

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4855747号

(P4855747)

(45) 発行日 平成24年1月18日(2012.1.18)

(24) 登録日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl.

F 1

H02K 19/10 (2006.01)

H02K 19/10 A

H02K 1/27 (2006.01)

H02K 1/27 501A

H02K 1/27 501M

H02K 1/27 501K

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2005-282212 (P2005-282212)
 (22) 出願日 平成17年9月28日(2005.9.28)
 (65) 公開番号 特開2007-97290 (P2007-97290A)
 (43) 公開日 平成19年4月12日(2007.4.12)
 審査請求日 平成19年11月26日(2007.11.26)

(73) 特許権者 500414800
 東芝産業機器製造株式会社
 三重県三重郡朝日町大字縄生2121番地
 (73) 特許権者 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100071135
 弁理士 佐藤 強
 (72) 発明者 松原 正克
 三重県三重郡朝日町大字縄生2121番地
 東芝産業機器製造株式会社内
 (72) 発明者 平野 恭男
 三重県三重郡朝日町大字縄生2121番地
 東芝産業機器製造株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石型リラクタンス回転電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固定子鉄心と回転子鉄心を有しこの回転子鉄心に磁氣的凸部及び磁氣的凹部を円周方向に交互に形成するために鉄心中を軸方向に連続する1極につき2個の磁石保持孔を円周方向に所定間隔を存するように且つ夫々の一端が前記回転子鉄心の外周との間に薄肉なチップ部を形成するように外周寄りに他端が中心側に寄る略V字配置に形成し、これら各磁石保持孔にその孔内の前記回転子鉄心外周側に前記チップ部に隣接する空間を残して永久磁石を挿入してなり、前記磁氣的凸部を前記回転子鉄心の外周側を向く側の極性が互いに同一である1対の前記永久磁石により形成しその前記磁氣的凸部間を磁氣的凹部とする回転電機において、一つの前記磁氣的凸部を介して対向する1対の前記チップ部のそれぞれの円周方向両端のうち前記磁氣的凸部を介して対向する各端を基点としそのうち前記磁氣的凸部を介して対向する基点間の開角をチップ内端開角 θ とし前記磁氣的凹部を介して対向する基点間の開角をチップ外端開角としたとき、前記チップ内端開角 θ を電気角で 8 ± 8 度、または、 128 ± 8 度に設定してなる永久磁石型リラクタンス回転電機。

【請求項 2】

前記回転子の極数を8とし、前記1対チップ内端開角 θ を機械角で 22 ± 2 度、または、 32 ± 2 度に設定してなる請求項1に記載の永久磁石型リラクタンス回転電機。

【請求項 3】

前記回転子鉄心の前記回転鉄心の外周側を向く極性が同一の前記1対の永久磁石の配置位置のほぼ中間の外周寄りに非磁性部を設けてなる請求項1または2に記載の永久磁

10

20

石型リラクタンス回転電機。

【請求項 4】

固定子鉄心と回転子鉄心を有しこの回転子鉄心に磁氣的凸部及び磁氣的凹部を円周方向に交互に形成するために鉄心中を軸方向に連続する 1 極につき 2 個の磁石保持孔を円周方向に所定間隔を存するように且つ夫々の一端が前記回転子鉄心の外周との間に薄肉なチップ部を形成するように外周寄りに他端が中心側に寄る略 V 字配置に形成し、これら各磁石保持孔にその孔内の前記回転子鉄心外周側に前記チップ部に隣接する空間を残して永久磁石を挿入してなり、前記磁氣的凸部を前記回転子鉄心の外周側を向く側の極性が互いに同一である 1 対の前記永久磁石により形成しその前記磁氣的凸部間を磁氣的凹部とする回転電機において、一つの前記磁氣的凸部を介して対向する 1 対の前記チップ部のそれぞれの円周方向両端のうち前記磁氣的凸部を介して対向する各端を基点としそのうち前記磁氣的凸部を介して対向する基点間の開角をチップ内端開角 θ とし前記磁氣的凹部を介して対向する基点間の開角をチップ外端開角 α としたとき、このチップ外端開角 α と前記固定子鉄心のスロットピッチ τ_s との関係を $[2.5 + 3/2(n-1) < \alpha / \tau_s < 3.0 + 3/2(n-1)]$ (但し、 n は 1 を除く自然数) に設定してなる永久磁石型リラクタンス回転電機。

10

【請求項 5】

前記回転子鉄心の 1 極に対応する前記回転鉄心の外周側を向く極性が同一の前記 1 対の永久磁石の配置位置のほぼ中間の外周寄りに非磁性部を設けてなる請求項 4 に記載の永久磁石型リラクタンス回転電機。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は回転子に永久磁石を配置することにより磁氣的突極性を持たせると共に、電磁騒音低減特性を有せしめた永久磁石型リラクタンス回転電機に関する。

【背景技術】

【0002】

リラクタンス回転電機、例えばリラクタンスモータでは、回転子の外周に磁束が通り易い磁氣的凸部 (d 軸) と磁束が通り難い磁氣的凹部 (q 軸) とが極数と同数形成されている。このモータは磁氣的凸部では電機子との間の空隙磁束密度が高く、磁氣抵抗の大きい磁氣的凹部では空隙磁束密度が低く、このような磁束密度の変化によってリラクタンストルクが発生する。

30

【0003】

また、回転子に永久磁石を埋め込み磁氣的突極性を持たせた永久磁石型リラクタンスモータでは、リラクタンストルクに加え永久磁石と電機子磁極との間の磁氣吸引力及び磁氣反発力によるトルクが発生し、総じて大きなトルクが得られ、回転電機の体積当たりの出力密度を高くすることができる (例えば特許文献 1 及び 2 参照)。なお、高調波成分によるトルクリップル、振動、騒音を低減するために回転子鉄心を複数に分割し、分割鉄心間にスキューを与えるようにした対策が知られている (例えば特許文献 3)。

【特許文献 1】特開 2001-339922 号公報 (特に図 1 参照)

40

【特許文献 2】特開 2001-339919 号公報

【特許文献 3】特開 2005-51897 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

通常、回転電機の小型化を図ると、すなわち出力密度を大きくすると、空隙の磁束が増加し、固定子との間の電磁力が増加する傾向にある。この電磁力は固定子鉄心のティースに力を及ぼし、そのうちの高調波成分が固定子鉄心を振動させ騒音、すなわち磁氣騒音を発生する。この磁氣騒音は電磁力が増加するほど大きくなる。そのため従来では、防音材、吸音材などにより外部への振動伝達系を途中で遮断する機械的方法が採られていた。ま

50

た、誘導電動機ではスロット組み合わせ数を選定したり、斜向スロットの採用などが知られている。

【0005】

本発明は電磁力による騒音それ自体の発生量を抑制できる永久磁石型リラクタンス回転電機を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1の発明の永久磁石型リラクタンス回転電機では、回転子鉄心に磁氣的凸部を形成するために1極につき2個の永久磁石を円周方向に所定間隔を存して埋め込んでなる回転子を有し、前記各永久磁石の一端が前記回転子鉄心の外周との間に薄肉なチップ部を形成するように外周側に寄り他端が中心側に寄る配置となし、前記2個の永久磁石により形成される2個のチップ部の内端間の開角 θ を電気角で 88 ± 8 度、または、 128 ± 8 度に設定してなる。

【0007】

第2の発明の永久磁石型リラクタンス回転電機では、前記永久磁石の互いに異なる極性に対応した前記2個のチップの外端間の開角 α と固定子鉄心のスロットピッチ τ_s との関係を $[2.5 + 3/2(n-1) < \alpha/\tau_s < 3.0 + 3/2(n-1)]$ (但し、 n は1を除く自然数)に設定してなる。

【発明の効果】

【0008】

このように、2個のチップ部の内端間の開角 θ を、また、外端間の開角 α を上記のように設定することにより回転子鉄心と固定子鉄心のティースとの間に働く電磁力が非常に低減され、高調波成分による電磁騒音が低下される。この結果、出力密度を大きくすることができるから小型化が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

<第1の実施例>

以下、本発明の第1の実施例を図1～図4を参照して説明する。永久磁石型リラクタンス回転電機の一例である永久磁石型リラクタンスモータ1は、図1に示すように固定子2と回転子3からなり、その固定子鉄心4の内周にティース5を間欠的に形成することによりスロット6が形成され、これに固定子巻線7が配置されている。回転子3は、図3に示すように、積層された多数の珪素鋼板からなる回転子鉄心8とロータ軸9とからなり、その積層状態が端板10により保持される。

【0010】

図1及び図2に示すように、回転子鉄心8の1つの磁氣的凸部を形成する区域に軸直角断面形状が矩形の1対の磁石保持孔11、12が略V字配置に形成されている。これら各磁石保持孔11、12は一方の端板10側から他方のその間で鉄心中を軸方向に連続して延びると共に、図1に示すように、各磁石保持孔11、12の一端11a、12aが回転子鉄心8の外周に十分接近しており、これにより各磁石保持孔11、12の一端11a、12aと鉄心外周面との間に薄肉なチップ部8aが形成される。したがって、各磁石保持孔11、12の各他端11b、12bが回転子鉄心8の回転中心寄りになる。また、1対の磁石保持孔11、12の配置間隔の略中間の外周寄りに非磁性部として空孔8bが軸方向全長に渡り形成されている。

【0011】

1極分の前記1対の磁石保持孔11、12には夫々縦断面矩形の永久磁石13、14が挿入され、抜けないように前記端板10により保持される。当然ながら、永久磁石の13、14はその一端が回転子鉄心8の外周に接近し、他端が中心よりの配置になる。前記永久磁石の挿入状態では、各前記磁石保持孔11、12内の前記回転子鉄心3の外周側に前記チップ部8aに隣接する空間11c、12cが残るようにしてある。前記回転子鉄心8にはこのような磁氣的凸部構造が8極分形成されている。図2に示すように、1つの

極に対応する前記 1 対の永久磁石 1 3、1 4 の極性はその回転子鉄心 8 の外周面を向く側が互いに同一極性となるように、且つ隣の磁氣的凸部とは反対極性になるように設定されている。

この構造において、1 つの磁氣的凸部をなす永久磁石保持孔 1 1、1 2 により回転子鉄心 8 の外周に形成された前記 1 対のチップ部 8 a の円周方向間隔、特に円周方向で対向する端部間の間隔、すなわち、内端間の開角であるチップ内端開角 θ がこの実施例では 8 極であることに対応して機械角で 22 ± 2 度の範囲に設定されている。ここでチップ内端開角 θ をその幾何学的描写である図 1 に従い具体的に述べると、一つの前記磁氣的凸部を介して対向する 1 対の前記チップ部 8 a のそれぞれの円周方向両端のうち前記磁氣的凸部を介して対向する各端 P 1、P 2 を基点としたとき、そのうち前記磁氣的凸部を介して対向する基点間 (P 1 から P 2 までの間) の開角がチップ内端開角 θ であり、前記磁氣的凹部を介して対向する基点間 (P 2 から P 1 までの間) の開角が後述するチップ外端開角 α である。

10

【0012】

図 4 は、横軸にチップ内端開角 θ (機械角) を取り、縦軸に回転子鉄心 8 と固定子鉄心 4 のティース 5 との間に作用する電磁力 F を取り示した電磁力特性曲線図である。これは、発明者らがこの曲線中、各プロット点に対応するチップ内端開角を持つ構造について電磁力を計算で求め、これら各プロット点を結び曲線化したものである。計算の対象とした電磁力は固定子巻線 7 に印加する電源周波数に対して 1 2 次の高調波成分であるが、この実施例では 8 極であることから、回転周波数 (機械周波数) に対してはその極対数倍、すなわち 4 8 次成分である。

20

この特性曲線から明らかなように、電磁力が 22 度付近で最も小さく、次いで、 32 度付近で小さいことが判明された。実用的にこの値に 2 度を加減した値でも差し支えないことが分かった。これらチップ内端開角の値を電気角で表すと夫々、 88 ± 8 度、または、 128 ± 8 度となる。

【0013】

< 第 2 の実施例 >

図 6 は、横軸にチップ外端開角 α (機械角) と固定子鉄心 4 のスロットピッチ τ_s (機械角) との比 (α / τ_s) を取り、縦軸に回転子鉄心 8 と固定子鉄心 4 のティース 5 との間に作用する電磁力 F を取り示した電磁力特性曲線図である。ここで、チップ外端開角 α とは、図 5 に示すように、前記永久磁石 1 3、1 4 の互いに異なる極性 N、S に対応した円周方向で対向する前記 2 個のチップ 8 a、8 a の前記基点 P 2 から P 1 までの間の開角 α をいう。

30

図 6 に示す電磁力特性曲線は、発明者らがこの曲線中、各プロット点に対応する α / τ_s 比をもつ構造について電磁力を計算で求め、これら各プロット点を結び曲線化したものである。この特性曲線から明らかなように、 $[2.5 + 3/2(n-1) < \alpha / \tau_s < 3.0 + 3/2(n-1)]$ (但し、 n は 1 を除く自然数) の範囲の構造を持つモータが電磁騒音の発生量が低いことが分かった。このため、図 5 に示す第 2 実施例のリラクタンスモータ 1 5 はこの式を満たす α 及び τ_s を有する構造に設定してある。

【0014】

40

なお、上記各実施例では、回転子鉄心 8 に非磁性部として空孔 8 b を形成しているが、図 7 に示すように非磁性部を設けない構造でも本発明は成り立つ。図 5 および図 7 には、図 1 と同一部分には同一符号を付した。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明の第 1 の実施例におけるモータの固定子及び回転子の一部拡大軸直角断面図

【図 2】同回転子の鉄心部分の軸直角断面図

【図 3】同回転子の横断面図

【図 4】図 1 に示すモータの電磁力特性曲線図

50

【図 5】本発明の第 2 の実施例を示す図 1 相当図

【図 6】図 5 に示すモータの電磁力特性曲線図

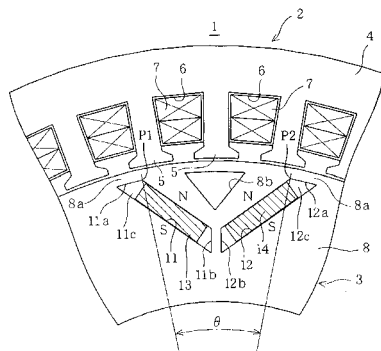
【図 7】本発明の変形例を示す図 2 相当図

【符号の説明】

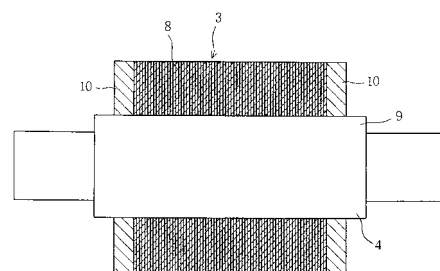
【 0 0 1 6 】

図面中、1 はモータ（回転電機）、2 は固定子、3 は回転子、4 は固定子鉄心、5 はティース、6 はスロット、7 は固定子巻線、8 は回転子鉄心、8 a はチップ部、8 b は空孔（非磁性部）、11 は磁石保持孔、12 は磁石保持孔、13 は永久磁石、14 は永久磁石、15 はモータ（回転電機）である。

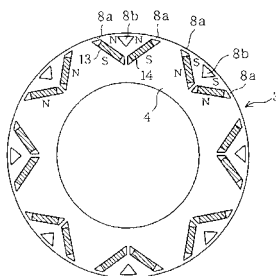
【図 1】



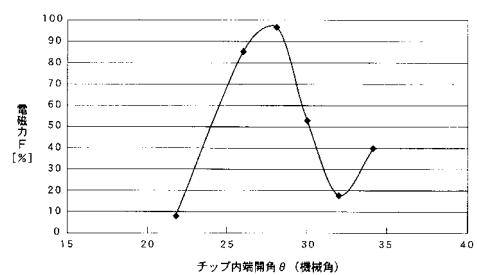
【図 3】



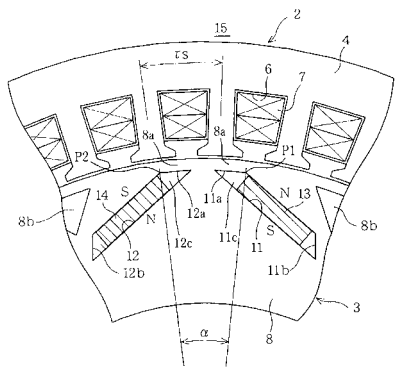
【図 2】



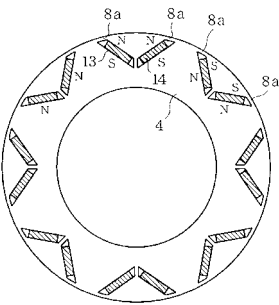
【図 4】



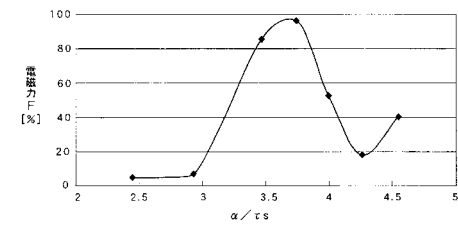
【図 5】



【図 7】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 花井 隆
三重県三重郡朝日町大字縄生 2 1 2 1 番地 東芝産業機器製造株式会社内
- (72)発明者 荒木 貴志
三重県三重郡朝日町大字縄生 2 1 2 1 番地 東芝産業機器製造株式会社内
- (72)発明者 藤田 真史
神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 高橋 則雄
神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 堺 和人
神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 新 政憲
神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 風尾 幸彦
神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地 株式会社東芝 京浜事業所内
- (72)発明者 望月 資康
三重県三重郡朝日町大字縄生 2 1 2 1 番地 株式会社東芝 三重工場内

審査官 森山 拓哉

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 8 6 1 0 9 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 3 3 9 9 2 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 2 K 1 / 2 7

H 0 2 K 1 9 / 0 0 - 1 9 / 3 8