

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6446932号
(P6446932)

(45) 発行日 平成31年1月9日(2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日(2018.12.14)

(51) Int.Cl.

F 1

HO2K 16/02	(2006.01)	HO2K 16/02
HO2K 1/22	(2006.01)	HO2K 1/22
HO2K 19/10	(2006.01)	HO2K 19/10

Z

Z

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2014-187920 (P2014-187920)
(22) 出願日	平成26年9月16日 (2014.9.16)
(65) 公開番号	特開2016-63571 (P2016-63571A)
(43) 公開日	平成28年4月25日 (2016.4.25)
審査請求日	平成29年6月5日 (2017.6.5)

(73) 特許権者	000002082 スズキ株式会社 静岡県浜松市南区高塚町300番地
(74) 代理人	110001520 特許業務法人日誠国際特許事務所
(72) 発明者	青山 真大 静岡県浜松市南区高塚町300番地 スズ キ株式会社内
審査官	若林 治男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通電により磁束を発生させる電機子極コイルを有するステータと、前記磁束の通過により回転する第1のロータと、前記第1のロータを通過する前記磁束の磁路の途中に配置されて回転する第2のロータとを備える回転電機であって、前記第2のロータは、透磁率の異なる材料を周方向に交互に位置するように有し、前記第1のロータは、前記電機子極コイルで発生した磁束の鎖交により誘導電流を誘起させる誘導コイルが巻かれている複数の突極部を周方向に並列するように有し、前記ステータは、磁極毎に複数の巻線コイルを巻き付けて前記電機子極コイルを構成し、

前記複数の巻線コイルそれぞれは結線スイッチと接続されており、前記結線スイッチは、前記回転電機が駆動状態のときに、前記複数の巻線コイルの結線状態を、同一の磁極に巻き付けられた巻線コイル同士で結線する第1結線状態と、前記巻線コイルの巻き付けられた磁極とは異なる磁極に巻き付けられた他の巻線コイルと結線する第2結線状態と、に切換可能であることを特徴とする回転電機。

【請求項 2】

前記結線スイッチは、車両の走行状態に応じて、前記第1結線状態と前記第2結線状態とに切換可能であることを特徴とする請求項1に記載の回転電機

【請求項 3】

10

20

前記各電機子極コイルの出力端同士が中性点結線されており、
前記各磁極に共通する前記一つの巻線コイル同士を結線して中性点結線する結線リング
を備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の回転電機。

【請求項 4】

前記第1のロータは、前記誘導コイルに、前記誘導電流を整流するダイオードが結線されている、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の回転電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ダブルロータタイプの回転電機に関する。

10

【背景技術】

【0002】

回転電機は、各種装置に動力源として搭載されており、例えば、車両の場合には単独に搭載されて電気自動車の動力源として機能し、あるいは、内燃機関と共に搭載されてハイブリッド車の動力源として機能する。特に、ハイブリッド車の場合、動力伝達効率の高効率化が求められており、また、加速性能や段差乗り越え性能を十分に確保するために大トルク化を実現する必要もある。

【0003】

具体的には、例えば、内燃機関と回転電機と駆動輪とを直列的（シリーズ式）に連続する動力伝達経路として、駆動輪は回転電機で回転駆動させ、その回転電機の電源バッテリには内燃機関の動力をエネルギー変換して充電することにより航続距離を延長する、所謂、レンジエクステンダ方式を採用する場合がある。

20

【0004】

このような駆動力の伝達経路では、途中に機械エネルギーと電気エネルギーとに変換する必要がある場合にはエネルギー変換ロスが発生し、また、その伝達経路長（エネルギーパス長）が長くなる場合には、エネルギー伝達効率が低下してしまう。例えば、レンジエクステンダ方式は、駆動輪および内燃機関の回転駆動に回転電機を介在させることから、その回転電機は電源バッテリに電気エネルギーを入出力して稼動する。このため、レンジエクステンダ方式の場合には、機械エネルギーと電気エネルギーとでエネルギー変換が必要になって、エネルギー変換ロスが発生するとともに、エネルギーパスが長くなっている。

30

【0005】

これに対して、例えば、特許文献 1 に記載の回転電機のように、ステータ内にダブルロータを収納しており、そのロータ毎の回転軸を駆動輪側と内燃機関側とのそれぞれに連結することが知られている。

【0006】

ところで、このような電機子極コイルを有する回転電機では、電機子極コイルの巻数に応じた誘起電圧でトルクや回転速度の出力特性が決まることから、効率のよい領域で稼動できるように予め設定を行っているが、その領域から外れる領域でも駆動力を得るために、変速機を介在させる必要があった。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2013-208015 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

そこで、本発明は、エネルギー伝達効率の低下を抑制でき、所望の出力特性に調整可能なダブルロータタイプの回転電機を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

50

【0009】

上記課題を解決する回転電機の発明の一態様は、通電により磁束を発生させる電機子極コイルを有するステータと、前記磁束の通過により回転する第1のロータと、前記第1のロータを通過する前記磁束の磁路の途中に配置されて回転する第2のロータとを備える回転電機であって、前記第2のロータは、透磁率の異なる材料を周方向に交互に位置するよう有し、前記第1のロータは、前記電機子極コイルで発生した磁束の鎖交により誘導電流を誘起させる誘導コイルが巻かれている複数の突極部を周方向に並列するよう有し、前記ステータは、磁極毎に複数の巻線コイルを巻き付けて前記電機子極コイルを構成し、前記複数の巻線コイルそれぞれは結線スイッチと接続されており、前記結線スイッチは、前記回転電機が駆動状態のときに、前記複数の巻線コイルの結線状態を、同一の磁極に巻き付けられた巻線コイル同士で結線する第1結線状態と、前記巻線コイルの巻き付けられた磁極とは異なる磁極に巻き付けられた他の巻線コイルと結線する第2結線状態と、に切換可能であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

このように本発明の一態様によれば、ダブルロータタイプの回転電機において、電機子極コイルを構成する複数の巻線コイルのうち通電する巻線コイルの巻き数や巻き方に応じた誘起電圧を起こすことができるため、エネルギー伝達効率の低下を抑制でき、所望の出力特性に調整可能な回転電機を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る回転電機を示す図であり、その概略全体構成を示す回転軸に直交する断面図である。

【図2】図2は、その回転電機の概略全体構成を示す回転軸と平行な断面図である。

【図3】図3は、そのインナロータに設置するダイオードの接続方向を示す概念結線図である。

【図4】図4は、そのステータやアウタロータやインナロータの間で受け渡される磁束の形成状態を説明する磁束線図である。

【図5】図5は、そのステータやアウタロータやインナロータの間で受け渡される磁束によりアウタロータとインナロータとに発生するトルクを説明するグラフである。

【図6】図6は、その電機子極コイルを構成する巻線コイルの接続を変更する機構を説明する回路図である。

【図7】図7は、その電機子極コイルを構成する巻線コイルの接続例を示す回路図である。

【図8】図8は、その電機子極コイルを構成する巻線コイルの図7と異なる接続例を示す回路図である。

【図9】図9は、その電機子極コイルを構成する巻線コイルの図7、図8と異なる接続例を示す回路図である。

【図10】図10は、その図9に示す電機子極コイルのステータにおける位置を示す概念図である。

【図11】図11は、その回転電機を車両に搭載する実用例を示す連結図である。

【図12】図12は、その図7から図9に示す電機子極コイルにより得られる変速特性を示すグラフである。

【図13】図13は、その第2の他の態様を示す図であり、そのインナロータにダイオードと共に設置する永久磁石を示す概念図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態について詳細に説明する。図1～図12は本発明の一実施形態に係る回転電機を示す図である。

【0013】

10

20

30

40

50

図1および図2において、回転電機（ダブルロータ型モータ）100は、概略円筒形状に形成されているステータ10と、このステータ10内に回転自在に収納されて軸心に一致する回転入力軸（単に回転軸ともいう）101が固定されているアウタロータ（第2のロータ）20と、このアウタロータ20内に回転自在に収納されて軸心に一致する回転出力軸（単に回転軸ともいう）102が固定されているインナロータ（第1のロータ）30と、を備えている。

【0014】

ステータ10には、アウタロータ20の外周面20aにエアギャップG1を介して内周面12a側を対面させるように径方向外方から径方向内方に向かって延長されている複数本のステータティース12が形成されている。このステータティース12は、側面12b間をスロット13として、巻線コイルを集中巻きした電機子極コイル14が設けられており、その電機子極コイル14に電力供給して磁束を発生しアウタロータ20やインナロータ30に鎖交させることによりこれらロータ20、30をそれぞれ回転駆動させる。

【0015】

アウタロータ20は、透磁率の高い鋼材などの磁性体からなる中継部材21と、透磁率の低いあるいは磁束を通さない樹脂などの非磁性体からなる制限部材22と、が周方向に交互に並列されており、その中継部材21と制限部材22の両端面21a、21b、22a、22bがアウタロータ20の外周面20aと内周面20bとで交互に露出するように形成されている。

【0016】

これにより、アウタロータ20は、ステータ10の電機子極コイル14で発生し鎖交する磁束を中継部材21では効率よく両端面21a、21b間を通過させる一方、制限部材22ではその磁束の通過を妨げる。このステータ10の電機子極コイル14で発生する磁束は、アウタロータ20の中継部材21を通過した後には、後述するように、インナロータ30のロータティース32の外周面32aに鎖交して、再度、アウタロータ20の中継部材21を通過することにより、ステータ10に戻る磁気回路を形成する。

【0017】

このとき、アウタロータ20は、ステータ10に対して相対回転するので、磁束を通過させる中継部材21と磁束の通過を制限する制限部材22とが繰り返し切り換えられて磁気回路を形成する。これにより、アウタロータ20は、電機子極コイル14で発生し鎖交する磁束の磁束量を変動させることができる。このため、このアウタロータ20では、ステータ10との間でエアギャップG1を介して通過する磁束の磁路を最短にしようとするリラクタンストルク（回転力）が発生して相対回転することができる。

【0018】

インナロータ30は、アウタロータ20の内周面20bにエアギャップG2を介して外周面32aを対面させるように回転軸側から径方向外方に向かって延長されている複数本のロータティース（突極部）32が周方向に並列するように形成されている。ロータティース32は、側面32b間をスロット33として、巻線コイル（誘導コイル）34が巻き付けられている。この巻線コイル34は、ロータティース32毎に同一方向に巻き付けられており、磁束が鎖交することにより誘導電流を発生（誘起）する。

【0019】

このインナロータ30は、図3に示すように、ロータティース32毎の閉回路になるように巻線コイル34の導線端部にダイオード35が結線されており、ダイオード35は、一方向に電流が流れるのを許容して短絡接続するとともに、反対方向に流れようとする電流は遮断することで巻線コイル34に発生する誘導電流を整流する。このダイオード35は、同一方向に巻き付けられている巻線コイル34に、整流方向が隣接するステータティース12毎に交互に反対向きになるように接続されている。

【0020】

これにより、インナロータ30は、巻線コイル34に流れる誘導電流をダイオード35により一方向に整流して直流界磁電流とすることができます、その巻線コイル34を自己励磁

10

20

30

40

50

させて電磁力を発生させることができる。

【0021】

このとき、磁気回路の一部を構成するインナロータ30の一つのロータティース32は、鎖交する磁束をアウタロータ20の中継部材21から誘導する方向に磁化した電磁石として機能する。本実施形態に係る回転電機100では、巻線コイル34で発生する誘導電流がダイオード35により整流されることによって、ロータティース32がこのような電磁石として機能する。

また、隣接するロータティース32は、磁束をアウタロータ20側に誘導する方向に磁化した電磁石として機能する。本実施形態に係る回転電機100では、隣接するロータティース32における誘導電流の整流方向とは反対向きに整流するダイオード35により、巻線コイル34で発生する誘導電流が整流されることによって、ロータティース32がこのような電磁石として機能する。

【0022】

すなわち、インナロータ30は、アウタロータ20の中継部材21と制限部材22とがステータ10に対して相対回転することにより、ロータティース32の外周面32aから鎖交する磁束の磁束量を変動させることができる。これにより、巻線コイル34に誘導電流を発生させることができる。そして、その誘導電流をダイオード35で整流して直流界磁電流とすることにより、巻線コイル34を電磁石として機能させて電磁力を発生させることができる。

【0023】

このとき、ステータ10のステータティース12からアウタロータ20の中継部材21を介してインナロータ30のロータティース32に鎖交する磁束は、集中巻きした電機子極コイル14に交流電源から電力供給して発生させる。このため、ロータティース32に鎖交する磁束には分布巻きなどしたコイルで発生させる場合よりも多くの空間高調波成分を重畠させることができる。そして、磁束に重畠された空間高調波成分は、磁束量の変動として作用するため、巻線コイル34に誘導電流を効果的に発生させることができ、大きな電磁力を発生させることができる。

【0024】

したがって、回転電機100は、図4に磁束線FLで図示するように、ステータ10の電機子極コイル14に電力が供給されて発生する磁束をアウタロータ20の中継部材21に鎖交させることにより、そのアウタロータ20をリラクタンストルクにより回転駆動させることができる。また、回転電機100は、回転するアウタロータ20の中継部材21を通過することによって磁束量の変動する磁束をインナロータ30の巻線コイル34に鎖交させて誘導電流を発生させることができる。そして、誘導電流は、ダイオード35で整流されることにより、直流界磁電流として作用し、電磁力を発生させることができる。これにより、永久磁石を設けることなく、そのインナロータ30をマグネットトルク(回転力)により相対回転させることができる。このインナロータ30では、ダイオード35により、ロータティース32を、磁化方向が周方向に向かって交互になるように並列されている電磁石として機能させることにより、アウタロータ20との間で鎖交させる磁束をスムーズにスロット33を迂回させて受け渡すことができる。

【0025】

この回転電機100は、ステータ10に対してアウタロータ20がリラクタンストルクにより相対回転され、また、その回転するアウタロータ20(中継部材21)を経由する磁束が鎖交されるインナロータ30がマグネットトルクにより相対回転されるので、図5のグラフに示すように、アウタロータ20を低速回転させつつインナロータ30を高速回転させることができる。

【0026】

また、この回転電機100は、ステータ10、アウタロータ20およびインナロータ30の構造の組み合わせに応じて上述の回転駆動に必要なトルクが発生するようになっている。ステータ10、アウタロータ20およびインナロータ30の構造の組み合わせについ

10

20

30

40

50

て、具体的には、ステータ10のスロット13の数Ns、アウタロータ20の極数となる中継部材21の数Nor、および、インナロータ30の極数となるロータティース32の数Nirが次式(1)を成立させる組み合わせとなる。この構造では、上述のリラクタンストルクとマグネットトルクを効果的に発生させてアウタロータ20とインナロータ30とをステータ10に対して効率よく相対回転させることができる。例えば、本実施形態の回転電機100では、ステータ10のスロット数Ns=18、アウタロータ20の極数Nor=30、および、インナロータ30の極数Nir=12であり、次式(1)を満たしている。

$$Nor = Ns \pm Nir \quad \dots \dots \quad (1)$$

【0027】

10

また、ステータ10は、図6に示すように、3つの巻線コイル51～53を直列接続可能に配列させた電機子極コイル14をステータティース12に設けている。この電機子極コイル14は、巻線コイル51、52間を結線スイッチ61で、巻線コイル52、53間を結線スイッチ62で導通または遮断できるようになっている。

【0028】

電機子極コイル14は、導線68u、68v、68wにより6箇所で並列接続して、駆動電流としての電源から三相交流電力が供給されて磁束を発生するようになっている。また、図1においてステータティース(磁極)12毎に磁極名称を仮に付して説明すると、A磁極からR磁極までの3磁極を一組とし、導通端部14aを三相のU相、V相、W相のそれぞれで共通になるように導通接続されている。また、導通端部14bは、D磁極からR磁極を共通にするように導線69で導通接続して中性点結線する。また、A磁極からC磁極ではそれぞれ入力端子14bu、14bv、14bwとしている。

20

【0029】

この電機子極コイル14は、A磁極からC磁極における巻線コイル53をバイパスするバイパススイッチ65～67が設けられており、D磁極からR磁極における巻線コイル52の結線スイッチ62側を共通にするように、導通接続して中性点結線する結線リング70(図8を参照)を着脱自在に備えている。これにより、電機子極コイル14は、バイパススイッチ65～67をオン状態にして接続導通するとともに結線リング70を取り付けることにより、A磁極からR磁極の全体で巻線コイル53を経由しないようにショートカットする回路構成にすることができる。

30

【0030】

また、電機子極コイル14は、結線スイッチ61、62を同一磁極における巻線コイル51～53間の接続または遮断をするだけでなく、正逆周方向に隣接する磁極の巻線コイル51、52間や巻線コイル52、53間を接続することができるようになっている(図9を参照)。

【0031】

すなわち、電機子極コイル14は、通電される巻線コイル51～53の数や回路が変更可能に構成される。具体的には、結線スイッチ61、62、バイパススイッチ65～67および結線リング70が通電する巻線コイル51～53の数や回路を変更する変更機構を構成する。

40

【0032】

これにより、電機子極コイル14は、図7に示すように、バイパススイッチ65～67を解放状態にして、同一のステータティース12毎に、巻線コイル51、52間を結線スイッチ61で接続して導通させ、巻線コイル52、53間を結線スイッチ62で接続して導通させる回路構成にすることができる。この回路構成において、回転電機100は、6箇所で並列接続する電機子極コイル14をステータティース12毎に3つの巻線コイル51～53を直列接続して集中巻にし、駆動電流を供給して励磁することができる。

【0033】

また、電機子極コイル14は、図8に示すように、バイパススイッチ65～67を接続してA磁極～C磁極における巻線コイル53を迂回する回路にし、結線スイッチ62を遮

50

断状態にするとともに結線リング 70 を取り付けて D 磁極～R 磁極における巻線コイル 53 を外す回路にし、加えて、同一のステータティース 12 毎に、巻線コイル 51、52 間を結線スイッチ 61 で接続して導通させる回路構成にすることができる。この回路構成では、回転電機 100 は、6箇所で並列接続する電機子極コイル 14 をステータティース 12 毎に 2つの巻線コイル 51、52 を直列接続して集中巻にし、駆動電流を供給して励磁することができる。

【0034】

さらに、電機子極コイル 14 は、図 9 に示すように、同一の周方向で隣接するステータティース 12 に設けられている巻線コイル 51、52 を結線スイッチ 61 で接続して導通させ、同様な位置関係にある巻線コイル 52、53 を結線スイッチ 62 で接続して導通させる回路構成にすることができる。この回路構成では、図 10 に示すように、回転電機 100 は、6箇所で並列接続する電機子極コイル 14 を同一の周方向に隣接するステータティース 12 のそれぞれに設けられている 3つの巻線コイル 51～53 を順次に直列接続して分布巻にし、駆動電流を供給して励磁することができる。

10

【0035】

なお、図 9 では、A 磁極の巻線コイル 51～53 と R 磁極の巻線コイル 51～53 とをそれぞれ接続する結線スイッチ 61、62 を 2箇所に図示するが、この結線スイッチ 61、62 は A 磁極のステータティース 12 に配置されているものであり、R 磁極の巻線コイル 51、52 に接続する結線スイッチ 61、62 については点線で図示している。なお、図 10 は、隣接するステータティース 12 に設けられている巻線コイル 51～53 を直列接続して電機子極コイル 14 を分布巻で構成することを示す図であり、巻線コイル 51～53 のステータティース 12 の径方向における巻き付け位置が限定されるものではない。具体的には、図 10 に示されるように、隣接するステータティース 12 の径方向において、巻線コイル 51～53 が同一の位置で直列接続となるように構成しても良いし、また、隣接するステータティース 12 の径方向において、巻線コイル 51～53 がそれぞれ外周側の位置から内周側の位置へ順次直列接続となるように構成しても良い。また、隣接するステータティース 12 の径方向において、巻線コイル 51～53 がそれぞれ内周側の位置から外周側の位置へ順次直列接続となるように構成しても良い。

20

【0036】

そして、この回転電機 100 は、図 11 に示すように、例えば、ハイブリッド自動車にエンジン（内燃機関）200 と共に駆動源として搭載するのに好適な性能を有しており、アウタロータ 20 の回転入力軸 101 にエンジン 200 を連結するとともに、インナロータ 30 の回転出力軸 102 に駆動輪 290 を連結して、ステータ 10 の電機子極コイル 14 にインバータ 210 を介してバッテリ 220 を接続する。なお、図 6 は、動力の発生や伝達を説明するために、エンジン 200 と駆動輪 290 との間の連結を簡単に現している模式図である。

30

【0037】

アウタロータ 20 は、インナロータ 30 を内包可能な円筒形状に形成されてロータティース 32 に對面する円筒部分 20C に中継部材 21 と制限部材 22（図 6 には不図示）とが配列されており、その中継部材 21 と制限部材 22 とがステータティース 12 と對面するように、ステータ 10 内に収納されている。また、このアウタロータ 20 は、収納するインナロータ 30 の軸方向両端面側に對面する円盤部分 20D1、20D2 の中心にベアリング 111、112 を固定して回転出力軸 102 を回転自在に支持しており、その円盤部分 20D2 の中心の外方に同軸に一体回転するように回転入力軸 101 が延長されている。

40

【0038】

インナロータ 30 は、アウタロータ 20 のベアリング 111、112 で回転自在に支持されている回転出力軸 102 を軸心に一致させて一体回転するように固定されており、アウタロータ 20 の一方の円盤部分 20D1 のベアリング 111 で回転自在に支持されている側から回転出力軸 102 を外部に突出させている。

50

【0039】

また、アウタロータ20は、インナロータ30の外部に突出する回転出力軸102の反対側を回転自在に支持するペアリング112を覆うフランジ形状部20Fが他方の円盤部分20D2に一体に固定されており、そのフランジ形状部20Fの中心からインナロータ30の回転出力軸102と同軸になるように回転入力軸101を外部に突出させている。

【0040】

なお、図11に図示する回転電機100はエンジン200と駆動輪290とをそれぞれ回転入力軸101や回転出力軸102に直結しているように図示するが、その間には差動装置など車両を走行させるのに必要な各種装置が介在されており、このエンジン200および駆動輪290は、回転入力軸101や回転出力軸102を常時直結させている訳ではなく、適宜、直結または解放して必要な伝達経路で動力を伝達することができるようになっている。

10

【0041】

これにより、回転電機100は、アウタロータ20の回転入力軸101を介してエンジン200から入力される動力エネルギーAを回転出力軸102に直接伝達して駆動輪290を転動させることができる。また、回転電機100は、バッテリ220から供給する電気エネルギーBによりインナロータ30（回転出力軸102）を回転駆動させて動力エネルギーに変換し駆動輪290を転動させることができる。

【0042】

したがって、回転電機100は、エネルギー変換によってエンジンの動力の伝達効率が低下してしまうといった不都合を抑制できる。すなわち、回転電機100は、バッテリ220から供給される電力による電気エネルギーBと共に動力エネルギーAを伝達して駆動輪290を転動させることができる。

20

【0043】

なお、エンジン200は、駆動輪290を回転出力軸102から解放している状態のときに、アウタロータ20を回転させることによって、インバータ210を介してバッテリ220に充電電力を供給することができる。また、回転電機100は、必要に応じて、インバータ210を介してバッテリ220の蓄電電力をステータ10の電機子極コイル14に供給することによって、エンジン200を始動させることもできる。この回転電機100を搭載する車両は、エンジン200の動力エネルギーAのみで走行する場合には、エンジン200を駆動輪290に直結する伝達経路に切り換えればよい。

30

【0044】

このようにステータティース12に設置された電機子極コイル14に電力を供給して励磁した場合、同一のステータティース12における同一相電力の通電コイル数とそのコイルの巻き付け種別に応じて区別して図示すると、図12のグラフに示すような変速特性で回転電機100を回転駆動させることができる。

【0045】

具体的には、図7に示すように、直列接続する3つの巻線コイル51～53を集中巻した電機子極コイル14に電力供給したときのインナロータ30の変速特性3NCでは、低速回転かつ大トルクの出力特性で回転出力軸102を回転駆動させることができる。この場合、例えば、発進時において、駆動輪290の転動をスムーズに開始することができる。

40

【0046】

また、図8に示すように、直列接続する2つの巻線コイル51、52を集中巻した電機子極コイル14に電力供給したときのインナロータ30の変速特性2NCでは、中速回転かつ中トルクの出力特性で回転出力軸102を回転駆動させることができる。この場合、例えば、走行中において、加速する駆動輪290をスムーズに転動させて走行させることができる。

【0047】

さらに、図9、図10に示すように、3つの巻線コイル51～53を隣接するロータテ

50

イース32にわたって跨るように接続して分布巻した電機子極コイル14に電力供給したときのインナロータ30の変速特性1NDでは、高速回転かつ小トルクの出力特性で回転出力軸102を回転駆動させることができる。この場合、例えば、高速での走行中において、巡航する駆動輪290をスムーズに転動させて走行させることができる。

【0048】

ここで、図12に示す変速特性3NC、2NC、1NDは個々には図示する特性を有するが、実装する場合には、これらの特性ラインがスムーズに連続するように変速制御を実行するようにするのが好適である。

【0049】

このように、本実施形態においては、回転電機100は、アウタロータ20には中継部材21と制限部材22とを交互になるように周方向に並列される。また、回転電機100は、インナロータ30のロータティース32毎にそれぞれが同一方向に巻かれる巻線コイル34が設けられ、その巻線コイル34には、周方向において、それぞれの整流方向が反対方向になるように交互にダイオード35が接続される。

10

【0050】

これにより、回転電機100は、ステータ10の電機子極コイル14で発生する磁束をアウタロータ20の中継部材21に鎖交させることによって発生するリラクタンストルクでアウタロータ20を回転させることができる。また、この鎖交した磁束が、アウタロータ20の中継部材21を通過し、インナロータ30に鎖交することによって、インナロータ30の巻線コイル34に、鎖交する磁束量に変動が生じ、この磁束量の変動に応じて誘導電流を発生させることができる。そして、この誘導電流を整流して直流界磁電流として作用させることによって発生するマグネットトルクでインナロータ30を回転させることができる。

20

【0051】

さらに、ステータ10の電機子極コイル14は、走行状態に応じて、通電するコイル数の調整や集中巻か分布巻か等の回路形態を選択することができるため、通電により発生する誘起電圧を変化させて必要な回転速度や出力トルクで回転出力軸102を回転させることができる。

【0052】

したがって、回転電機100は、ステータ10の電機子極コイル14にバッテリ220から電力供給するだけで、アウタロータ20とインナロータ30をそれぞれ回転駆動させることができる。この回転電機100は、回転入力軸101と回転出力軸102を備える短い動力伝達経路で機能することができる。また、このステータ10、アウタロータ20、インナロータ30には、ネオジウム磁石などの高価な永久磁石を用いず、また、インナロータ30にスリップリングを設けるなどして外部から電力を供給していないため、簡易な構造で安価な自励式のダブルロータタイプの回転電機100を実現することができる。また、駆動輪290を走行状態に応じた必要なトルクで回転させるなど、所望の出力特性に調整することができる。

30

【0053】

本実施形態の第1の他の態様としては、図示することは省略するが、巻線コイル34毎にダイオード35を結線するのに代えて、同一方向に巻かれている巻線コイル34を周方向の1極置きに直列接続するようにして2系統の誘導コイル列を形成し、それぞれの終端間に2つダイオード35を整流方向が逆向きになるように結線してもよい。この場合にも、本実施形態と同様に、インナロータ30のロータティース32を磁化方向が周方向に向かって交互になる電磁石として機能させることができ、インナロータ30内のスロット33を迂回してスムーズに磁束を通過させる経路の磁路を形成することができる。また、直列接続する複数の巻線コイル34のそれぞれで誘導電流を発生させて整流しているので、単一の誘導コイルで回路形成する場合よりも大容量の誘導電流を回路内に流すことができ、より大きな電磁力を発生させてインナロータ30（回転出力軸102）を大きなトルクで回転駆動させることができる。

40

50

【0054】

また、本実施形態の第2の他の態様としては、図13に示すように、インナロータ30のロータティース32内に永久磁石40を埋設してもよい。この永久磁石40は、ダイオード35により整流してロータティース32を電磁石として機能させるときの磁化方向に、磁極（N極、S極）が一致するように配置されている。この場合には、ロータティース32の電磁石の磁力に、永久磁石40の磁力を加えて機能させることができ、より大きな磁力を作用させてインナロータ30（回転出力軸102）を大きなトルクで回転駆動させることができる。なお、この永久磁石40は、巻線コイル34により機能させる電磁力を補助するだけの磁力で十分であることから、例えば、ネオジウム磁石のような希少で高価な永久磁石である必要はなく、安定供給可能で安価な種類のものを採用すればよい。なお、ネオジウム磁石のような希少で高価な永久磁石を採用してもよく、この場合、安定して大きなトルクを得ることができる。10

【0055】

さらに、図示することは省略するが、本実施形態の第3の他の態様としては、回転電機100のように径方向にエアギャップG1、G2を形成するラジアルギャップ構造に限定されず、回転軸方向にギャップを形成するアキシャルギャップ構造で構成しても良い。この場合も、軸方向に並列するステータと2組のロータ側にそれぞれ電機子極コイルや中継部材、誘導コイルを配置する。

【0056】

また、回転電機100のようなラジアルギャップ構造の場合には、ステータ10やアウタロータ20やインナロータ30を電磁鋼板の積層構造で構成することに限定されず、例えば、鉄粉などの磁性を有する粒子の表面を絶縁被覆処理した軟磁性複合粉材（Soft Magnetic Composites）をさらに鉄粉圧縮成形および熱処理製造した圧粉磁心、所謂、SMCコアを採用してもよい。このSMCコアは、成形が容易であることからアキシャルギャップ構造に好適である。20

【0057】

また、回転電機100は、車載用に限定されるものではなく、例えば、風力発電や、工作機械などの駆動源として好適に採用することができる。

【0058】

本発明の実施形態を開示したが、当業者によっては本発明の範囲を逸脱することなく変更が加えられることは明白である。すべてのこのような修正及び等価物が次の請求項に含まれることが意図されている。30

【符号の説明】

【0059】

- 10 ステータ
- 12 ステータティース
- 13、33 スロット
- 14 電機子極コイル
- 14b_u、14b_v、14b_w 入力端子
- 20 アウタロータ（第2のロータ）
- 21 中継部材
- 22 制限部材
- 30 インナロータ（第1のロータ）
- 32 ロータティース（突極部）
- 34 巍線コイル（誘導コイル）
- 35 ダイオード
- 40 永久磁石
- 51～53 巍線コイル
- 61、62 結線スイッチ
- 65～67 バイパススイッチ

10

20

30

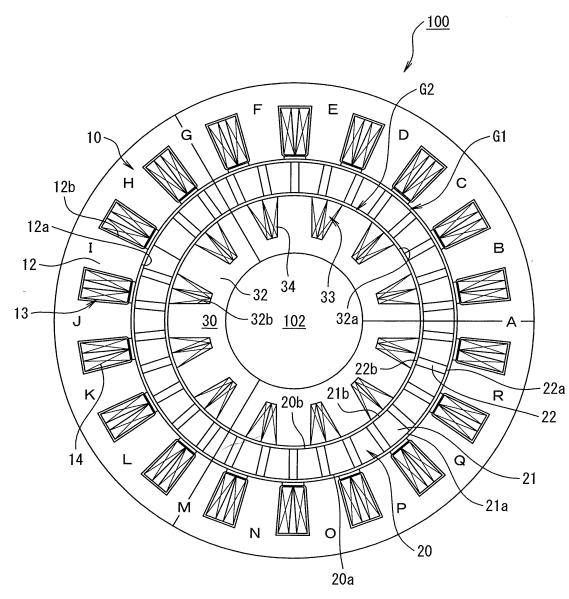
40

50

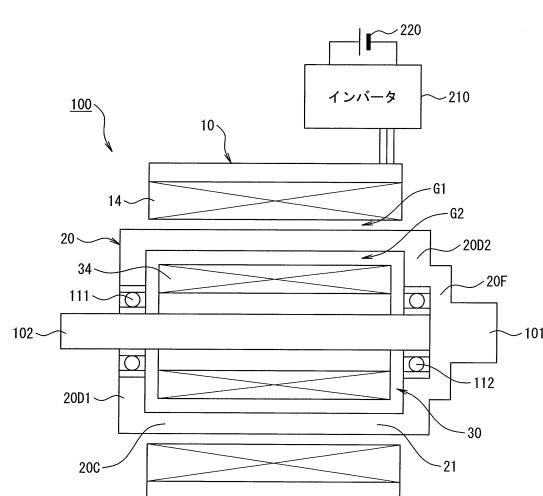
- 7 0 結線リング
- 1 0 0 回転電機
- 1 0 1 回転入力軸
- 1 0 2 回転出力軸
- 2 0 0 エンジン
- 2 1 0 インバータ
- 2 2 0 バッテリ
- 2 9 0 駆動輪
- F L 磁束線
- G 1、G 2 エアギヤップ

10

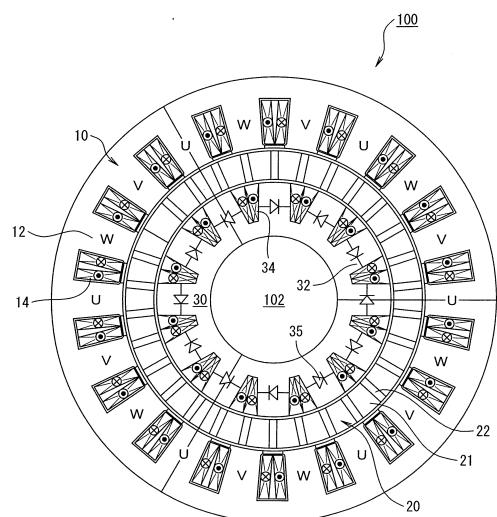
【 义 1 】



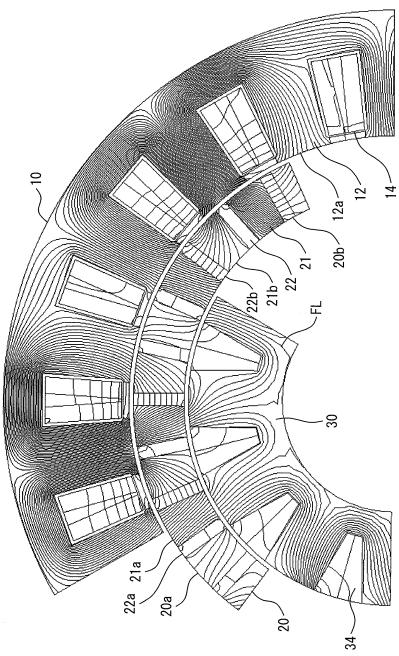
【 図 2 】



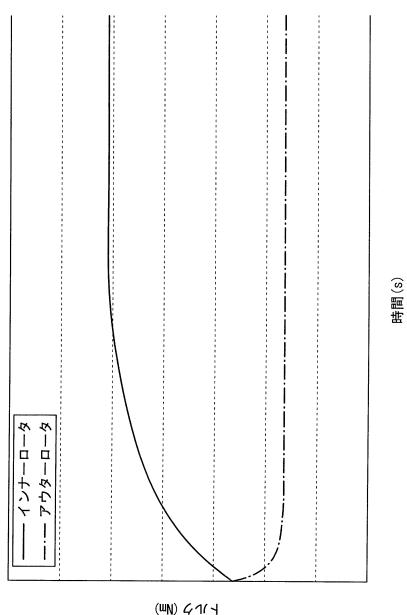
【図3】



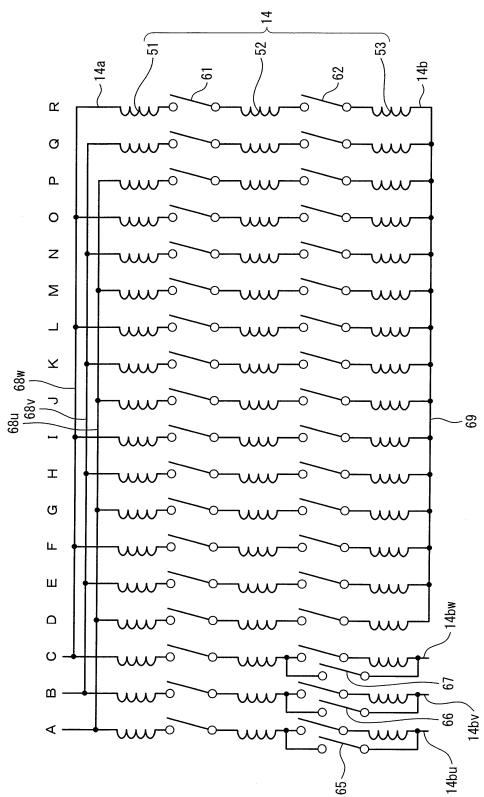
【図4】



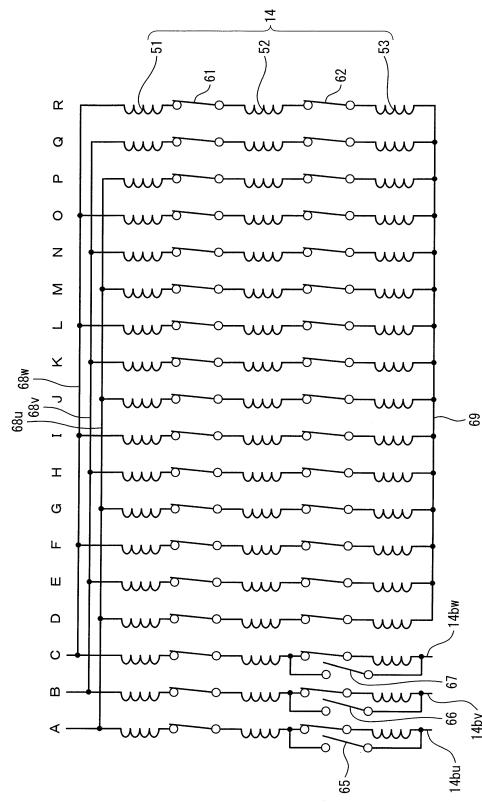
【図5】



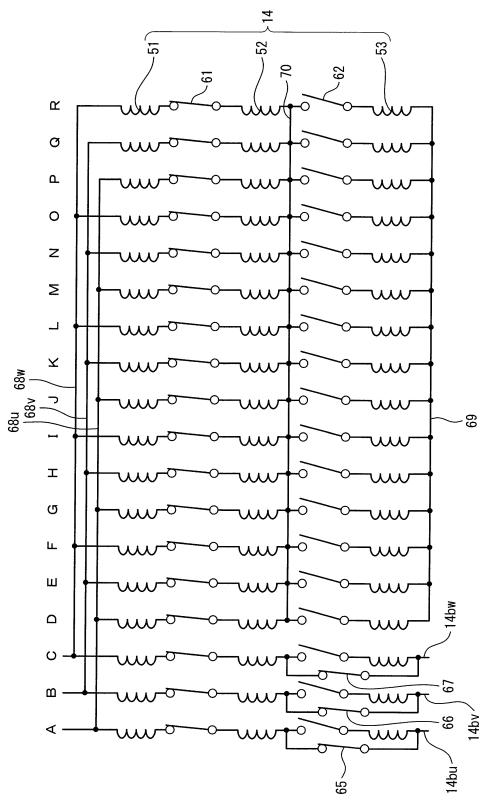
【図6】



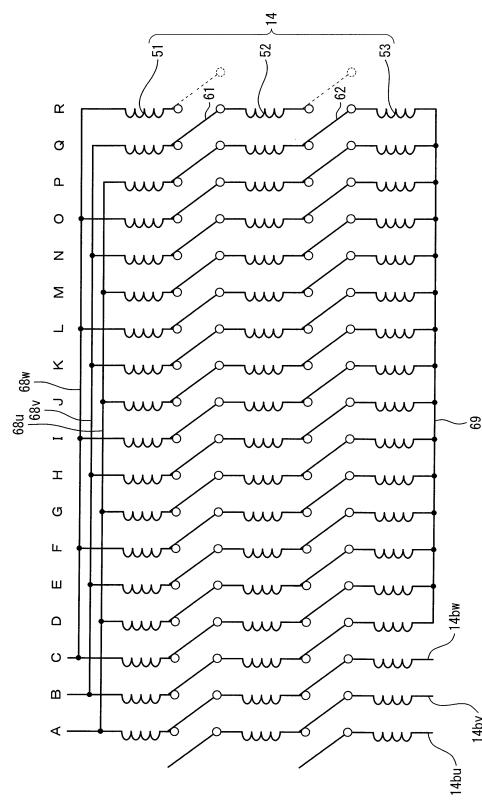
【図7】



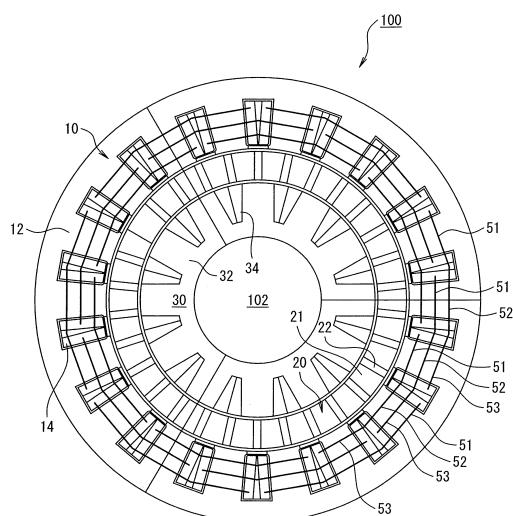
【図8】



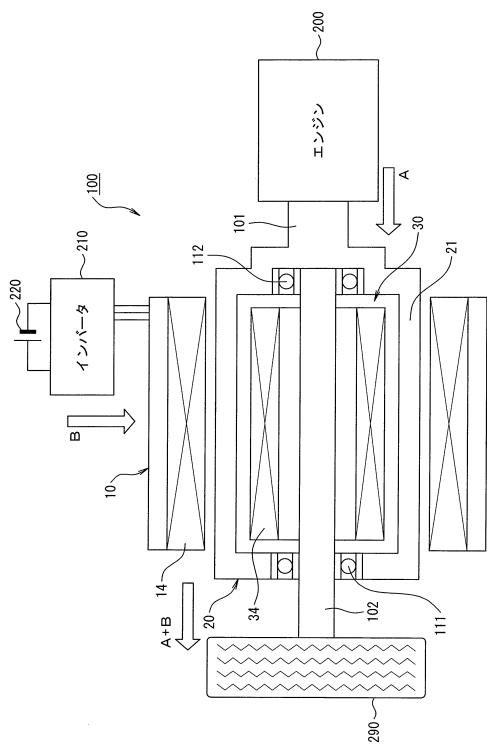
【図9】



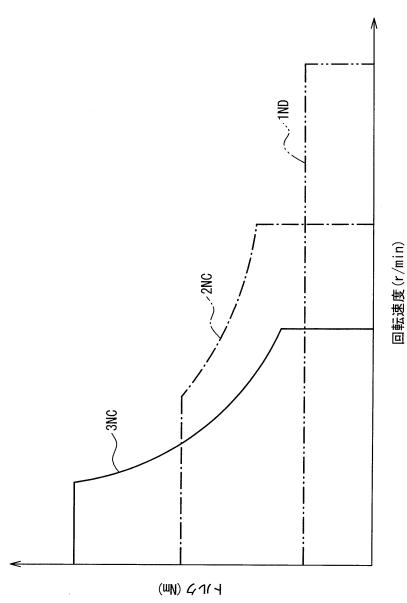
【図10】



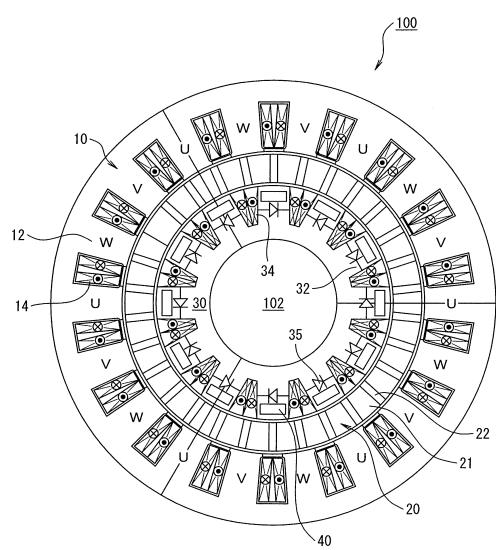
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-166023(JP,A)
特開2013-111734(JP,A)
特開2013-150500(JP,A)
特開2009-142120(JP,A)
特開2011-199974(JP,A)
国際公開第2012/102400(WO,A1)
特開2005-6400(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H02K 16/02
H02K 1/22
H02K 19/10