

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-94001
(P2010-94001A)

(43) 公開日 平成22年4月22日(2010.4.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO2K 1/27 (2006.01)	HO2K 1/27 501A	5H621
HO2K 21/14 (2006.01)	HO2K 1/27 501K	5H622
	HO2K 21/14 M	
	HO2K 1/27 501M	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-264395 (P2008-264395)
(22) 出願日 平成20年10月10日(2008.10.10)

(71) 出願人 000101352
アスモ株式会社
静岡県湖西市梅田390番地
(74) 代理人 100068755
弁理士 恩田 博宣
(74) 代理人 100105957
弁理士 恩田 誠
(72) 発明者 横山 誠也
静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株
式会社内
(72) 発明者 竹本 佳朗
静岡県湖西市梅田390番地 アスモ 株
式会社内
Fターム(参考) 5HG21 AA02 AA04 GA15 GA16 HH01
5HG22 AA02 AA03 CA02 CA05 CA06
CA10 CB03 CB05 PP04

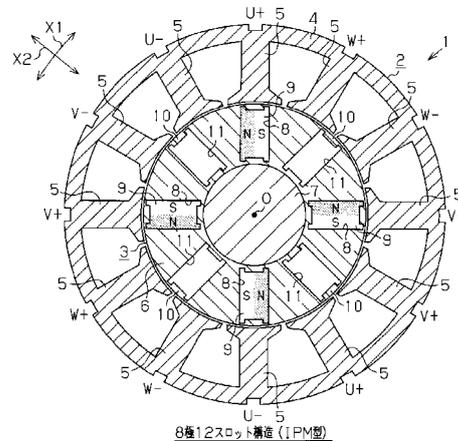
(54) 【発明の名称】 回転電機のロータ構造

(57) 【要約】

【課題】 モータの低振動化を図ることができる回転電機のロータ構造を提供する。

【解決手段】 通常モータに対して磁石数が半数のハーフマグネット型モータ1において、ロータ3の磁石9を、磁極がロータ周方向X1を向きつつ、磁極が同じ方向を向くように配置する。また、ロータ3の突極の位置、即ち隣り合う磁石9, 9同士の間位置10に、磁気バリアとして働く放射状空隙11を形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の巻線が巻回されたステータと、N極及びS極からなる磁極を複数組持つロータとを備え、前記ロータの鉄心において隣り合う磁石の間を突極としてこれを磁極とするハーフマグネット型の回転電機のロータ構造において、

磁極が前記ロータの周方向を向きつつ、しかも当該周方向において同じ方向を向くように前記磁石を放射状に配置するとともに、前記突極の位置に前記ロータの径方向に沿った空隙を形成して、当該隙間の両側における前記鉄心を2磁極としたことを特徴とする回転電機のロータ構造。

【請求項 2】

前記ロータが回転可能に前記ステータの内部に収納され、前記ロータが前記ステータの内部において回転動作をとるインナーロータ型であることを特徴とする請求項 1 に記載の回転電機のロータ構造。

【請求項 3】

前記磁石は、前記ロータに形成された磁石収納部に収納され、前記空隙は、前記磁石収納部と同一形状をとっていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の回転電機のロータ構造。

【請求項 4】

前記ロータの軸方向の両端には、当該ロータに取り付けた前記磁石の外れを防止する磁石保持部が固定ピンを介して取り付けられ、前記空隙が当該固定ピンの挿込先として利用されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のうちいずれか一項に記載の回転電機のロータ構造。

【請求項 5】

前記空隙の内部には、当該空隙を前記ロータの径方向において分断するように前記鉄心を延設することにより、当該空隙の内部における磁束の通路として磁束通路部が形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうちいずれか一項に記載の回転電機のロータ構造。

【請求項 6】

前記磁石は、前記ロータに形成された磁石収納部に収納され、前記磁石収納部において前記ロータの径方向の少なくとも一方の端部位置には、前記鉄心を間に残して前記周方向の両側に一对の補助空隙が形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のうちいずれか一項に記載の回転電機のロータ構造。

【請求項 7】

前記空隙の内部に前記磁束通路部を設けることによって形成される一对の狭空隙は、各々が向き合う前記磁石収納部に形成された前記補助空隙において、前記ステータから遠い側で、かつ自身と向き合う側のものにそれぞれ連結されることにより、前記ロータの磁極を反ステータ側から囲むように空隙距離が延長されていることを特徴とする請求項 6 に記載の回転電機のロータ構造。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ステータの巻線に発生する磁界の変化により、磁石を持つロータがステータに対して回転する回転電機のロータ構造に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、車両、家電製品、AV機器等の種々の装置や機器では、その駆動源としてモータが広く使用されている。この種のモータの中のブラシレスモータの一種には、例えばロータ（回転子）に永久磁石を使用するPM（Permanent Magnetic）モータがあり、この種のPMモータには、例えばSPM（Surface PM）モータやIPM（Interior PM）モータがある。SPMモータは、ロータの表面に永久磁石を貼り付けたPMモータである。また、

10

20

30

40

50

I P M モータは、ロータの内部に永久磁石を組み込んだ P M モータである。ところで、I P M モータは永久磁石によるトルクのみならずリラクタンストルクが発生するので、S P M モータよりも大きなトルクが得られ利点がある反面、永久磁石をロータの内部に組み込む分だけ高コストであるという利点欠点があり、実際のところは種々の状況によって S P M モータや I P M モータが使い分けられている。

【 0 0 0 3 】

この種の P M モータでは、省資源や低コスト等の観点から、ロータに取り付ける磁石を半数に減らしたハーフマグネット型モータの一例として、例えばコンシクエントポール型モータ（通称、ハーフマグネットモータともいう）というものが考案されている。コンシクエントポール型モータは、従来ならばロータの回転方向（周方向）に沿って交互に入れ替わって並ぶ N 極磁石及び S 極磁石のうち一方の磁石を省略するとともに、この省略した側の磁極を鉄心により代用してこれを突極とするモータである。このコンシクエントポール型モータの一例は、例えば特許文献 1 等に開示されている。

10

【 0 0 0 4 】

図 1 2 にコンシクエントポール型モータ 8 1 の一例を図示すると、同モータ 8 1 がインナーロータ型の場合、同モータ 8 1 の外枠を形成するステータ 8 2 の内部には、ロータ 8 3 が回転可能な状態で収納されている。このロータ 8 3 には、同極磁石 8 4（図 1 2 では N 極）がロータ周方向に沿って 1 つおきに配置され、同極磁石を飛ばした箇所は鉄心により埋められて、この箇所が突極 8 5 とされている。この突極 8 5 には、両側に同極磁石 8 4 が配置されているので、この同極磁石 8 4 の反対極が形成される。このため、ロータ 8 3 は、同極磁石 8 4 の部分が N 極発生領域となり、突極 8 5 の部分が S 極発生領域となる。よって、モータ 8 1 として回転するのに必要なロータ 8 3 の表面の磁束分布が確保され、ロータ 8 3 はステータ 8 2 に対して回転する動きをとる。

20

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 5 7 4 8 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところで、図 1 2 に示すロータ 8 3 では、同極磁石 8 4 をモータ径方向（図 1 2 の矢印 X a）の外側が N 極、モータ径方向の内側が S 極を向く方向で、しかもこの磁極向きをとる同極磁石 8 4 をモータ周方向（図 1 2 の矢印 X b）に沿ってロータ外周に 1 つおきに配置することにより、ロータ 8 3 に N 極発生領域と S 極発生領域とを形成している。このため、S 極発生領域の磁束の方向性や密度は、同極磁石 8 4 の S 極というロータ表面から遠い箇所の磁極に寄るものとなるので、ある意味自然に任せた状態となり、同極磁石 8 4 の N 極がそのまま利く N 極発生領域に比べて、磁束の方向性が弱くしかも磁束が疎になってしまう。

30

【 0 0 0 6 】

従って、ロータ 8 3 は同極磁石 8 4 の N 極発生領域では磁束の方向性が強く磁束が密で、突極 8 5 の S 極発生領域では磁束の方向性が弱く磁束が疎となるように、ロータ 8 3 の表面において磁束の方向性や磁束密度が均等にならず、ロータ 8 3 からステータ 8 2 にかかる磁束に偏りが発生してしまう。よって、これが原因でトルクリップルが大きくなったり、或いは主トルクのリップルの数が半減したりすることから、例えば低周波数振動が大きくなり、これが振動騒音増加の問題に繋がっていた。

40

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、モータの低振動化を図ることができる回転電機のロータ構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

前記問題点を解決するために、本発明では、複数の巻線が巻回されたステータと、N 極及び S 極からなる磁極を複数組持つロータとを備え、前記ロータの鉄心において隣り合う磁石の間を突極としてこれを磁極とするハーフマグネット型の回転電機のロータ構造にお

50

いて、磁極が前記ロータの周方向を向きつつ、しかも当該周方向において同じ方向を向くように前記磁石を放射状に配置するとともに、前記突極の位置に前記ロータの径方向に沿った空隙を形成して、当該隙間の両側における前記鉄心を2磁極としたことを要旨とする。

【0009】

この構成によれば、ロータの鉄心において隣り合う磁石の間を突極としたハーフマグネット型回転電機のロータの磁石を、磁極がロータの周方向を向きつつ、しかもこの周方向において同じ方向を向くように配置した。このため、ロータの表面において磁石の磁束によって生成されるN極とS極との磁束発生向きがロータ周方向において対称形状になるので、N極及びS極の磁束方向性の均一化を図ることが可能となる。また、本構成において

10

【0010】

よって、本構成のようにロータから発生される磁束の方向性及び疎密の均一化を図って磁束の偏りが小さく抑えられれば、その分だけモータのトルクリップルを小さく抑えることが可能となる。ところで、この種のトルクリップルが大きいと、モータの振動が増大したり、或いはこの振動で騒音が発生したりするなど問題が起こってしまう。しかし、本構成では磁束の偏りを少なく抑えてトルクリップルを小さく抑えているので、その分だけモータの低振動化を図ることが可能となり、ひいては低騒音化の効果を得ることに繋がる。

20

【0011】

本発明では、前記ロータが回転可能に前記ステータの内部に収納され、前記ロータが前記ステータの内部において回転動作をとるインナーロータ型であることを要旨とする。

この構成によれば、振動や騒音等の少ないインナーロータ型モータを提供することが可能となる。

【0012】

本発明では、前記磁石は、前記ロータに形成された磁石収納部に収納され、前記空隙は、前記磁石収納部と同一形状をとっていることを要旨とする。

30

この構成によれば、空隙と磁石収納部とのこれら2者を同じ作業工程で製造することが可能となるので、ロータ製造作業、ひいてはモータ製造作業の簡素化を図ることが可能となる。また、例えばロータから発生するN極とS極との磁束を両方とも磁石で生成するモータを従来型のモータとした場合、本構成のように磁石収納部と空隙とを同一形状とすれば、従来型モータのロータから同極の磁石を抜き取ってその孔を空隙とすれば、これは本構成のモータで使用するロータとなる。よって、従来型モータと本構成のモータとの間でロータの共用化を図ることが可能となり、部品点数の削減等の効果を得ることが可能となる。

40

【0013】

本発明では、前記ロータの軸方向の両端には、当該ロータに取り付けた前記磁石の外れを防止する磁石保持部が固定ピンを介して取り付けられ、前記空隙が当該固定ピンの挿込先として利用されていることを要旨とする。

【0014】

この構成によれば、磁気バリア用にロータに形成された空隙は、磁石保持部をロータに取り付け固定する固定ピンの挿込先として利用される。ところで、もし仮に固定ピン取り付け用の挿込先として新たな孔をロータに設けた場合を想定すると、このときはこの孔によってロータ内の磁氣的通路が影響を受けて、これが磁気特性の悪化に繋がる懸念もある。しかし、本構成の場合には、空隙を固定ピン用の挿込先として利用するので、この種の

50

孔をロータに新たに設けずに済み、固定ピン挿込先の新規形成を起因とする磁気特性悪化の問題を考えずに済む。

【0015】

本発明では、前記空隙の内部には、当該空隙を前記ロータの径方向において分断するように前記鉄心を延設することにより、当該空隙の内部における磁束の通路として磁束通路部が形成されていることを要旨とする。

【0016】

この構成によれば、空隙の内部に、この空隙内部における新たな磁氣的通路として磁束通路部を形成したので、隙間を横断する新たな磁束の流れを形成することが可能となる。よって、この磁束通路部を流れる磁束によって新たなリラクタンストルクがモータに発生するので、その分だけモータの発生トルクを確保することが可能となる。このため、ロータに空隙を形成したことによるモータの低振動化と、新たな磁束通路部を形成したことによるモータのトルク量確保との両立を図ることが可能となる。

10

【0017】

本発明では、前記磁石は、前記ロータに形成された磁石収納部に収納され、前記磁石収納部において前記ロータの径方向の少なくとも一方の端部位置には、前記鉄心を間に残して前記周方向の両側に一对の補助空隙が形成されていることを要旨とする。

【0018】

この構成によれば、ロータ内に流れる磁束は補助空隙の磁気バリア機能によってその箇所からロータ外部に漏れ出る状況が生じ難くなる。このため、ロータからの磁束漏れを少なく抑えることが可能となり、その分だけトルク量を確保することが可能となる。

20

【0019】

本発明では、前記空隙の内部に前記磁束通路部を設けることによって形成される一对の狭空隙は、各々が向き合う前記磁石収納部に形成された前記補助空隙において、前記ステータから遠い側で、かつ自身と向き合う側のものにそれぞれ連結されることにより、前記ロータの磁極を反ステータ側から囲むように空隙距離が延長されていることを要旨とする。

【0020】

この構成によれば、距離延長した空隙によってロータの磁極を囲むことが可能となるので、隣の磁極への磁束漏れや磁石の端部付近での磁束漏れを、より効果的に防ぐことが可能となる。このため、ロータからの磁束漏れをより一層低減することが可能となり、モータの高トルク化に一層効果が高くなる。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、モータに発生し得る振動を小さく抑えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

(第1実施形態)

以下、本発明を具体化した回転電機のロータ構造の第1実施形態を図1～図5に従って説明する。

40

【0023】

図1に示すように、モータ1には、同モータ1の固定側であるステータ2と、同モータ1の回転側であるロータ3とが設けられている。本例のモータ1は、円筒形状のステータ2の内部に、円柱形状のロータ3が回転可能に収納されたインナーロータ型となっている。また、本例のモータ1は、ロータ3の回転角に応じて巻線(図示略)に流れる電流の向き、即ち巻線から発生する磁束の向きを変える際に、これを機械的接点である整流子(ブラシ)を用いずに行ってロータ3をステータ2に対して回転させるブラシレスモータでもある。なお、モータ1が回転電機に相当する。

【0024】

モータ1がブラシレス型の場合、ステータ2の本体部分をなすステータコア4の内周面

50

には、巻線の巻回箇所として複数のティース 5, 5... がロータ 3 の周方向（ロータ周方向：図 1 の矢印 X 1）、即ちロータ 3 の回転方向に沿って等間隔に並び、かつ隣接する状態で突設されている。これらティース 5, 5 には、各々対向するものを組として、一对の U 相、一对の V 相、一对の W 相の巻線がそれぞれ巻回されている。このため、本例のモータ 1 は、計 6 つの巻線からなる 6 相交流モータでもある。なお、ロータ周方向 X 1 が周方向に相当する。

【0025】

また、ロータ 3 の本体部分をなすロータコア 6 は、例えば鉄心からなるとともに、中央部にモータ軸 7 が一体回動可能に挿通されている。このロータコア 6 には、ロータ 3 の径断面が略長四角形状をなした磁石収納部 8 がロータ 3 の周方向に沿って等間隔に複数（図 1 では 4 個）設けられている。この磁石収納部 8 には、長細い形状をなした永久磁石からなる磁石 9 が収納されている。よって、本例のブラシレス型モータ 1 は、永久磁石からなる磁石 9 がロータ 3（ロータコア 6）の内部に埋め込まれた取り付け状態をとる IPM 型でもある。

10

【0026】

本例の磁石 9 は、N 極及び S 極を形成する永久磁石を同じ磁極向きでロータ周方向に等間隔に並べるとともに、隣り合う永久磁石の間の鉄心を突極として、この部分を磁極とする磁石配置関係をとっている。即ち、本例のモータ 1 は、通常モータに対して磁石数が半数のハーフマグネット型となっている。また、磁石 9 は、磁極がロータ周方向 X 1 を向きつつ、しかも磁極が同じ方向を向くように配置されている。即ち、磁石 9 は、N 極と S 極との境目の線がロータ 3 の径方向（ロータ径方向：図 1 の矢印 X 2）に沿う向きに配置され、更に言い換えるならば、放射状の配置状態が採用されている。また、本例の磁石 9 は、紙面反時計回り側が N 極、紙面時計回り側が S 極をとる向きに配置されている。なお、ロータ径方向 X 2 が径方向に相当する。

20

【0027】

ロータコア 6 には、ロータ 3 の突極の位置に、即ち隣同士に位置する磁石 9, 9 の各々の中間位置 10 に、ロータ 3 の回転軸心 O を中心として放射状に配置された空隙（以降、放射状空隙と記す）11 が貫設されている。この放射状空隙 11 は、磁石 9 から発生する磁束（磁界）の磁気バリアとして働き、この磁気バリア機能によって磁束の流れをこの位置で遮って、磁束を空隙で急激に「0」に落とし込むことにより、ロータ 3 の鉄心部分に発生する磁束を強いもの、即ち密とする働きを持つ。このため、ロータコア 6 においては磁石 9 に近い部分と放射状空隙 11 に近い部分との両方において強い磁束が発生する状態をとり、磁束密度の均一化が図られる。なお、放射状空隙 11 が空隙を構成する。

30

【0028】

また、この放射状空隙 11 は、孔断面形状及び長さ方向形状ともに磁石収納部 8 と同一形状をとっている。ここで、本例のロータ 3 として例えば従来型のロータ、即ち N 極と S 極とを両方とも磁石により発生させる従来型ロータを使用した場合には、一方極の磁極の磁石を抜き取った後に残る磁石収納部を放射状空隙 11 として使用してもよい。即ち、この種の従来型ロータでは、N 極磁石と S 極磁石とがロータ周方向に沿って交互にロータに設けられているので、一方の磁極、例えば S 極の磁石を抜き取り、この磁石が収納されていた収納部を放射状空隙 11 として使用することも可能である。

40

【0029】

また、磁石 9 は磁極がロータ周方向 X 1 を向きつつ、しかも磁極が同じ方向を向くように配置されているので、ロータコア 6 において磁石 9 の N 極と放射状空隙 11 との間の部分には、N 極を発生し得る磁束の流れが発生し、磁石 9 の S 極と放射状空隙 11 との間の部分には、S 極を発生し得る磁束の流れが発生する。このため、図 2 に示すように、本例のロータ 3 は、磁石 9 の N 極と放射状空隙 11 との間の部分が N 極発生領域となり、磁石 9 の S 極と放射状空隙 11 との間の部分が S 極発生領域となっている。また、本例のモータ 1 は、計 8 個の磁極領域（N 極発生領域及び S 極発生領域）と 12 個のティース 5 とを持つことから、8 極 12 スロット構造をとっている。

50

【 0 0 3 0 】

さて、ステータ 2 の巻線に電流が流された際には、巻線周囲に磁束が発生し、この磁束がロータ 3 に付与されて、ロータ 3 がステータ 2 に対して回転する。ところで、本例においては、ハーフマグネット型の磁石配置関係をとる磁石 9 を、磁極がロータ周方向 X 1 を向きつつ、磁極が同じ方向を向くように配置するので、ロータコア 6 において磁石 9 の N 極側と放射状空隙 1 1 との間にかかる磁束と、同じくロータコア 6 において磁石 9 の S 極側と放射状空隙 1 1 との間にかかる磁束とが対称形状をとる。即ち、ロータ 3 の N 極発生領域で発生する磁束とロータ 3 の S 極発生領域で発生する磁束とが、放射状空隙 1 1 を境目として対称形状をとる。このため、ロータ 3 の N 極発生領域に発生する磁束と、S 極発生領域に発生する磁束との磁束方向性の均一化を図ることが可能となる。なお、ここで言う磁束方向性が均一とは、N 極と S 極とで極の向きは逆となるものの、方向自体の角度が同じ向きで並ぶ状態のことをいう。

10

【 0 0 3 1 】

また、ここで、例えば隣同士の磁石 9 の間にもし仮に放射状空隙 1 1 が存在していない場合を想定すると、例えば磁石 9 の N 極から発生した密な磁束は、磁石 9 から離れるに従って徐々に低下していった N 極と S 極との境界で 0 になり、この境界から今度は値が徐々に増加していった、隣の磁石 9 の S 極で再び密となる磁束変化をとる。即ち、磁石 9 に近い側は磁束が密となり、隣り合う 2 つの磁石 9 の境界付近は磁束が疎となるように、ロータ 3 の鉄心において磁束の疎密が発生してしまう。

20

【 0 0 3 2 】

しかし、本例のように隣り合う磁石 9 同士の間放射状空隙 1 1 を形成すれば、この放射状空隙 1 1 が持つ磁気バリア機能によって、磁石 9 から発生する磁束の通過経路を、隣同士に位置する磁石 9 の中間位置で区切ることが可能となる。このように、隣り合う磁石 9 同士の間放射状空隙 1 1 で磁束経路を分断することが可能となれば、この中間位置 1 0 で急激に磁束を「0」にするという磁束経路の寸断を行うことが可能となり、強い磁束がかかる部分のみをロータ 3 の鉄心として残すことが可能となる。このため、本例のロータ 3 は、磁石 9 に近い部分と、放射状空隙 1 1 に近い部分との両者に強い磁束（磁束領域）が発生する状態をとり、ロータ 3 に発生する磁束密度の均一化が図られる。

【 0 0 3 3 】

以上により、本例においては、磁束方向性の均一性が図られるとともに、磁束密度の均一性も図られるので、ロータ 3 から発生する N 極及び S 極の磁束について、これらの間における磁束の偏りが低く抑えられる。このため、本例のようにロータ 3 における磁束の偏りが低く抑えられれば、モータ回転時における振動の要因となるトルクリップルを低く抑えることが可能となるので、モータ 1 の低振動化、ひいては低騒音化を図ることが可能となる。

30

【 0 0 3 4 】

また、図 3 及び図 4 に示すように、ロータコア 6 においてその軸方向（ロータ軸方向：図 3 の矢印 X 3）の両端には、ロータコア 6 に取り付けた磁石 9 が磁石収納部 8 から外れて飛び出してしまうことを防止する一対の磁石飛び出し防止板 1 2、1 2 が取り付けられる場合もある。これら磁石飛び出し防止板 1 2、1 2 は、ピン形状をなした複数のリベット 1 3 によってロータコア 6 に固定されている。このとき、ロータコア 6 に空けられている放射状空隙 1 1 を、リベット 1 3 の挿込先として利用してもよい。この場合、ロータコア 6 にリベット 1 3 の挿入先を新たに空ける必要がなくなるので、この種の孔をロータコア 6 に設けた場合に生じ得る磁気特性の悪化という問題を、この場合は考えなくて済む。なお、磁石飛び出し防止板 1 2 が磁石保持部に相当し、リベット 1 3 が固定ピンに相当し、ロータ軸方向 X 3 が軸方向に相当する。

40

【 0 0 3 5 】

ところで、回転時のモータ 1 が発生するトルクには、巻線に印加される起電力による成分のみならず、コギングトルクの成分も大きく関係しており、トルクリップルを低減するためには、コギングトルクを小さく抑えることも効果があることが知られている。ここで

50

、例えば図5に示すように、10極12スロット構造にした場合には、実験結果からコギングトルクが低減することが分かった。このため、モータ1を10極12スロット構造とすれば、回転時にモータ1に発生し得る振動や騒音を、より一層低く抑えることが可能となる。

【0036】

従って、本実施形態の構成によれば、以下に記載の効果を得ることができる。

(1)本例のようにハーフマグネット型モータ1のロータ3において、この磁石9を磁極がロータ周方向X1を向きつつ、しかも磁極が同じ方向を向くように配置し、しかもロータ3の突極の位置、即ち隣り合う磁石9,9同士の間位置10に、磁気バリアとして働く放射状空隙11を形成した。このため、ロータ3の表面に発生するN極及びS極の磁束の方向性及び疎密の均一化を図ることが可能となるので、このように磁束の偏りが小さく抑えられれば、モータ1に発生し得るトルクリップルを小さく抑えることができる。よって、本例のようにトルクリップルの低減が可能となれば、その分だけモータ1の低振動化、ひいては低騒音化を図ることができる。

10

【0037】

(2)本例では、振動や騒音の少ないインナーロータ型のモータ1を提供することができる。

(3)磁石収納部8と放射状空隙11とを同一形状としたので、ロータ3にこれら部材を形成するに際しては、同じ作業工程で製造することが可能となる。よって、ロータ3の製造作業、ひいてはモータ1の製造作業の簡素化を図ることができる。また、例えばロータ3から発生するN極とS極とを両者とも磁石により生成するモータを従来型モータとした場合、本例のように磁石収納部8と放射状空隙11とを同一形状とすれば、従来型モータのロータから同極の磁石を抜き取って、その孔を放射状空隙11とすることが可能となる。このため、従来型モータと本例のモータ1とでロータ3を共用することが可能となるので、部品点数の削減等の効果を得ることができる。

20

【0038】

(4)ロータコア6に空けられた放射状空隙11をリベット13の挿込先として利用すれば、ロータコア6の両端に磁石飛び出し防止板12をリベット13により取り付ける構造をとったとしても、ロータコア6にリベット13を挿し込む新たな孔を設けずに済む。このため、ロータコア6にリベット挿込用の新たな孔を形成することを起因とする磁気特性悪化の問題を考えずに済む。

30

【0039】

(5)モータ1として10極12スロット構造を採用した場合には、トルクリップルがより小さく抑えられるので、モータ1の低振動化をより一層図ることができる。

(第2実施形態)

次に、第2実施形態を図6～図9に従って説明する。なお、第2実施形態は、第1実施形態に記載した空隙の形状を変更した実施形態であって、他の基本的な構成は第1実施形態と同様である。よって、第1実施形態と同一部分には同一符号を付して詳しい説明を省略し、異なる部分についてのみ詳述する。

【0040】

図6及び図7に示すように、放射状空隙11の内部には、この空隙内部においてロータコア6の鉄心をロータ径方向X2において延ばして放射状空隙11を分断することにより、放射状空隙11内における磁束の通路として磁束通路部14が形成されている。この磁束通路部14は、放射状空隙11の内部において新たな磁束の流れ(図7に示す太矢印)を形成することにより、ロータ3の内部に新たなリラクタンストルクを発生させ、磁石数が半数しかなく低トルクの傾向が高い本例のようなハーフマグネット型の磁石配置関係を磁石9がとっていても、高トルク出力を確保する働きを持つ。なお、図7では、磁束の流れを1つのみ図示したが、実際には各磁束通路部14で同様の新たな磁束流れが発生する。

40

【0041】

50

また、磁束通路部 14 においてロータ周方向 X 1 の両側には、空隙がロータ径方向 X 2 に沿って細長く伸びた一对の狭空隙 15, 15 が形成されている。これら狭空隙 15, 15 は、各々が向き合う磁石 9 においてロータ径方向 X 2 の中心側の端部位置まで延長されている。これら狭空隙 15, 15 は、放射状空隙 11 を 2 つに分断することにより形成されるものである。ロータ 3 の突極に対応する位置に配置されている。なお、本例においては、一对の狭空隙 15, 15 のうち、磁石 9 の N 極側に位置するものを N 極側狭空隙 15 n とし、磁石 9 の S 極側に位置するものを S 極側狭空隙 15 s とする。なお、狭空隙 15 (15 n, 15 s) が空隙を構成する。

【0042】

ところで、本例の場合には、図 8 に示すように、元々のロータ 3 においては磁石収納部 8 のロータ径方向 X 2 の両端に、それぞれ一对の補助空隙 16, 17 が設けられている。これら補助空隙 16, 17 は、間に鉄心を残してロータ周方向 X 1 に少量伸びた形状をとり、ロータ 3 内における磁束漏れを抑制するように働く。なお、本例においては、ステータ 2 側のものを外径側補助空隙 16 とし、ロータ 3 の中心側のものを内径側補助空隙 17 とする。また、本例においては、一对の内径側補助空隙 17, 17 のうち、N 極側に位置するものを N 極側補助空隙 17 n とし、S 極側に位置するものを S 極側補助空隙 17 s とする。そして、本例の狭空隙 15, 15 は、N 極側狭空隙 15 n のロータ中心側の端部を N 極側補助空隙 17 n まで延ばして連結し、S 極側狭空隙 15 s のロータ中心側の端部を S 極側補助空隙 17 s まで延ばすことにより、ロータ径方向 X 2 の中心側の端部位置まで空隙距離が延長されている。

【0043】

また、磁束通路部 14 は、狭空隙 15, 15 を磁石収納部 8 側に延ばすことにより、磁気通路が元の放射状空隙 11 の位置から延長されている。即ち、本例の磁束通路部 14 は、第 1 実施形態に記載の放射状空隙 11 を両側に空隙を残して埋めることにより形成された第 1 磁束通路部 14 a と、これら第 1 磁束通路部 14 a をロータ 3 の中心側で連結する円環状の第 2 磁束通路部 14 b とからなる。また、第 1 磁束通路部 14 a は、第 1 実施形態に記載の放射状空隙 11 に形成されていることから、これと同様にロータ 3 のモータ軸 7 を中心として放射状に伸びる形状をとっている。

【0044】

ところで、磁石配置構造がハーフマグネット型をとる本例のロータ 3 では、磁石数が従来のものに対して半数と少ないので、この種のモータ 1 に発生するトルク成分のリラクタンストルクは、モータ 1 のトルク力を確保する上で、非常に重要なトルク成分の一要素となる。なお、リラクタンストルクとは、磁気抵抗が小さくなるようとする箇所が発生するトルク、即ち磁気の流れ難いところに磁束を流そうとロータ 3 がステータ 2 に対して回転することにより発生するトルクである。しかし、第 1 実施形態のようにロータ 3 に放射状空隙 11 のような空隙を形成すると、その分だけ磁氣的通路が少なくなるので、リラクタンストルクを有効発生できない問題に繋がる。

【0045】

しかし、本例の場合には、第 1 実施形態に記載の放射状空隙 11 の内部に新たな磁氣的通路として磁束通路部 14 を形成したので、この磁束通路部 14 に磁束が流れて、ロータ 3 に新たなリラクタンストルクが発生する。このため、ロータ 3 に磁束偏りを抑制する空隙 (一对の狭空隙 15, 15) を設けても、ロータ 3 にはリラクタンストルク発生を促進する磁束通路部 14 が形成されることにより、リラクタンストルクの発生が助長されるので、空隙形成の効果として得られるモータ 1 の低振動化と、リラクタンストルク発生を助長することによるトルク力確保との両立を図ることが可能となる。

【0046】

なお、本例のように狭空隙 15, 15 の間に磁束通路部 14 を形成してリラクタンストルクを確保する場合、モータ 1 を回転する際の駆動制御としては、例えば巻線を通電するタイミングを早めることでモータ 1 の回転速度を制御する進角制御を採用するとよい。このように、モータ 1 の駆動制御として進角制御を採用するのは、一对の狭空隙 15, 15

の間に磁束通路部 14 (要は鉄心) が存在するので、ロータ 3 は N 極発生領域 - 磁束通路部 14 (鉄心) - S 極発生領域が交互に現れるものとなるので、磁束通路部 14 を吸引する処理を含めたモータ駆動制御が必要となるためである。

【0047】

また、図 9 に示すように、第 1 実施形態と同様にこれら狭空隙 15, 15 をリベット 13 の挿込孔として利用することも可能である。但し、本例の狭空隙 15, 15 は幅が狭い空隙であるので、リベット 13 を挿し込むには空隙幅を少し大きくする変更が必要となる。しかし、狭空隙 15, 15 として孔が空いている箇所に大きめの孔を形成するだけであるので、例えばリベット 13 を挿通する孔をロータ 3 に新たに形成する場合に比べれば、磁気特性の悪化は低く抑えられる。よって、この場合も、ロータ 3 に磁石飛び出し防止板 12, 12 をリベット 13 で固定する場合であっても、磁気特性が大きく悪化する懸念は発生し難い。

10

【0048】

従って、本実施形態の構成によれば、第 1 実施形態の (1), (2), (4), (5) に記載の効果に加え、以下の効果を得ることができる。

(6) 放射状空隙 11 の内部に、この空隙 11 内における新たな磁氣的通路として磁束通路部 14 を形成したので、この部分を通る磁束によって新たなリラクタンストルクを発生させることが可能となり、その分だけモータ 1 の発生トルクを高トルクとすることが可能となる。このため、ロータ 3 に空隙 (狭空隙 15n, 15s) を形成したことによるモータ 1 の低振動化と、新たな磁束通路部 14 を形成したことによるモータ 1 のトルク量確保との両立を図ることができる。

20

【0049】

(7) 磁石 9 のロータ径方向 X 2 の端部位置に補助空隙 16, 17 を設けたので、磁石 9 の端部位置からの磁束漏れを少なく抑えることが可能となる。このため、ロータ 3 からの磁束漏れをその分だけ少なく抑えることが可能となるので、モータ 1 の高トルク化を図る上で効果が高くなる。

【0050】

(8) 放射状空隙 11 の内部に磁束通路部 14 を設けることにより形成される一対の狭空隙 15n, 15s は、各々が向き合う磁石収納部 8 に形成された補助空隙 16, 17 において、ステータ 2 から遠い側 (即ち、ロータ中央側) で、しかも各々の向き合う側のものに各々連結すること、即ち狭空隙 15n を補助空隙 17n に連結し、狭空隙 15s を補助空隙 17s に各々連結することにより、狭空隙 15n, 15s の空隙距離が延長されている。このため、距離延長した狭空隙 15n, 15s によってロータ 3 の磁極 (N 極発生領域、S 極発生領域) をロータ中央側から囲むことが可能となるので、隣の磁極への磁束漏れや磁石 9 の端部付近での磁束漏れを、より効果的に防ぐことが可能となる。よって、ロータ 3 からの磁束漏れをより一層低減することが可能となり、モータ 1 の高トルク化に一層効果が高くなる。

30

【0051】

(9) 本例のようにモータ 1 の駆動制御として進角制御を採用した場合、例えば故意にラジアル方向に振動を起こさせることにより、モータ 1 が元来持っているラジアル振動にこの振動を重畳させて、モータ 1 の振動を更に低減することもできる。この場合、モータ 1 がより一層振動の少ないものとなるので、本例のモータ 1 を高機能モータとして提供することができる。

40

【0052】

なお、実施形態はこれまでに述べた構成に限らず、以下の態様に変更してもよい。

・ 第 2 実施形態において、磁束通路部 14 は、必ずしも狭空隙 15, 15 を補助空隙 16, 17 まで延ばして経路を延長した構造をとることに限定されない。例えば、図 10 に示すように、元の放射状空隙 11 の部分にのみ磁束通路部 14 が形成されることにより、延長されていない形状をとっていてもよい。なお、補助空隙 16, 17 は、必ずしも存在しなければならないものではなく、これを省略してもよい。

50

【 0 0 5 3 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、図 1 1 に示すように、補助空隙 1 6 , 1 7 は、放射状空隙 1 1 や狭空隙 1 5 , 1 5 (図 1 1 では放射状空隙 1 1 を図示) に連続する形状をとることに限定されず、これら空隙から分離した形状をとっていてもよい。また、補助空隙 1 6 , 1 7 は、必ずしも磁石収納部 8 のロータ径方向両端に形成されず、片側一方のみでもよい。さらに、図 1 1 に示すように、放射状空隙 1 1 のロータ径方向 X 2 の少なくとも一方 (図 1 1 では両端) に補助空隙 1 6 , 1 7 を形成してもよい。

【 0 0 5 4 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、磁石 9 は、必ずしも永久磁石を使用することに限らず、どのような種の磁石を使用してもよい。

10

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、ステータ 2 の巻線形式は、集中巻や分布巻きなど、種々の巻線形式が採用可能である。

【 0 0 5 5 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、モータ 1 は、必ずしも 8 極 1 2 スロット構造のように、4 の整数倍の極数を持つロータ 3 を持つものに限定されず、種々の極数を持つものを採用可能である。

【 0 0 5 6 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、モータ 1 は、必ずしも 1 0 極 1 2 スロット構造のように、1 つの相を 2 つのティース 5 の組で形成されるものに限らず、例えば 1 つの相を 1 つのティース 5 の組で形成するものでもよい。

20

【 0 0 5 7 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、空隙 1 1 , 1 5 の形状は、種々の形状が採用可能であることは言うまでもない。

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、モータ 1 (ステータ 2) の外観形状は、円筒に限定されず、種々の形状が採用可能である。

【 0 0 5 8 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、磁石 9 の配置向きは、本例のように図 1 の紙面反時計回り側が N 極で、時計回り側が S 極であることに限定されず、この組み合わせを逆としてもよい。

【 0 0 5 9 】

30

・ 第 1 実施形態において、磁石収納部 8 と放射状空隙 1 1 とは、必ずしも同一形状をとることに限定されず、これらが各々異なる形状をとっていてもよい。

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、磁石保持部は、必ずしも板形状の磁石飛び出し防止板 1 2 に限らず、例えば爪や舌片等の他の形状をなしていてもよい。

【 0 0 6 0 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、固定ピンは必ずしもリベット 1 3 に限らず、磁石飛び出し防止板 1 2 をロータコア 6 に固定できるものであれば、どのような種のものでよい。

【 0 0 6 1 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、モータ 1 は、8 極 1 2 スロット構造や 1 0 極 1 2 スロット構造に限定されず、極数やスロット数は適宜変更可能である。

40

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、モータ 1 は、必ずしも I P M 型に限定されず、例えば S P M 型を採用してもよい。

【 0 0 6 2 】

・ 第 1 及び第 2 実施形態において、モータ 1 は、必ずしもインナーロータ型に限定されず、例えばアウターロータ型を採用してもよい。

次に、上記実施形態及び別例から把握できる技術的思想について、それらの効果とともに以下に追記する。

【 0 0 6 3 】

(1) 複数の巻線が巻回されたステータと、N 極及び S 極からなる磁極を複数組持つ口

50

ータとを備え、前記ロータの鉄心において隣り合う当該磁石の間を突極としてこれを磁極とするハーフマグネット型回転電機において、磁極が前記ロータの周方向を向きつつ、しかも当該周方向において同じ方向を向くように前記磁石を放射状に配置するとともに、前記突極の位置に前記ロータの径方向に沿った空隙を形成して、当該隙間の両側における前記鉄心を2磁極としたことを特徴とする回転電機。

【0064】

(2) 複数の巻線が巻回されたステータと、N極及びS極からなる磁極を複数組持つロータとを備え、前記ロータの鉄心において隣り合う当該磁石の間を突極としてこれを磁極とするハーフマグネット型回転電機のロータにおいて、磁極が前記ロータの周方向を向きつつ、しかも当該周方向において同じ方向を向くように前記磁石を放射状に配置するとともに、前記突極の位置に前記ロータの径方向に沿った空隙を形成して、当該隙間の両側における前記鉄心を2磁極としたことを特徴とする回転電機のロータ。

10

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】第1実施形態における8極12スロットモータの内部構造を示す断面図。

【図2】ロータにおける発生磁極を説明するロータの模式図。

【図3】磁石飛び出し防止板がリベットにより取り付けられたロータを示す斜視図。

【図4】リベットが挿し込まれたロータを示す断面図。

【図5】10極12スロットモータの内部構造を示す断面図。

【図6】第2実施形態におけるモータの内部構造を示す断面図。

20

【図7】ロータにおける発生磁極を説明するロータの模式図。

【図8】狭空隙を距離延長する前のロータの内部構造を示す断面図。

【図9】リベットが挿し込まれたロータを示す断面図。

【図10】別例における他形状の空隙を例示するロータの模式図。

【図11】同じく他の別例における他形状の空隙を例示するモータの断面図。

【図12】従来におけるモータの内部構造を示す断面図。

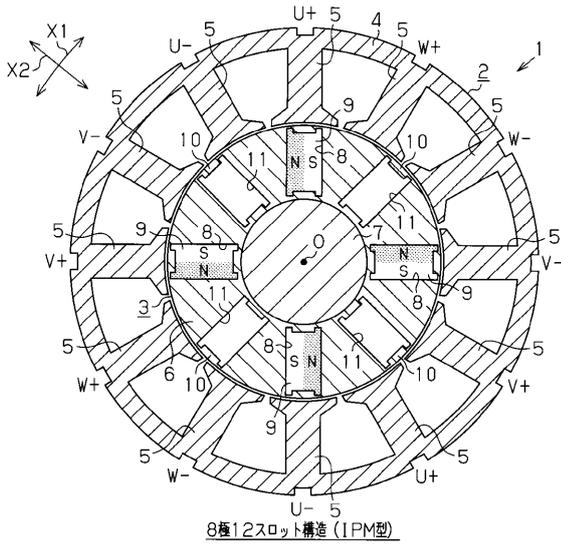
【符号の説明】

【0066】

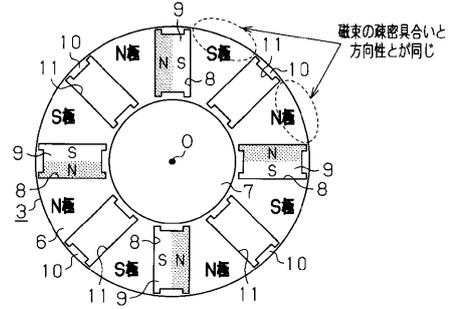
1 ... 回転電機としてのモータ、2 ... ステータ、3 ... ロータ、8 ... 磁石収納部、9 ... 磁石、11 ... 空隙を構成する放射状空隙、12 ... 磁石保持板としての磁石飛び出し防止板、13 ... 固定ピンとしてのリベット、14 (14a, 14b) ... 磁束通路部、15 (15n, 15s) ... 空隙を構成する狭空隙、16 ... 補助空隙、17 (17n, 17s) ... 補助空隙、X1 ... 周方向としてのロータ周方向、X2 ... 径方向としてのロータ径方向、X3 ... 軸方向としてのロータ軸方向。

30

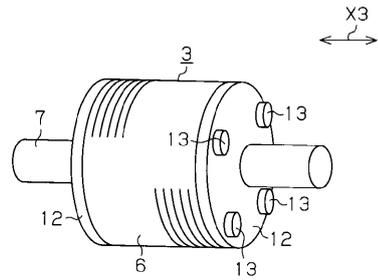
【 図 1 】



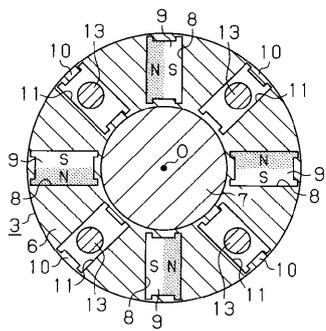
【 図 2 】



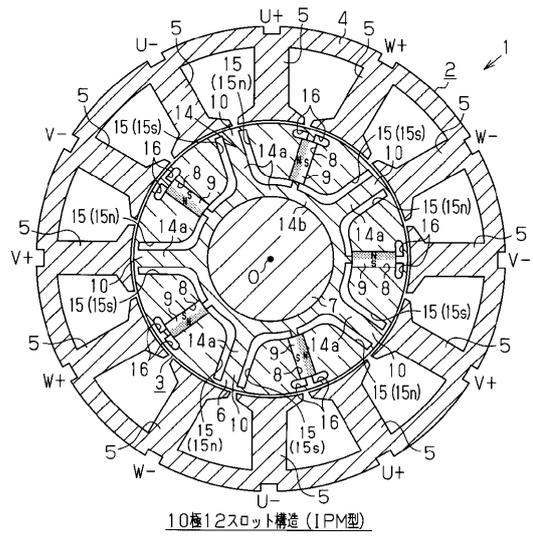
【 図 3 】



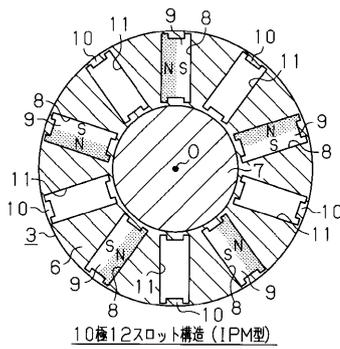
【 図 4 】



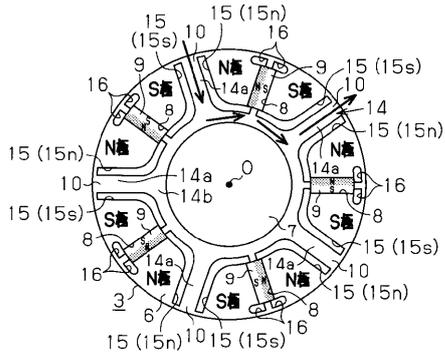
【 図 6 】



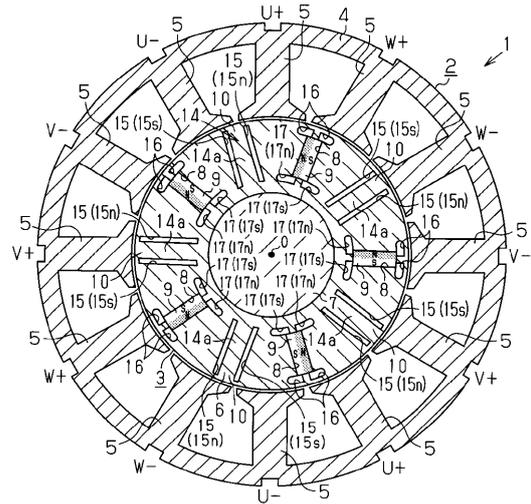
【 図 5 】



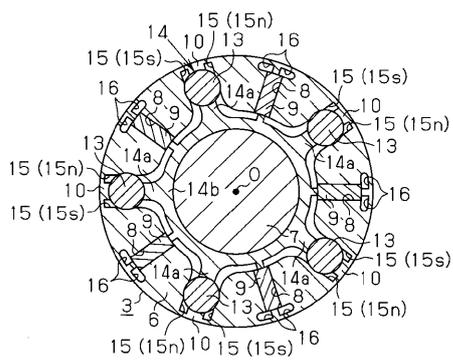
【 図 7 】



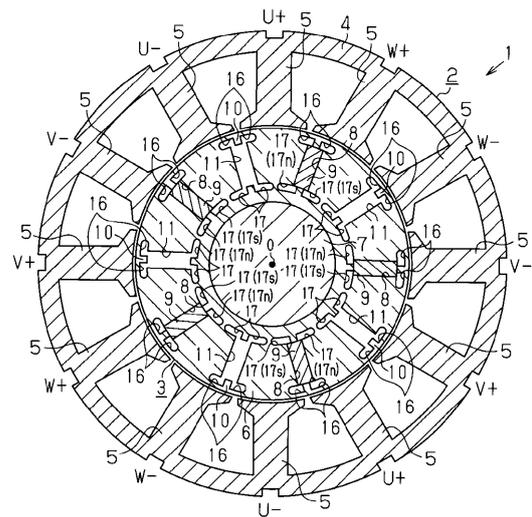
【 図 8 】



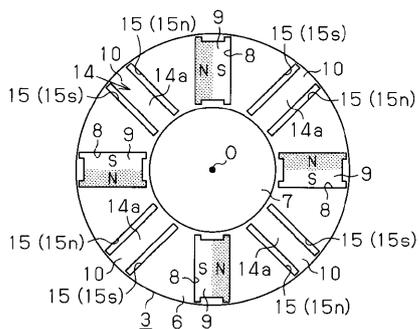
【 図 9 】



【 図 1 1 】



【 図 1 0 】



【 図 1 2 】

