された永久磁石と、
前記コア体の軸方向端面に対向して設けられたエンドプレートとを有し、
前記回転シャフトには、冷媒が流通可能な第 1 冷媒通路が形成されており、
前記エンドプレートと前記コア体の前記軸方向端面との間には、前記第 1 冷媒通路に連通する第 2 冷媒通路が形成されており、
前記第 2 冷媒通路の内部には、前記第 2 冷媒通路を周方向に仕切る隔壁が形成されており、

前記エンドプレートには、前記第 2 冷媒通路から冷媒を排出可能な排出口が、前記隔壁の延在方向に沿って前記エンドプレートの外周部に形成されており、

前記回転シャフトには、前記第 1 冷媒通路から前記第 2 冷媒通路へ冷媒を導入する導入口が形成されており、

前記導入口は、前記導入口と回転中心とを結ぶ直線により、隣接する前記隔壁の形成する角が二等分されるように形成されている、回転電機である、駆動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転電機および駆動装置に関し、特に、永久磁石が埋設された回転電機と、その回転電機を備える駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

永久磁石が埋設された回転電機では、高効率化および小型化を実現するために、永久磁石として希土類磁石が用いられる場合がある。特に、非常に高い磁気特性を有する Nd (ネオジウム) 磁石が用いられる場合がある。Nd 磁石は、卓越した磁気特性を有するものの、高温になるほど磁石の保持力が低下するという温度特性 (熱減磁) を有する。Nd 磁石の保持力が低下すると、外部からの反磁界により磁石が不可逆減磁し、回転電機の性能が低下してしまうという問題がある。よって、回転電機に用いられる永久磁石の温度保護のために、永久磁石の冷却構造が重要となる。

【0003】

従来、冷却油などを用いて磁石やステータのコイルエンドを冷却する電動機などの回転電機が各種提案されている (たとえば、特許文献 1 ~ 3 参照)。特許文献 1 ~ 3 では、回転軸の軸芯およびエンドプレートに冷却油通路を形成し、この冷却油通路を經由して供給された冷却油によって冷却を行なう構造が開示されている。

【特許文献 1】特開 2007 - 20337 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 345188 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 25545 号公報

【発明の開示】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

永久磁石が埋設された回転電気用のロータでは、一般に、内部よりも外表面の方が磁束の変化が大きくなる。鉄心を磁化（電磁石化）するときには、電気エネルギーが熱となって失われる損失（鉄損）が発生する。そのため、ロータの外表面の方が、より温度が高くなる。

【0005】

特許文献1～3において提案されている冷却構造では、冷却用の冷媒は、エンドプレートに形成された冷媒通路を通して、より温度の高くなるロータの外表面に流れる。エンドプレートに形成された冷媒通路においては、回転により発生する遠心力の作用によって、10

【0006】

このとき、冷媒が当該冷媒通路から排出される排出口へ向かう、冷媒の流れが形成される。その液流れに接するロータの外表面では、常に温度の低い冷媒が供給される。しかしながら、特にエンドプレートの外周部において、冷媒の流れが澱み滞留する部分が発生する場合がある。冷媒の流れが滞留するロータの外表面は、液流れに接しておらず、温度の低い冷媒が供給されない。つまり、冷媒がロータの外表面全体に行き渡らず、冷媒が滞留している部分でロータの温度が上昇して、熱減磁が発生し、磁石の保持力が低下してしまうという問題があった。

【0007】

本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、ロータの外表面における冷媒の滞留を抑制し得る、回転電機を提供することである。20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係る回転電機は、回転可能に設けられた回転シャフトと、回転シャフトに固設されたコア体と、コア体に埋設された永久磁石と、コア体の軸方向端面に対向して設けられたエンドプレートとを有する。回転シャフトには、冷媒が流通可能な第1冷媒通路が形成されている。エンドプレートとコア体の軸方向端面との間には、第1冷媒通路に連通する第2冷媒通路が形成されている。第2冷媒通路の内部には、第2冷媒通路を周方向に仕切る隔壁と、第2冷媒通路へ導入された冷媒を永久磁石が配置されている軸方向端面の外周縁領域にまで導く経路壁が形成されている。経路壁は、エンドプレートの外周部に至るように延在し、隔壁に沿うように、隔壁の回転方向後方側に形成されている。エンドプレートには、第2冷媒通路から冷媒を排出可能な排出口が、エンドプレートの外周部に形成されている。冷媒は、経路壁の径方向外側の端部からエンドプレートの外周部を周方向に沿って回転方向後方側へ向かって流れて排出口に到達する。30

【0009】

上記回転電機において好ましくは、回転シャフトには、第1冷媒通路から第2冷媒通路へ冷媒を導入する、導入口が形成されている。導入口は、隔壁に対して回転方向後方側に位置するように、形成されている。排出口は、導入口と回転中心とを結ぶ直線に対して回転方向後方側に位置するように、形成されている。40

【0010】

また好ましくは、導入口は、隔壁と経路壁との間に形成されている。

【0011】

本発明に係る駆動装置は、第1回転電機と第2回転電機とを備える。第1回転電機は、片方向にのみ回転可能である、上記の回転電機のいずれかである。第2回転電機は、両方向に回転可能に設けられた回転シャフトと、回転シャフトに固設されたコア体と、コア体に埋設された永久磁石と、コア体の軸方向端面に対向して設けられたエンドプレートとを有する。第2回転電機の回転シャフトには、冷媒が流通可能な第1冷媒通路が形成されている。第2回転電機のエンドプレートとコア体の軸方向端面との間には、第1冷媒通路に連通する第2冷媒通路が形成されている。第2回転電機の第2冷媒通路の内部には、第250

冷媒通路を周方向に仕切る隔壁が形成されている。第2回転電機のエンドプレートには、第2冷媒通路から冷媒を排出可能な排出口が、隔壁の延在方向に沿ってエンドプレートの外周部に形成されている。また、第2回転電機の回転シャフトには、第1冷媒通路から第2冷媒通路へ冷媒を導入する導入口が形成されており、導入口は、導入口と回転中心とを結ぶ直線により、隣接する隔壁の形成する角が二等分されるように形成されている。

【発明の効果】

【0012】

本発明の回転電機によると、第2冷媒通路の内部に隔壁と経路壁とが形成されている。そのため、第2冷媒通路の内部において、冷媒は、永久磁石が配置されているコア体の軸方向端面の外周縁領域へ流れるので、温度の低い冷媒を永久磁石に常に供給して、効率的に冷却することができる。また、第2冷媒通路を構成するコア体の軸方向端面における冷媒の流れが、回転方向に対し逆方向の一方向に規定される。そのため、上記軸方向端面における冷媒の滞留が抑制され、冷媒を常に軸方向端面の周方向の全体に行き渡らせることができるので、冷媒によって永久磁石を冷却する冷却能のばらつき（冷却ばらつき）を低減させ、磁石の熱減磁を抑制することができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、図面に基づいてこの発明の実施の形態を説明する。なお、以下の図面において、同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。

【0014】

20

(実施の形態1)

図1は、実施の形態1の、回転電機が適用されるハイブリッド車両の構成を示す概略図である。図1に示すように、本実施の形態に係るハイブリッド車両は、エンジン100と、駆動ユニット200と、PCU300と、バッテリー400とを含んで構成される。駆動ユニット200は、ケーブル500を介してPCU300と電氣的に接続される。また、PCU300は、ケーブル600を介してバッテリー400と電氣的に接続される。

【0015】

内燃機関であるエンジン100は、ガソリンエンジンであってもよいし、ディーゼルエンジンであってもよい。駆動ユニット200は、エンジン100とともに、車両を駆動する駆動力を発生させる。エンジン100および駆動ユニット200は、ともにハイブリッド車両のエンジンルーム内に設けられている。PCU300は、駆動ユニット200の動作を制御する制御装置である。バッテリー400は、充放電可能な2次電池である。ハイブリッド車両は、エンジン100と、バッテリー400から電力供給される駆動ユニット200とを動力源として走行する。

30

【0016】

図2は、駆動ユニットの構成を示す模式図である。図2に示すように、駆動ユニット200は、回転電機210と、動力分割機構220と、カウンタギヤ230と、ディファレンシャルギヤ240とを含んで構成される。

【0017】

回転電機210は、回転電機211, 212を含む。動力分割機構220は、回転電機211, 212の間に設けられる。回転電機211, 212は、電動機および発電機の少なくともいずれか一方の機能を有する。カウンタギヤ230は、動力分割機構220とディファレンシャルギヤ240との間に設けられる。そして、ディファレンシャルギヤ240は、ドライブシャフトと接続される。回転電機211, 212、動力分割機構220、カウンタギヤ230およびディファレンシャルギヤ240は、ケーシング(図示せず)内に設けられる。

40

【0018】

回転電機211, 212は、それぞれ、ロータ211A, 212Aと、ステータ211B, 212Bと、ステータ211B, 212Bに巻回されるステータコイル211C, 212Cとを含んで構成される。

50

【 0 0 1 9 】

動力分割機構 2 2 0 は、プラネタリギヤ 2 2 1 , 2 2 2 を含んで構成される。プラネタリギヤ 2 2 1 , 2 2 2 は、それぞれ、サンギヤ 2 2 1 A , 2 2 2 A、ピニオンギヤ 2 2 1 B , 2 2 2 B、プラネタリキャリア 2 2 1 C , 2 2 2 C およびリングギヤ 2 2 1 D , 2 2 2 D を含んで構成される。

【 0 0 2 0 】

エンジン 1 0 0 のクランクシャフト 1 0 0 A と、回転電機 2 1 1 のロータ 2 1 1 A と、回転電機 2 1 2 のロータ 2 1 2 A とは、同じ軸を中心に回転する。

【 0 0 2 1 】

プラネタリギヤ 2 2 1 におけるサンギヤ 2 2 1 A は、クランクシャフト 1 0 0 A に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸に結合される。リングギヤ 2 2 1 D は、クランクシャフト 1 0 0 A と同軸上で回転可能に支持されている。ピニオンギヤ 2 2 1 B は、サンギヤ 2 2 1 A とリングギヤ 2 2 1 D との間に配置され、サンギヤ 2 2 1 A の外周を自転しながら公転する。プラネタリキャリア 2 2 1 C は、クランクシャフト 1 0 0 A の端部に結合され、各ピニオンギヤ 2 2 1 B の回転軸を支持する。

10

【 0 0 2 2 】

回転電機 2 1 2 のロータ 2 1 2 A は、減速機としてのプラネタリギヤ 2 2 2 を介して、プラネタリギヤ 2 2 1 のリングギヤ 2 2 1 D と一体的に回転するリングギヤケースに結合されている。

【 0 0 2 3 】

プラネタリギヤ 2 2 2 は、回転要素の 1 つであるプラネタリキャリア 2 2 2 C がケーシングに固定された構造により減速を行なう。すなわち、プラネタリギヤ 2 2 2 は、ロータ 2 1 2 A のシャフトに結合されたサンギヤ 2 2 2 A と、リングギヤ 2 2 1 D と一体的に回転するリングギヤ 2 2 2 D と、リングギヤ 2 2 2 D およびサンギヤ 2 2 2 A に噛み合い、サンギヤ 2 2 2 A の回転をリングギヤ 2 2 2 D に伝達するピニオンギヤ 2 2 2 B とを含む。

20

【 0 0 2 4 】

車両の走行時において、エンジン 1 0 0 から出力された動力は、クランクシャフト 1 0 0 A に伝達され、動力分割機構 2 2 0 により 2 経路に分割される。

【 0 0 2 5 】

上記 2 経路のうち的一方は、カウンタギヤ 2 3 0 から、ディファレンシャルギヤ 2 4 0 を介してドライブシャフトに伝達される経路である。ドライブシャフトに伝達された駆動力は、駆動輪に回転力として伝達されて、車両を走行させる。

30

【 0 0 2 6 】

もう一方は、回転電機 2 1 1 を駆動させて発電する経路である。回転電機 2 1 1 は、動力分割機構 2 2 0 により分配されたエンジン 1 0 0 の動力により発電する。回転電機 2 1 1 により発電された電力は、車両の走行状態や、バッテリー 4 0 0 の状態に応じて使い分けられる。たとえば、車両の通常走行時および急加速時においては、回転電機 2 1 1 により発電された電力はそのまま回転電機 2 1 2 を駆動させる電力となる。一方、バッテリー 4 0 0 において定められた条件の下では、回転電機 2 1 1 により発電された電力は、P C U 3 0 0 内に設けられたインバータおよびコンバータを介してバッテリー 4 0 0 に蓄えられる。

40

【 0 0 2 7 】

回転電機 2 1 2 は、バッテリー 4 0 0 に蓄えられた電力および回転電機 2 1 1 により発電された電力のうち少なくとも一方の電力により駆動する。回転電機 2 1 2 の駆動力は、カウンタギヤ 2 3 0 からディファレンシャルギヤ 2 4 0 を介してドライブシャフトに伝達される。このようにすることで、回転電機 2 1 2 からの駆動力によりエンジン 1 0 0 の駆動力をアシストしたり、回転電機 2 1 2 からの駆動力のみにより車両を走行させたりすることができる。

【 0 0 2 8 】

一方、車両の回生制動時には、駆動輪は車体の慣性力により回転させられる。駆動輪が

50

らの回転力によりディファレンシャルギヤ240およびカウンタギヤ230を介して回転電機212が駆動される。このとき、回転電機212が発電機として作動する。このように、回転電機212は、制動エネルギーを電力に変換する回生ブレーキとして作用する。回転電機212により発電された電力は、PCU300内に設けられたインバータを介してバッテリー400に蓄えられる。

【0029】

本実施の形態では、回転電機211は、発電機（ジェネレータ）としての機能を有する。また回転電機212は、バッテリー400から電力供給されて駆動力を発生させる電動機（モータ）および発電機としての機能を有する。

【0030】

図3は、回転電機の詳細を示す断面図である。図3では回転電機210を例として、回転電機の構造について説明する。図3に示すように、回転電機210は、ロータ10と、ロータ10の外周上に配置されたステータ50とを備える。ロータ10は、中心線101に沿って延びる、回転シャフトとしてのシャフト58に設けられている。ロータ10は、シャフト58とともに、中心線101を中心に回転可能に設けられている。

【0031】

ロータ10は、シャフト58に固設されたコア体としてのロータコア20と、ロータコア20に埋設された永久磁石31とを有する。すなわち、回転電機210は、IPM（Interior Permanent Magnet）モータである。ロータコア20は、中心線101に沿った円筒形状を有する。ロータコア20は、中心線101の軸方向に積層された複数の電磁鋼板21から構成されている。

【0032】

ロータ10の中心線101方向（軸方向）には、ロータコア20の軸方向端面20aに対向するように、エンドプレート29が設けられている。エンドプレート29は、電磁鋼板21の積層構造を軸方向に対して挟持する。永久磁石31に対向する電磁鋼板21の端部が磁化されたとき、磁力の作用によって電磁鋼板21が分離しようとする力が働くが、エンドプレート29を配置して電磁鋼板21の積層構造を挟持することにより、電磁鋼板21の分離を防止する。エンドプレート29は、ねじ止め、かしめ、圧入などの任意の方法によって、シャフト58に固定されており、シャフト58の回転に伴って回転運動を行なう。

【0033】

ステータ50は、ステータコア55と、ステータコア55に巻回されたコイル51とを有する。ステータコア55は、中心線101の軸方向に積層された複数の電磁鋼板52から構成されている。なお、ロータコア20およびステータコア55は、電磁鋼板に限定されず、たとえば圧粉磁心から構成されても良い。

【0034】

コイル51は、3相ケーブル60によって制御装置70に電氣的に接続されている。3相ケーブル60は、U相ケーブル61、V相ケーブル62およびW相ケーブル63からなる。コイル51は、U相コイル、V相コイルおよびW相コイルからなり、これらの3つのコイルの端子に、それぞれ、U相ケーブル61、V相ケーブル62およびW相ケーブル63が接続されている。

【0035】

制御装置70には、ハイブリッド自動車に搭載されたECU（Electrical Control Unit）80から、回転電機210が出力すべきトルク指令値が送られる。制御装置70は、そのトルク指令値によって指定されたトルクを出力するためのモータ制御電流を生成し、そのモータ制御電流を、3相ケーブル60を介してコイル51に供給する。

【0036】

次に、本実施の形態の回転電機の、冷却構造について説明する。図3に示すように、シャフト58は中空に形成されている。シャフト58の内部には、シャフト58の回転の中心軸である中心線101を含むように、軸方向に沿って延びる、冷媒通路41が形成され

10

20

30

40

50

ている。また、シャフト58の内部には、シャフト58の径方向に沿って延びる冷媒通路42が形成されている。冷媒通路41および冷媒通路42は、第1冷媒通路を形成する。エンドプレート29と、ロータコア20の軸方向端面20aとの間には、冷媒通路42に連通するように隙間が形成されており、この隙間が冷媒通路43となる。冷媒通路43は、第2冷媒通路を形成する。エンドプレート29には、冷媒通路43と外部とを連通するように、排出口44が形成されている。

【0037】

図3中の矢印に示すように、永久磁石31を冷却するための冷媒は、冷媒通路41から冷媒通路42を経由して冷媒通路43へと流通可能とされている。冷媒通路43へ供給された冷媒は、排出口44を経由して、冷媒通路43から排出可能とされている。

10

【0038】

エンドプレート29とロータコア20との接触部は、メタルタッチ面として形成してもよい。また、エンドプレート29とロータコア20との間に、たとえばOリングなどのシール部材を介在させてもよい。シール部材を設ければ、冷媒通路43から冷媒が漏れ出すことを抑制できるので、より圧力の高い冷媒を供給して冷却することができる。

【0039】

図4は、図3に示すIV-IV線に沿う断面を示す、部分断面模式図である。図4は、ロータコア20側から、冷媒通路43を介してエンドプレート29を見た場合を示す概略図である。図4に示すように、冷媒通路43の内部には、冷媒通路43を周方向に仕切って冷媒通路43を複数の空間に分離する、隔壁45が形成されている。平板形状の隔壁45は、図4に示すエンドプレート29の外形をなす円形状の径に沿って（典型的には隔壁45は当該円の径方向に形成され、隔壁45の延長線が当該円の中心を通るように）形成されている。

20

【0040】

また、冷媒通路43の内部には、経路壁46が形成されている。経路壁46は、隔壁45に沿うように（典型的には隔壁45の延在方向と経路壁46の延在方向とが平行となるように）、形成されている。図4には、シャフト58およびエンドプレート29の回転方向を矢印RDにて示している。本実施の形態では、矢印RDが示すように、回転方向は時計回り方向である。経路壁46は、隔壁45に対して回転方向後方側（すなわち、反時計回り方向側）に形成されている。

30

【0041】

隔壁45および経路壁46は、ロータコア20の軸方向端面20aに対向するエンドプレート29の表面から突起するように、エンドプレート29と一体となるように形成されている。なお、隔壁45および経路壁46は、ロータコア20に固定されるように形成されてもよいが、図4に示すような、エンドプレート29と一体として形成される構造であれば、回転電機の部品点数を低減することができるのでより好ましい。

【0042】

図4に示す回転電機の冷却構造における、冷媒の流れを以下説明する。まず、シャフト58に形成されている冷媒通路41より供給された、たとえば絶縁性の冷却油などの冷媒は、回転によって発生した遠心力の作用によって、冷媒通路42内を径方向外側へ流れる。シャフト58には、冷媒通路42から冷媒通路43へ冷媒を導入する導入口42aが形成されている。冷媒は、冷媒通路42から導入口42aを経由して、冷媒通路43へ導入される。

40

【0043】

冷媒通路43に導入された冷媒は、回転によって発生した遠心力の作用によってエンドプレート29の径方向外側へ流れる。図4に示すように、導入口42aは、隔壁45と経路壁46との間に形成されている。そのため、冷媒は、隔壁45と経路壁46との間の隙間に形成された通路内を、径方向外側へ向かって流れる。冷媒通路43の内部に経路壁46が形成されており、経路壁46はエンドプレート29の外周部に至るように延在しているために、冷媒通路43へ導入された冷媒は、エンドプレート29の外周部にまで導かれ

50

る。つまり、冷媒通路43へ導入された冷媒は、図3に示すように、ロータコア20の軸方向端面20aにおいて永久磁石31が配置されている径方向の位置である、軸方向端面20aの外周縁領域にまで、経路壁46によって導かれる。たとえば、経路壁46の外周側の端部は永久磁石31が配置されている位置に対して径方向内側に位置するように、経路壁46の径方向の長さを調整することができる。

【0044】

冷媒はさらに、エンドプレート29の回転によって発生する慣性力(コリオリの力)の作用を受ける。そのため冷媒は、エンドプレート29の外周部に設けられている径方向外側の経路壁46の端部に至ると、隔壁45と経路壁46との間の流路から流出口47を通過して流れ出し、図4の矢印RFに示すように、エンドプレート29の周方向に沿って回転方向後方側へ向かって流れる。冷媒の流れRFは、図4に示すように、回転方向RDに対し逆方向である一方向に規定されている。図4に示すように、排出口44は、エンドプレート29の外周部に形成されている。よって冷媒は、エンドプレート29の外周部を流れて排出口44に到達し、冷媒通路43から排出される。

10

【0045】

冷媒がエンドプレート29の外周部を流れるということは、すなわち、ロータコア20において永久磁石31が埋設されている軸方向端面20aの外周縁領域を冷媒が流れるということである。したがって、軸方向端面20aの外周縁領域において冷媒が滞留することを抑制することができ、ロータコア20の軸方向端面20aに露出している永久磁石31の端部に温度の低い冷媒を常に供給して、効率的に永久磁石31を冷却することができる。

20

【0046】

上述のように、回転しているエンドプレート29の表面を流れる冷媒には、慣性力が作用する。そこで、冷媒通路43に冷媒を導入するための導入口42aを、隔壁45に対して回転方向後方側に位置するように形成することができる。また、冷媒通路43から冷媒を排出する排出口44を、導入口42aよりも回転方向後方側に(たとえば、排出口44が、導入口42aと回転中心とを結ぶ直線に対して、回転方向後方側に位置するように)形成することができる。このようにすれば、シャフト58およびエンドプレート29の回転時の慣性力によって、冷媒は導入口42aから排出口44へ向かって流れるので、冷媒の流れの滞留を抑制する効果をより顕著に得ることができる。

30

【0047】

導入口42aは、一の隔壁の回転方向後方側の近傍部に形成されていることが望ましい。また排出口44は、上記一の隔壁に対し回転方向後方側に隣接する他の隔壁の、回転方向前方側の近傍部に形成されていることが望ましい。つまり、ある一つの隔壁45の近傍部において、当該隔壁45に対し回転方向後方側には経路壁46が形成されており、当該隔壁45に対し回転方向前方側には排出口44が形成されているように、エンドプレート29を作製することができる。このように、隔壁45により近接する位置に導入口42aおよび排出口44を形成することによって、エンドプレート29の表面を流れる冷媒の経路をより長くとることができる。その結果、永久磁石31に冷媒が接触する時間をより長くすることができるので、冷媒の流れによって永久磁石31をより効率的に冷却することができる。

40

【0048】

たとえば、平板状の隔壁45がエンドプレート29の外形の円の径方向に形成されている場合、導入口42aと当該円の中心とを結ぶ直線が隔壁45の延在方向に対して10°以下の角度を形成するように、導入口42aを形成することができる。また、排出口44と当該円の中心とを結ぶ直線が隔壁45の延在方向に対して10°以下の角度を形成するように、排出口44を形成することができる。

【0049】

以上説明したように、本実施の形態の回転電機では、冷媒通路43の内部に、冷媒通路43を周方向に仕切る隔壁45と、冷媒通路43へ導入された冷媒を永久磁石31が配置

50

されているロータコア 20 の軸方向端面 20 a の外周縁領域にまで導く経路壁 46 とが形成されている。この構成によれば、経路壁 46 が形成されているために、冷媒は確実に永久磁石 31 が配置されている位置を流れ、冷媒の滞留は抑制されている。したがって、温度の低い冷媒を永久磁石 31 に常に供給して、永久磁石 31 を効率的に冷却することができる。

【 0050 】

また、排出口 44 は導入口 42 a に対して回転方向後方側に形成されているために、回転時の慣性力によって冷媒は排出口 44 へ向かって流れ、冷媒の流れの滞留を抑制する効果をより顕著に得ることができる。

【 0051 】

また、経路壁 46 が隔壁 45 に沿うように隔壁 45 の回転方向後方側に形成されており、導入口 42 a は隔壁 45 と経路壁 46 との間に形成されている。そのため、エンドプレート 29 の表面を流れる冷媒の経路をより長くとることができ、永久磁石 31 に冷媒が接触する時間をより長くすることができるので、冷媒の流れによって永久磁石 31 をより効率的に冷却することができる。

【 0052 】

また、排出口 44 はエンドプレート 29 の外周部に形成されているために、排出口 44 へ向かって流れる冷媒を、永久磁石 31 が配置されているエンドプレート 29 の外周部を確実に流れるようにすることができる。

【 0053 】

なお、シャフト 58 およびシャフト 58 に固設されたロータコア 20 およびエンドプレート 29 が時計回り方向に回転するとき、冷媒は粘性を有することから、冷媒通路 43 の内部に隔壁 45 が形成されていれば、経路壁 46 が形成されていなくとも、冷媒の流れを回転方向に対し逆方向の一方向に規定することができる。図 5 は、図 4 に示す断面図の変形例であって、経路壁の形成されていない変形例を示す部分断面模式図である。

【 0054 】

図 5 において、矢印 R F に示すように、回転によって発生する慣性力（遠心力およびコリオリ力）の作用によって、導入口 42 a から冷媒通路 43 に導入された冷媒は、排出口 44 へ向かって流れ、冷媒の滞留を抑制する効果を得ることができると考えられる。但し、エンドプレート 29 の外周部の、隔壁 45 に対し回転方向後方側の近傍部では、コリオリ力の作用のために冷媒が流れにくくなる。冷媒が流れにくい場所が存在すれば、永久磁石 31 の冷却ばらつきが発生する可能性がある。そのため、図 4 に示すように、経路壁 46 を設ける構成がより好適であると考えられる。

【 0055 】

（実施の形態 2）

実施の形態 1 で説明した隔壁および経路壁の形成されている回転電機は、車軸に直結される主機モータなど片方向にのみ回転可能である回転電機に好適である。一方、たとえば減速機の役割も果たすモータなど、両方向に回転可能であっていずれの方向への回転頻度も同等であるような回転電機には、冷媒の流れが一方向に規定される実施の形態 1 の回転電機は適さない場合がある。そこで、両方向への回転に対応した冷媒の流れにすることで、両方向に回転可能な回転電機に好適な冷却構造を提供することができる。

【 0056 】

図 6 は、図 4 に示す断面図の変形例であって、回転シャフトが両方向に回転可能な場合の変形例を示す部分断面模式図である。図 6 に示すように、実施の形態 1 と同様に、エンドプレート 29 とコア体の軸方向端面との間の冷媒通路には、当該冷媒通路を周方向に仕切る隔壁 45 が形成されている。

【 0057 】

また、エンドプレート 29 には、排出口 44 が形成されている。排出口 44 は、隔壁 45 の延在方向に沿って、エンドプレート 29 の外周部に形成されている。また、シャフト 58 には、導入口 42 a が形成されている。導入口 42 a は、隣接する 2 つの隔壁 45 の

10

20

30

40

50

間に形成されている。

【0058】

この構成によれば、たとえばシャフト58が時計回り方向に回転した場合には、慣性力の作用により、冷媒はエンドプレート29の外周部に向かい、かつ反時計周り方向へ向かって流れる。またたとえばシャフト58が反時計周り方向に回転した場合には、冷媒は時計回り方向に向かって流れる。そして冷媒は、導入口42aに対して回転方向後方側に形成されている隔壁45の延在方向に形成された排出口44を経由して、排出される。

【0059】

このように、回転時の慣性力によって、冷媒は導入口42aに対して回転方向後方側に形成された排出口44へ向かって流れるため、冷媒の流れの滞留は抑制される。したがって、温度の低い冷媒を永久磁石31に常に供給して、永久磁石31を効率的に冷却することができる。

10

【0060】

導入口42aが一方の隔壁45に対して近在するように形成されていると、回転可能な両方向のうちのいずれか一方向へ回転する場合に、エンドプレート29の外周部において冷媒が流れる表面積が小さくなり、冷却ばらつきが発生して、永久磁石の熱減磁が発生する可能性がある。そこで、導入口42aは、隣接する2つの隔壁45により囲まれた空間の略中央部に形成されることが望ましい。たとえば導入口42aは、導入口42aと回転中心とを結ぶ直線により、隣接する2つの隔壁45が形成する角が二等分されるように、形成することができる。

20

【0061】

ここで、図2に示す駆動ユニット200では、発電機としての機能を有する回転電機211は、片方向にのみ回転可能である。また電動機および発電機としての機能を有する回転電機212は、両方向に回転可能であり、いずれの方向にも同じような頻度で回転する。そこで、回転電機211を第1回転電機とし、第1回転電機に実施の形態1で説明した回転電機の構成を用い、また回転電機212を第2回転電機とし、第2回転電機に実施の形態2で説明した回転電機の構成を用いることができる。このように、回転電機を回転方向特性に合わせた構成とする（つまり、回転電機の主な回転方向に応じた冷媒の経路を構成する）ことで、効率的に回転電機を冷却することのできる冷却構造を備える、駆動装置を得ることができる。

30

【0062】

これまでの説明においては、エンドプレートとコア体の軸方向端面との間の冷媒通路に平板状の隔壁が4箇所形成されている例について説明したが、本発明はこのような構成に限られるものではない。たとえば、より多い数の隔壁が形成されていてもよい。またたとえば、隔壁および経路壁は、平板形状ではなく曲がった板形状などの異形でもよい。また隔壁は、エンドプレートとコア体の軸方向端面との間の冷媒通路を等分するように、形成されていることが望ましい。

【0063】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。この発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

40

【産業上の利用可能性】

【0064】

本発明の回転電機は、車両に搭載される回転電機に、特に有利に適用され得る。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】実施の形態1の、回転電機が適用されるハイブリッド車両の構成を示す概略図である。

【図2】駆動ユニットの構成を示す模式図である。

50

【図3】回転電機の詳細を示す断面図である。

【図4】図3に示すI V - I V線に沿う断面を示す、部分断面模式図である。

【図5】経路壁の形成されていない変形例を示す部分断面模式図である。

【図6】シャフトが両方向に回転可能な場合の変形例を示す部分断面模式図である。

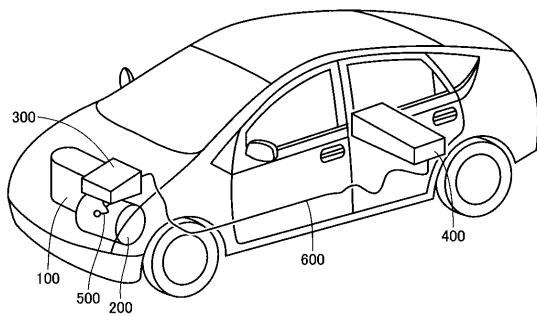
【符号の説明】

【0066】

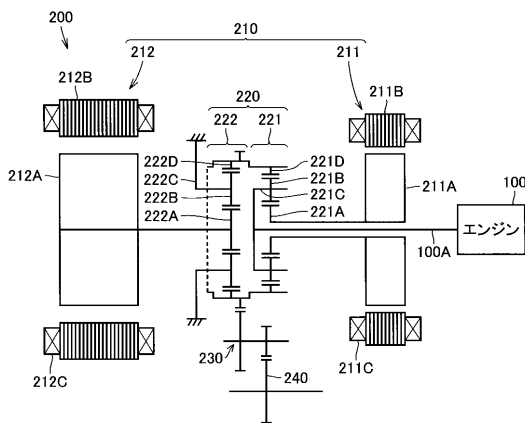
10 ロータ、20 ロータコア、20a 軸方向端面、21 電磁鋼板、29 エンドプレート、31 永久磁石、41, 42, 43 冷媒通路、42a 導入口、44 排出口、45 隔壁、46 経路壁、47 流出口、50 ステータ、51 コイル、52 電磁鋼板、55 ステータコア、58 シャフト、60 3相ケーブル、61 U相ケーブル、62 V相ケーブル、63 W相ケーブル、70 制御装置、100 エンジン、100A クランクシャフト、101 中心線、200 駆動ユニット、210, 211, 212 回転電機、211A, 212A ロータ、211B, 212B ステータ、211C, 212C ステータコイル、220 動力分割機構、221, 222 プラネタリギヤ、221A, 222A サンギヤ、221B, 222B ピニオンギヤ、221C, 222C プラネタリキャリア、221D, 222D リングギヤ、230 カウンタギヤ、240 ディファレンシャルギヤ、400 バッテリ、500, 600 ケーブル、RD, RF 矢印。

10

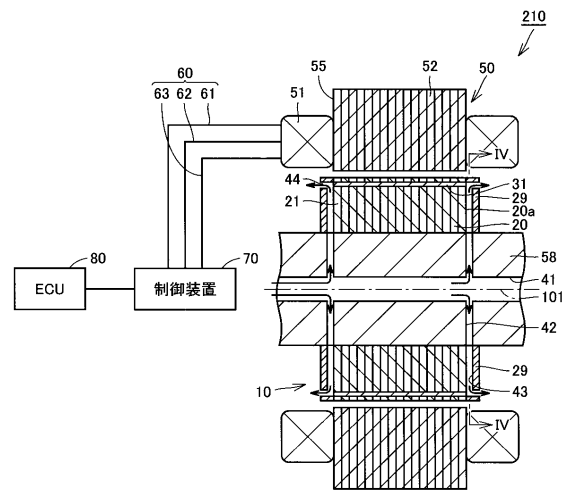
【図1】



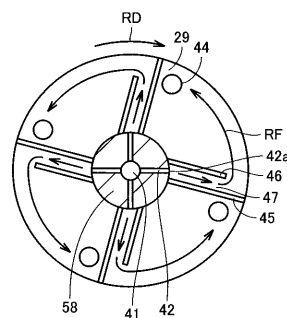
【図2】



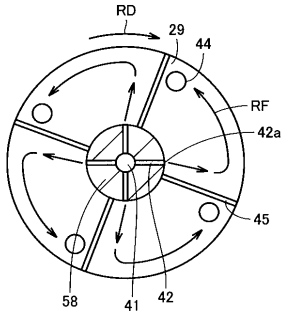
【図3】



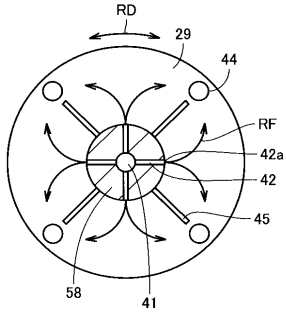
【図4】



【 5 】



【 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 棚橋 文紀
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 荒川 亜富
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 河村 勝也

- (56)参考文献 特開2007-020337(JP,A)
特開平11-113202(JP,A)
特開2005-012891(JP,A)
実開昭61-141952(JP,U)
特開平10-120231(JP,A)
実開昭56-044576(JP,U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| H02K | 1/32 |
| H02K | 9/00 |